

## 6. 「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」の成果について

### 1. 施策の目標

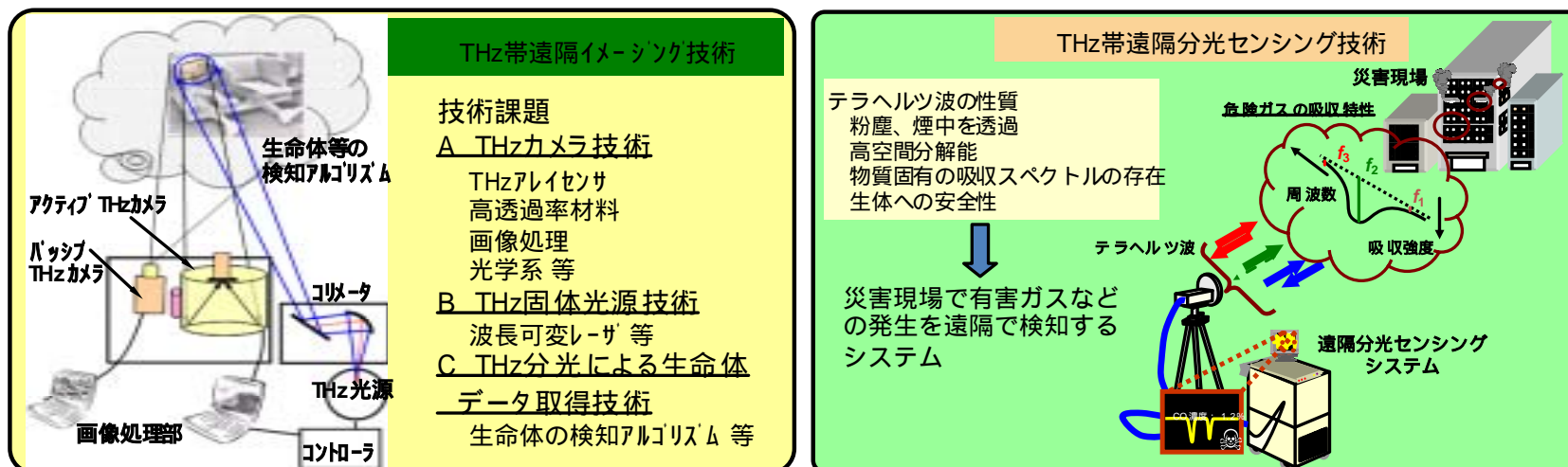
2010年度迄に、災害現場において離れた場所からの遠隔計測により、テラヘルツ (THz) 帯の映像を取得する為のシステム (THz帯遠隔イメージャ) と、災害時に発生するCO等の危険ガスを検出する為のシステム (THz帯遠隔分光センサ) を開発し、更にこれらのシステムによって得られたTHz帯固有の情報を処理することにより災害現場の状況を正確に把握し、災害時に役立つ情報を提供する為の技術を開発する。

### 2. 研究開発の背景

電波 (無線通信) と光 (光通信) の境界領域に位置し、これまで未開の周波数領域と呼ばれていたTHz電磁波には、エレクトロニクスや光などICT関連の技術から幾つかのブレークスルーがもたらされ、近年その研究が活発化している。粉塵や煙を透過する、物質固有の吸収スペクトルを用いて物質の同定ができる、というTHz電磁波の特徴を用いることで、X線、赤外線、マイクロ波、ミリ波などの従来技術では実現不可能であった災害現場での被害を最小限に抑えるための新たな情報収集・流通技術が実現され、ICTによる安全・安心な社会が実現されると期待されている。

### 3. 研究開発の概要と期待される効果

THz技術は、主に THz帯遠隔イメージング技術と THz帯高速分光センシング技術に大別される (下図)。両技術の実現に必要な、光源技術、検出器 (ポロメータ、ミキサ等) 技術、送信・受信システム構成技術、較正・性能評価技術、データ分析・処理技術等の要素技術を確立し、これらを基に可搬性を備えたプロトタイプシステムを組上げ、煙や埃等が存在する災害発生現場を模擬した環境において、THz波による遠隔イメージングおよび分光センシングのデモ実験を行うことにより、THz帯イメージング・分光センシング技術が、災害現場での状況把握、被災者の救援、二次災害の防止等に貢献できることが期待される。



