

平成18年度 新規委託研究  
「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」

研究計画書



## 1. 研究テーマ

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

## 2. 研究開発の目的

大規模地震などの災害被害を最小限に抑えるには、災害発生時における迅速な情報収集及び円滑な情報流通が不可欠である。

テラヘルツ波では、X線、赤外、電波など他の電磁周波数帯では困難な、煙霧や火災で覆われた地点での、怪我人の発見・状況認知や有害物質などの検出を非破壊・非接触で行う高度なイメージングやセンシングが可能である。

ユビキタスネットワーク時代において、ICTによる安心・安全な社会の実現が求められている。このため、大規模地震などにおける災害現場において、被災者救援や二次災害防止などに貢献する、テラヘルツ波の特長を活かした高度なイメージング・センシングなどを可能とする技術の研究開発を実施する。

## 3. 研究開発期間及び予算

研究開発期間：平成18年度から平成22年度までの5年間。

予算：平成18年度は210百万円程度を上限とする。

なお、平成19年度以降の予算については未定ではあるが、提案を行う前提として、平成19年度以降の予算については平成18年度提案額と同額或いは未満の金額で提案を行うこと。

## 4. 研究開発課題

### 課題ア テラヘルツ帯遠隔イメージング技術

大規模地震時などにおける被災建物の内または外において、煙霧や火災などが視界の障害となっているような状況下において、テラヘルツ帯の映像を取得し物質材料データベースなどのテラヘルツ帯固有の情報をを用いて処理することによって、災害時の救援や二次災害防止などに効果的に役立てる事を可能にする、車などで持ち運び可能な遠隔イメージング技術の実現を目標とする。

### 課題イ テラヘルツ帯高速分光センシング技術

大規模地震時などにおける被災建物の内または外において、煙霧や火災などが視界の障害となっているような状況下において、火災時に発生するCO、HCNなどの有毒ガスを、テラヘルツ帯電磁波を用いた分光的手法により効果的に検出し物質材料データベースなどのテラヘルツ帯固有の情報をを用いて処理することによって、災害時の救援や二次災害防止などに効果的に役立てる事を可能にする、車などで持ち運び可能な遠隔センシング技術の実現を目標とする。

## 5 .研究テーマ選定の背景、研究開発の必要性及び他で実施されている類似研究との切り分け、標準化の動向

### 1) 当該研究テーマを取り巻く現状

未利用周波数帯であるテラヘルツ帯電磁波領域 ( 0.1 ~ 10 THz ) を積極的に利用し様々な応用技術分野を開拓しようとする研究開発活動が国内外で活発化している。海外においては、テラヘルツ帯の研究開発を行う大型予算プロジェクトが発足している。例えば、米国では DARPA などが中心となり、国防目的主導の先端技術開発プロジェクトや超高速エレクトロニクス分野のプロジェクトを戦略的に推進している。また、EU では第 5 次・第 6 次研究開発フレームワーク計画 ( Information Society Technology: IST ) プログラムにおいて、テラヘルツ帯電磁波のバイオ・医療・通信応用を目指した研究開発が活発化している。

テラヘルツ帯電磁波応用技術分野では、各種分析・セキュリティ分野で必要不可欠な新しい計測技術としての発展に、また、テラヘルツ帯電磁波を用いた通信では 10Gbps を超える超高速無線の実現が期待されている。2004 年度に総務省がテラヘルツテクノロジー動向調査を実施した。この調査では、テラヘルツ技術は今後大きく発展し広範な分野に大きな波及効果を及ぼす基盤になるとの報告が行われ、我国の産学官研究者のテラヘルツ技術に関する興味を喚起した。このような経緯から、テラヘルツ技術の高度利用を推進するためには、産学官連携や国際連携による研究開発推進は必要不可欠で、今後の応用展望や研究開発の推進方策を検討し当該技術分野の研究開発を推進し、応用分野を切り拓いていくことが緊急かつ重要である。

テラヘルツ技術は「平成 18 年度の科学技術に関する予算、人材などの資源配分の方針」(平成 17 年 総合科学技術会議)において、「次世代の突破口、新産業の種となる情報通信技術」であり「新しい原理・技術の活用」が必要な技術として挙げられている。また、情報通信審議会答申「ユビキタスネット社会に向けた研究開発の在り方について ~ UNS 戦略プログラム ~」(平成 17 年 7 月 総務省)においても、「新 ICT パラダイム創出」及び「センシング・ユビキタス時空基盤」の中で提言されている。当該分野の研究開発を計画的かつ着実に実施する必要性がある。当該分野の研究開発は欧米においても戦略的に推進されており、我が国の国際競争力を維持する観点からも重点的に取り組むべき課題である。

