

プログラム名： ユビキタス・パワーレーザーによる安心・安全・長寿社会の実現

PM名： 佐野雄二

プロジェクト名：セキュリティ応用

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 28 年度

研究開発課題名：

非線形光学 THz 波発生検出を用いた危険ガスの高速検出

研究開発機関名：

国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者

南出泰亜

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

(I) 広帯域・高出力テラヘルツ波発生技術の開発

光注入型テラヘルツ波パラメトリック発生器において、広帯域発生の実現を目指す。また、マイクロチップレーザーを光源として外部注入型光の高速掃引することでテラヘルツ波の波長変化が高速に応答して追従させる。一方で、注入光をブロードバンド化して広帯域にテラヘルツ波を発生させる方法を実施する。開発目標として「0.8THz～3.0THzの広帯域テラヘルツ波発生」の実現をマイルストーンとする。

(II) リアルタイムでの微弱（1 fJ 以下）テラヘルツ波分光検出技術の開発

テラヘルツ波検出として、テラヘルツ波を光波に変換して非同軸位相整合によるリアルタイム分光計測の確立を行う。ディテクタアレイ（カメラまたは1次元フォトディテクタアレイなど）を用いてメカニカルな可動部を含まない高速分光計測の実現を目指す。開発目標としては、テラヘルツ波の検出波長範囲として0.8THz～3THzでの実現を目標とする。

(III) 高速（1秒以下）で1 ppmレベルの複数ガスの検出技術の開発

上記の研究開発項目（I）（II）での光源および検出技術の目標が達成できるとして、1 ppmレベルの微量ガスの検出を1秒以内に検出できる評価実験系の設計を行う。また同時に、危険ガスに見立てた試験ガスの選出とその分光特性を取得し、検出感度の試算を行う。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

- (I) 光注入型テラヘルツ波パラメトリック発生器の広帯域化として、台形型ニオブ酸リチウム結晶を用いた表面放射方式でのテラヘルツ波発生を行い、開発目標以上の0.8THz～4.7THzの広帯域化を実現した。
- (II) 高速分光計測の確立に向けて、テラヘルツ波を光波に波長変換して変換信号光を検出する非線形光学テラヘルツ波検出光学系を構築し、2波長およびブロードバンドなテラヘルツ波の同時分光計測を達成した。
- (III) 混合気体中のガス検出試験として大気にメタノールを混合し分光計測を行った。また、テラヘルツ波とガスの相互作用に関する設計としてマルチパス光学系を提案し、高感度検出光学系に関する設計を行った。

2-2 成果

(I) 台形型ニオブ酸リチウム結晶を用いて周波数可変テラヘルツ波発生領域の広帯域化を行い、外部注入型光の高速掃引する手法で発生させたテラヘルツ波出力を図1に示す。当該研究年度の目標以上の0.8 THz～4.7 THzの範囲でのテラヘルツ波発生を実現した。

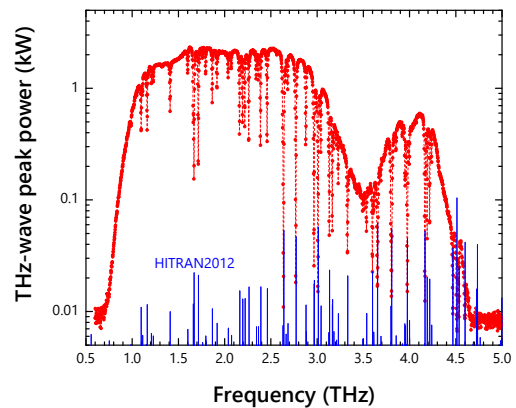


図1. 光注入型テラヘルツ波パラメトリック発生器による広帯域周波数可変テラヘルツ波発生

(II) テラヘルツ波を光波に波長変換して変換信号光を検出する非線形光学テラヘルツ波検出光学系を構築した

結果、2つのフォトディテクタを用いて2波長のテラヘルツ波の同時計測を、ディテクタアレイを用いてブロードバンドなテラヘルツ波の同時計測を、それぞれ達成した。

(III) 大気にメタノールを混合し分光計測を行った結果、メタノールの指紋スペクトルを複数計測することが出来き、大気中に含まれるガスの分光計測に成功した。また、マルチパス計測光学系を構築し、微量ガス検出の予備実験を行った。分析の結果、わずか数回の往復で1 ppmレベル以下の微量ガス検出を実現できることを明らかにした。

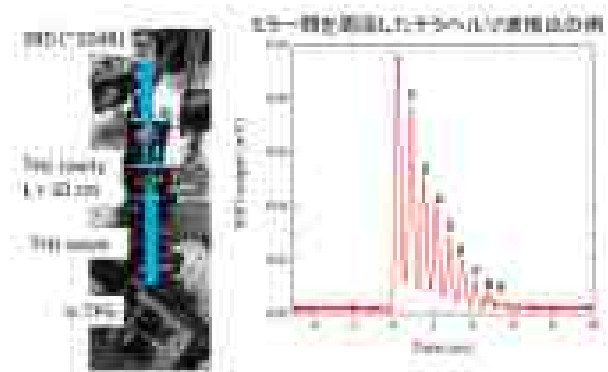


図2. マルチパス光学実験系とガス吸収

2-3 新たな課題など

特になし。

3. アウトリーチ活動報告

当研究チームでは、理研一般公開、地元の大学・高校・中学校、または会社関連の技術相談や訪問など、多くの訪問を受け対応している。これらの見学を通じて、チームの研究活動全般を説明して、積極的にテラヘルツ波技術の活用・普及・理解を深める努力を行っており、アウトリーチ活動の一環と考える。