### 4. 研究開発の期間及び体制 平成18年度～平成22年度 (5年間)

NICT委託研究 (NTT、東京大学、NEC、名古屋大学、(有)スペクトルデザイン、日本ガイシ(株)、(独)産業技術総合研究所)

## THz帯遠隔イメージング技術の主な成果

### 煙や埃等の災害現場における状況把握

#### A ポータブルなTHzカメラの研究開発

- 2次元THzアレイセンサの開発
- THz透過材料の開発
- 画像処理技術の開発
- アクティブ・パッシブTHzカメラの開発

#### B ポータブルなTHz固体光源の研究開発

- 波長可変レーザーと機械式冷凍機の一体型光源の開発
- 外部共振器型分光光源の実現

#### C 災害環境下THz分光による生命体データ取得の研究開発

- THz分光測定装置(災害模擬環境)の開発
- 生命体等のTHz分光のデータ蓄積と特定方法の提案

### A 非破壊検査技術“テラヘルツ帯画像計測”の大幅な高感度化に成功

NICT報道発表(2008年4月28日)

改良前 → 改良後

信号雑音比を2桁改善(左図)

- チップの高感度化(3THz)
- 高透過率材料の開発

画像処理による更なる感度向上達成(1~2桁)

世界トップクラス

THz光源の実時間画像

今回(Si上にシリレン) 透過率向上

従来(Ge)

チップの高感度化(画像断面図) 320x240THzアレイ化

高透過率材料の開発

THzカメラの試作

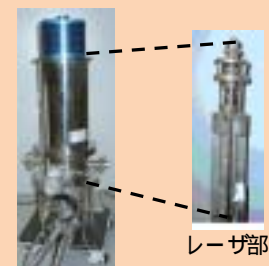
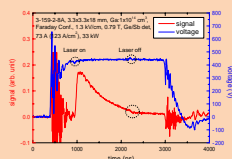
### B 波長可変P-Geレーザーの開発