一方、社会生活においては自然災害やテロなどの脅威への対応の必要性が強く求められている。例えば、東京で直下型大地震が起きた場合、最悪で死者約 1 万 3 千人、経済的被害は約 112 兆円 (中央労災会議「首都直下地震対策専門調査会」最終報告)と見積もられている。このような災害などの被害を最小限に抑えるためには、迅速な情報収集及び円滑な情報流通が必要不可欠であり、ユビキタスネットワーク時代において、ICT による安心安全な社会の実現が求められている。災害などの現場において迅速な情報収集を行う手段として、テラヘルツ電磁波が持つ特徴を生かした高度なセンシング・イメージング技術に期待が集まっている。

## 2) 研究開発の必要性

テラヘルツ帯電磁波(0.1~10 THz)を用いると他の電磁波周波数帯では困難な遮蔽された地点での、怪我人の発見・状況認知や有害物質などの検知を非破壊・非接触で行う高度なセンシング・イメージングが可能である。さらに、ユビキタスネットワーク時代において、ICTによる安心・安全な社会の実現が求められている。このため、大規模地震などにおける災害現場において、被災者救援や二次災害防止などに貢献するテラヘルツ波の特長を活かした高度なイメージング・センシングなどを可能とする技術の研究開発を推進する必要がある。

また、本研究開発で対象とするテラヘルツ帯電磁波(0.1~10 THz)領域において、諸外国で戦略的な取り組みが行われており、我が国においても国際競争力を確保する必要がある。しかしながら、本研究開発の遂行には、未開拓の周波数帯における要素技術開発が不可欠であり、民間単独では極めてリスクが高い。その一方で、本研究開発によって開発された要素技術による幅広い応用の実現が期待され、テラヘルツ波の利活用を促進する上から、多様な分野におけるTHzデータベース構築やEMCなど、共通基盤となる技術を確立する必要があり、ICT分野における唯一の公的研究機関である情報通信研究機構が先導し、総合的な研究開発を推進する必要がある。

## 3) 他で実施されている類似研究との切り分け

本研究開発では、光源から信号を発生し、戻ってきた信号を受信・処理するアクティブセンサのシステム化技術の研究開発とそれに伴う要素技術の研究開発を実施する。一方、情報通信研究機構などで実施してきたシステム化技術であるSMILESはパッシブセンサである。したがって、システムの構成要素自体が異なっている。

要素技術では、発生、検出、処理の3つの技術要素で分類したとき、現在までに情報通信研究機構における研究開発は、発生技術[超短パルスレーザーによるテラヘルツ帯時間領域分解分光技術、擬似連続波レーザー技術(p-Geレーザー、量子カスケードレーザー)、超高速InP-HEMT技術]、検出技術[ミリ波・テラヘルツ波ダイオード技術、超伝導検出器技術、フォトコンダクタ技術、EO検出技術]、処理技術[ミキサ技術、光変調技術]が挙げられる。本研究開発では、これらの技術を高度に活用、もしくは新たな要素技術として周波数可変光源やアレイ検出器を必要とするため、従来行ってきた要素技術の研究開発とは異なっている。

また、類似研究としては、理研などで行われているイメージングや分光技術開発があるが、何れもよく制御された環境における装置開発などがある。本研究開発が目指す研究室の外での実施とは大きく前提条件が異なっている。

また、平成16年6月から始まり平成17年6月に終了した総務省研究推進会議において、21世紀のネットワーク基盤技術に関する研究開発方針が審議されてきた。平成13年度からの量子情報通信技術及び次世代フォトニックネットワークが、平成16年度からナノITNW(ナノ技術を活用した超高機能ネットワーク技術)が、大型プロジェクトとして推進されてきている。これらの研究開発プロジェクトは、さら

に5年、10年、15年、20年先まで継続するような基礎的な研究も含まれており、これからの研究開発テーマとして重要なものである。このような中長期的な研究プロジェクトとしては、光からのアプローチと電気からのアプローチの中間的な位置づけにあるテラヘルツの領域の未開拓周波数領域の研究開発は、既存の3つの大型の研究プロジェクトと同様に重要な位置づけとして新たに取り上げられた。既存の3つのプロジェクトは、次世代光通信を目標にした研究開発が中心になっている。4番目の未開拓周波数領域の研究の内容は、マイクロ波ミリ波の延長上にあるテラヘルツ領域の基本技術の開拓と捉えることができ、既存の21世紀ネットワーク基盤技術のプロジェクトを補完できるプロジェクトになる。テラヘルツ領域は、この周波数領域の特徴を生かしたセンシング技術の活用によるセキュリティ応用、未踏周波数領域の科学環境計測技術や周波数標準技術など情報通信研究機構の社会的な使命に適合した必要不可欠な研究開発領域でもある。このような状況を踏まえて情報通信研究機構では委託研究において本研究開発を実施することとなった。

