

3.7.1 電磁波計測研究所 センシング基盤研究室

研究室長 安井元昭 ほか10名

高周波電磁波による様々な診断技術の開拓

【概要】

社会的な問題が深刻になっている大気汚染やゲリラ豪雨等の現象解明及び予測精度の向上を目指して、電磁波を用いた大気観測技術の研究開発を行っている。特に大気中の化学組成やPM2.5等の微粒子を対象とした計測に有効なミリ波から光領域にかけての高周波電磁波を利用する技術の研究開発に重点を置き、将来の宇宙からの地球観測技術にも適用できる高度な技術の確立やテラヘルツ波技術などの未踏領域の開拓など、センシングのみならず大容量の無線通信にも応用可能な基礎技術の研究開発を行っている。また、平成24年度より、これらの高周波電磁波を利用して、震災による被災家屋や社会インフラの内部損傷や劣化の状況を透視診断する技術の研究開発も開始した。

【平成24年度の成果】

(1) 光アクティブセンシング技術

レーザーパルスが大気中に発射し、大気中の化学組成や微粒子などの計測対象に当たって返って来る光を受信して計測対象の空間分布を計測する光アクティブセンシング技術（ライダー技術）の研究開発を進めた。特に、目に安全な波長 $2\mu\text{m}$ のレーザー光を用いて大気中の風の分布（図1）や CO_2 の分布を3次元観測するためのライダー技術の高度化を進め、移動観測や搭載観測に適用可能なモバイルシステムのパルスレーザーヘッドの基本仕様を決定し、パルスレーザー発振部及び光学部の開発を開始した（写真1）。高繰り返しレーザーの開発においては、連続発振（CW）レーザーの発振試験において5Wの出力を確認し、Qスイッチによるパルス発振において3Wクラスの出力を確認した。

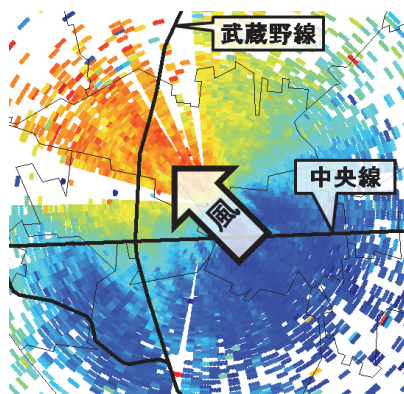


図1 小金井上空の風観測の例
中心がNICT。青系の色は向かって来る風、赤系の色は遠ざかる風。



写真1 モバイルシステム

(2) 環境スペクトロスコピー技術

光からミリ波にわたる電磁波のスペクトル解析を行うことで、オゾンホールや地球温暖化などの現象に影響を及ぼす大気中の微量成分の検出を行うリモートセンシング技術の研究開発を進めた。

未踏領域であるテラヘルツ波技術では、3THz近傍において連続発振するテラヘルツ量子カスケードレーザー（THz-QCL）の開発及びその高性能化を進めるとともに、3THzにおいて応答する広帯域平面アンテナ（スパイラル・ログペリオディック）を持つホットエレクトロンボロメータミキサ（HEBM）の試作及び評価を、未来ICT研究所及びテラヘルツ研究センターとの共同で進めた。これらのTHz-QCLとHEBMを組み合わせてヘテロダイン受信機システム試験を行い（写真2）、光学系による付加雑音を含めた性能として受信機雑音温度の性能2,800Kを確認した。これにより、最終目標の受信機雑音温度1,000Kを早期に達成する可能性がより高まった。

国際宇宙ステーション搭載JEM/SMILESによって観測されたデータをはじめとする地球観測データに

関するスペクトル解析を進め、科学的成果導出を進めた。これにより、高層大気中の塩素系の微量成分など、従来のセンサーでは検出困難であった物質が有意に検出されたことを実証し、それらの結果について、招待講演を含む複数の国際会議で報告を行い、科学的成果の普及を進めた。

また、大気中におけるテラヘルツ波減衰率について、実測データに基づく計算方法を確立し、計算結果を提供するシステムを Web ページ (<https://smiles-p6.nict.go.jp/thz/jp/decay.html>) 上で一般に公開した(図2)。

さらに、次世代のミリ波～サブミリ波による宇宙からの計測技術の基盤を確立することを目的に、具体的評価実験可能な周波数を 190GHz、350GHz、500GHz、650GHz に拡張し、実験のためのテストベッド整備を進めた。



写真2 3THzのホットエレクトロンボロメータミキサマウントと、それを構成するデバイス



図2 テラヘルツ波減衰率計算 Web ページ

(3) 非破壊センシング技術

東日本大震災による建築物のダメージなど、壁面の背後や骨格等の損傷を、壁材を剥がすことなく透視診断する技術に関するニーズを受け、電磁波を用いた非破壊センシング技術の研究開発を開始した。平成24年度は、壁紙背後の表層における数十 cm 四方の範囲を 30 秒程度の短時間で診断するために、2次元ロックインアンプによる高感度、高精細の赤外線診断システムを開発した(図3)。さらに、委託研究による開発が開始されたマイクロ波による数 cm ～十数 cm の深さの診断技術開発とも連携し、表層から中層までの総合的診断システムの実現に向けた開発を進めている。



図3 2次元ロックインアンプによる赤外線診断システムとそれによる壁紙背後の傷の透視診断画像

(4) 外部機関等との連携の強化

研究室メンバーが代表者である最先端・次世代研究開発支援プログラム(内閣府)「衛星アイソトポマー観測による地球環境診断」を推進し、サブミリ波帯における小型衛星搭載地球観測センサーの概念検討及びアンテナ素材等の試作、評価実験を行った。また、大気汚染を宇宙から高空間分解能に観測するためのセンサー基礎技術及びシステム概念の検討について、国内の諸機関及び欧米の研究機関との連携を強化し、光からマイクロ波までの広範囲の電磁波を融合的に利用する次世代のセンサー概念とその可能性の検討を進めた。