分光手段を提供する簡便な波長可変固体テラヘルツ波源

イメージャ評価、大気中のテラヘルツ波伝搬特性把握に必須

本研究開発では、波長選択フィルタ組込型p-Geレーザーシステムの機械式冷凍機による冷却(世界初の試み)で、波長可変固体テラヘルツ波源の実現にアプローチ

電圧パルス(青)と発振パルス(赤)波形



冷凍機本体

レーザー部

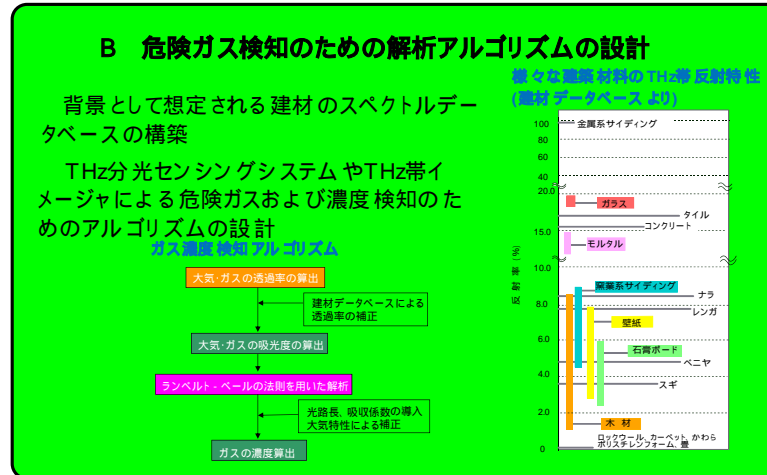
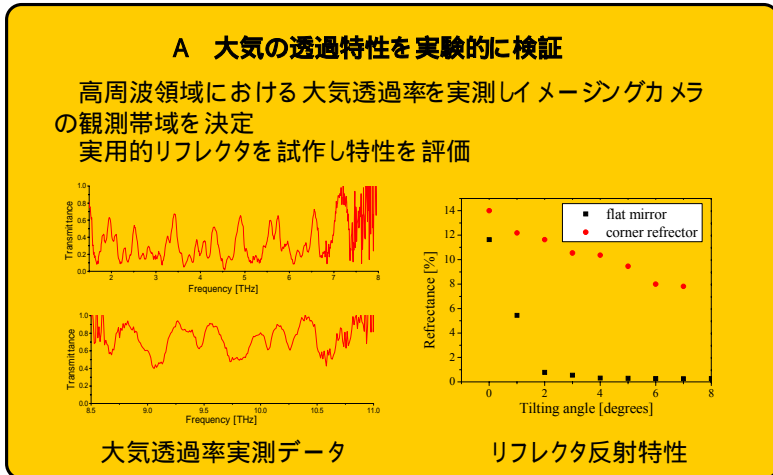
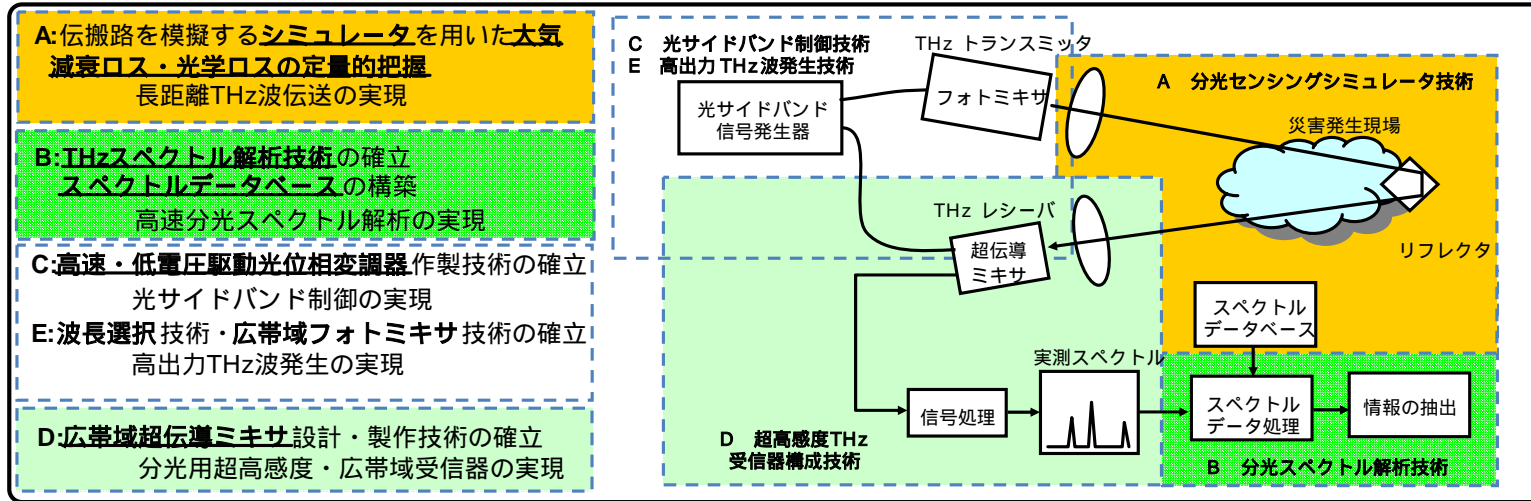
### C 災害環境下THz分光による生命体データ取得技術

- 黒煙・白煙など赤外線が透過しない災害模擬環境下でのTHz波の透過性・物質識別能の評価が課題。
- 本研究開発では、黒煙・白煙などの発生システムをTHz装置と合体し、煙の測定を実施した。また被災者特定に必要な情報として人体を 着衣 皮膚 頭髪 負傷想定 の四つに分け、様々な素材や生体試料の分光基礎データを収集した。
- THz帯電磁波に対する煙の透過特性に対する測定研究例は殆どなく、今後様々な条件下での測定を実施。

白煙ガス測定  
高分子材料測定  
タバコ質測定

テラヘルツガス測定システム

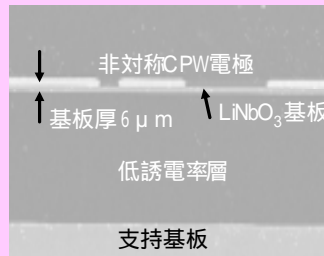
# THz帯遠隔分光センシング技術の主な成果 その1



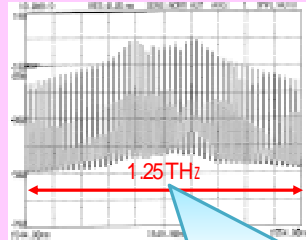
## THz帯遠隔分光センシング技術の主な成果 その2

### C 光サイドバンド制御によるTHz帯域の実現

- 0.5~1.0THz帯を発生させるために低駆動電圧で光サイドバンド発生が可能な位相変調素子が必要。
- 本研究開発では、LiNbO<sub>3</sub>薄板構造と非対称CPW電極を用いた位相変調器により**従来比70%以下の世界で最も低い駆動電圧を達成**。