#### 4) 標準化の動向

これまで、マイクロ波帯や可視領域のレーザなどの電磁波では、産業応用の発展に伴いその計測の基準となる標準が確立され、国家標準の整備とトレーサビリティ制度に沿った校正サービスが行われてきた。しかし、テラヘルツ帯においては、今まで産業利用が一般的に行われてこなかったため、テラヘルツ帯に於ける各種物理量の標準化、電磁環境両立性(EMC)、物質データベース(含:測定法)各種規格などはまだ確立されていない。テラヘルツ電磁波の発生検出技術の進歩や、それに伴う産業界での利活用に関する研究開発が盛んに進められる現在、その計測の信頼性を保証し、トレーサビリティを確保するためのテラヘルツ帯に於ける各種標準化の実施が求められてきている。今後、これらの測定量に対する計測器の開発と、その計測器の信頼性保証のためにテラヘルツ帯技術の標準化の確立が必要となる。

## 6. 研究開発の到達目標

### 課題ア テラヘルツ帯遠隔イメージング技術

大規模災害・地震などにおいて発生する火災時に、視界の障害となっている煙霧や火災などの状況を踏まえ、最大5m以上離れた距離から、1m × 1m以上の領域を、空間分解能10mm以下で、2THz～5THzの間のテラヘルツ周波数帯電磁波を用いて、1フレーム/5秒以上のレートで、映像を取得し物質材料データベースなどのテラヘルツ帯固有の情報を用いて処理することによって、災害時の救援や二次災害防止などに効果的に役立てる事を可能にする遠隔イメージング技術の実現を目標とする。実証システムは車などで持ち運びできるレベルの大きさとし、機器の冷却に液体の冷媒を用いない方式とする。

### 課題イ テラヘルツ帯高速分光センシング技術

大規模災害・地震などにおいて発生する火災時に、視界の障害となっている煙霧や火災などの状況を踏まえ、発生した一酸化炭素(CO)、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、シアン化水素(HCN)、塩化水素(HCl)、硫酸化物(SO<sub>x</sub>)、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)などの内、少なくとも1種類を最大25m以上離れた距離から0.5THz～1THzのテラヘルツ周波数帯の電磁波を用いた分光的手法により3秒以内の測定時間で効果的に検知し物質材料データベースなどのテラヘルツ帯固有の情報を用いて処理することによって、災害時の救援や二次災害防止などに効果的に役立てる事を可能にする、遠隔分光センシング技術の実証を目標とする。実証システムは車などで持ち運びできるレベルの大きさとし、機器の冷却に液体の冷媒を用いない方式とする。

## 7. 期待される波及効果

### 1) 類似研究面に期待する波及効果

本研究開発によって開発される光源・検出器技術は、未開拓周波数帯を解消すると共に、先進的なテラヘルツセンシング、分光分析など、他分野の類似技術開発に大きな波及効果が期待できる。具体的にはテラヘルツ帯電磁波を利用した将来の代替的な大容量ネットワークの構築の足がかりや、テラヘルツ電磁波を用いた各種センシング・イメージングの利用により、バイオ関連物質や高温超伝導体などの特性が解明されるなど、従来技術では検知できなかった事象や原理が見出されることが期待される、

### 2) 類似開発面に期待する波及効果

テラヘルツ波を用いた各種センシング・イメージングの利用により、例えば、食品における包含物検査、残留農薬検査、大気汚染物質検知、地球環境計測、重要施設等における危険物検知、郵便物内の禁止薬物検査、バイオメトリクス等でテラヘルツ波を利用した応用システムといった開発が期待される。

### 3) 実用化面に期待する波及効果

テラヘルツ電磁波による非常時センサの実現は、災害救助や予防の様々な局面において活用が期待される。また、上述した食・農業、自然環境、セキュリティなど、様々な分野における実用化の促進に貢献することが期待できる。

### 4) 標準化活動面に期待する波及効果

公的研究機関によってテラヘルツ帯電磁波を用いたアクティブセンサを実現し、テラヘルツ帯電磁波の有効性を実証することによって、様々な分野におけるテラヘルツ帯電磁波の利用が促進されるとともに、トレーサビリティを確保する観点からテラヘルツ帯に於ける各種標準化が促進される。

## 8. 研究開発スケジュール

本研究テーマの研究開発期間は、平成18年度から平成22年度までの5年間であり、スケジュールは概ね以下のとおりである。

### 課題ア テラヘルツ帯遠隔イメージング技術

年度	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度
フェーズ		I.要素技術開発	II.集積化技術開発	III.システム開発	IV.デモ
目標		高感度センサ	センサアレイ	システム化	デモ
中間評価		中間評価		中間評価	

### 課題イ テラヘルツ帯遠隔分光センシング技術

年度	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度
フェーズ		I.要素技術開発	II.集積化技術開発	III.遠隔システム開発	IV.試験
目標		高感度センサ 波長可変光源	要素システム	遠隔システム	デモ
中間評価		中間評価		中間評価	