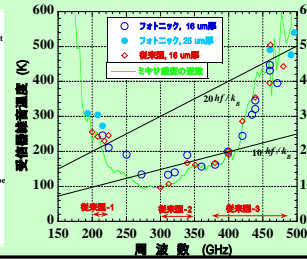
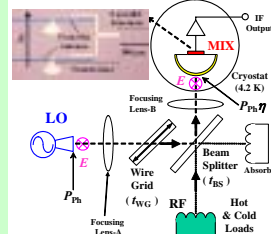
位相変調素子構造



世界で最も低い駆動電圧で1THz帯の光サイドバンドを発生

### D 広帯域・低雑音超伝導ミキサ・受信器の実現

- 高感度・高精度の遠隔分光には広帯域・低雑音ミキサから成るヘテロダイン受信器が重要。既存半導体ミキサは低感度。既存超伝導ミキサは狭帯域。
- 本研究開発では、複数共振回路と低インピーダンスアンテナから成るミキサを開発し、広帯域&低雑音動作に成功。一台のTHz波受信器の占有比帯域としては**世界最高値を得た**。

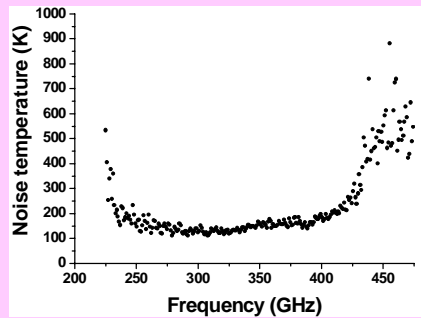


広帯域受信器開発  
【日刊工業新聞2008年12月30日】他

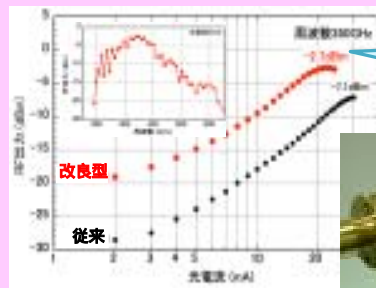
### E 光ベース200-500 GHz帯周波数可変連続THz波発生器の開発

- 任意周波数の低雑音光ビート信号を発生させる光局部発振器を開発
- 高速・高出力動作が特徴の単一走行キャリアフォトダイオード(UTC-PD)の素子・モジュール構造をTHz帯動作に最適化、**200-500GHzで世界最高出力(-2.7 dBm@350 GHz)を示すフォトミキサを開発**
- 超高感度広帯域超伝導ミキサ(成果D)の局部発振器に200-500 GHz帯連続THz波発生器を適用、**超高感度広帯域受信器を実現**

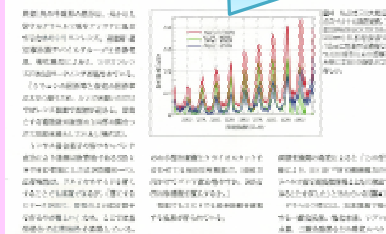
エレクトロニクスのみでは実現不可能な超広帯域性を光技術の導入により実現



200-500GHz帯フォトミキサ



雑誌取材: 超高感度広帯域受信器によるガス分光  
【Laser Focus World Japan. 2009年1月】



## 1. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

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 (平成18年からの積算)	特許出願	論文	研究発表	報道発表	標準化提案
	14	14	43	2	0

## 2. 研究成果発表会等の開催について

### (1) 第7回産学官連携推進会議でのNICT展示の支援

平成20年6月14、15日、国立京都国際会館において掲題の会議が開催された。併設の展示ブースでは、安心・安全を実現する革新的技術であるTHz波を使った検知技術の研究開発について、NICTを核とした産官学連携体制で効果的に実施している状況を紹介した(右図)。



### (2) 「産総研オープンラボ」での超高感度・広帯域テラヘルツ受信器の動体展示

平成20年10月20、21日に開催された、(独)産業技術総合研究所オープンラボにおいて、本プロジェクトで開発した超高感度・広帯域テラヘルツ受信器の動態展示を行い、ガスから発せられる微弱テラヘルツ波が高速に観測される様子を紹介した(右図)。

