

## 1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：超小型ロバストテラヘルツ波イメージング装置の研究開発
- (2) 研究代表者：理化学研究所 南出 泰重
- (3) 研究期間：令和2年度～令和6年度（予定）

## 2. 中間評価の実施概要

日時：令和4年10月14日

場所：ビジョンセンター田町

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽（委員長）

産業技術総合研究所 執行役員、エネルギー・環境領域 領域長

小原 春彦

東京農工大学 名誉教授

佐藤 勝昭

公立千歳科学技術大学 理工学部 特任教授

下村 政嗣

東京工業大学 名誉教授

谷岡 明彦

科学技術振興機構 研究開発センター 企画運営室長、フェロー

中山 智弘

（委員長以外は五十音順・敬称略）

## 3. 研究の進捗状況

### 研究の概要

本研究では独自に発見したバックワード・テラヘルツ波発振原理を研究・発展させ、従来は難しかった超小型テラヘルツ波光源を実現する。さらに、同光源の広範囲の周波数掃引性能を活用した高分解能なテラヘルツ波3Dイメージングに関する知見を得て、ロボットに搭載可能な小型の3Dイメージング装置の実現を目指す。

### 進捗状況

主な実施項目に対する進捗は以下の通り。

#### （1）超小型非線形光学テラヘルツ波光源の開発

バックワード・テラヘルツ波パラメトリック発振の理論的計算を基に出力80W超の実験系を実現し、中間目標（出力10W以上）を達成した。また周波数可変な周期分極ニオブ酸リチウム結晶により離散的なテラヘルツ波（0.3, 0.5, 0.6 THz）の発生に成功し、中間目標（0.3～0.6 THzの範囲）を

実現した。

(2) テラヘルツ波・アップコンバージョン検出の開発

新しいテラヘルツ波検出手法の理論を検討し、実現可能な実験系を構築した。その結果、周波数 0.308 THz のテラヘルツ波を光波(波長 1,065.53 nm)に変換して室温で高感度に検出することに成功した。これは、従来のシリコンボロメーター検出器の感度の 1,000 倍に相当。

(3) テラヘルツ波イメージング計測の開発

ロバストなテラヘルツイメージング干渉光学系、エレクトロニクス方式による半導体通倍器光源、およびヘテロダイン検出システムを組み合わせ、深さ分解能 1 mm 以下、測定点あたり 1 ms の小型(40 cm x 40 cm x 23.5 cm)なイメージング計測システムを構築した。また、コヒーレント光源から攪乱成分として生じる干渉の影響について 3 次元空間のうちの任意の 2 次元平面の干渉効果を可視化するツールを開発した。

(4) テラヘルツ波用周期分極反転素子の開発

大口径(厚版)・周期分極反転ニオブ酸リチウム結晶の作製装置を設計・構築し、40 mm 角、厚さ 5 mm、分極周期 35  $\mu$  m の大型結晶を得た。

(5) テラヘルツ波システム搭載用ロボットの設計・試作

ロボット搭載イメージングに向けた試料評価として、中間目標どおりテラヘルツ波を用いた非破壊検査の仕様に資する基礎データを取得し、検査装置構成を明らかにした。

#### 4. 中間評価の評点

A 研究計画を超えた成果を挙げており、さらなる発展を期待する。
---------------------------------

#### 5. 総合コメント

目標に対する進展もすばらしく、小型高出力テラヘルツ発振など期待以上の成果がでていいる。「超小型ロバストテラヘルツ波イメージング装置」に向けてのさらなる努力を期待するとともに、当初想定されなかった副次的な効果については、イメージング一つ取ってみても何が起こるか分からないくらい様々な応用の方向性が示されており、やりたいことを全部やって頂きたい。未知の波長領域の光源が準備できたことにより、全く新しい物理学の領域が開ける可能性があり、様々な分野の研究者と協力して、ぜひ日本の強い領域を作って頂きたい。

#### 6. 主な個別コメント

- 当初、予測しなかった基礎的に重要な新しい研究成果が出ている。
- アップコンバージョン検出感度も目標以上の成果が出ている
- 中間目標は予定通り達成している。高出力の発振など、想定以上の成果も出ており、実用化への期待も高い。
- 小型、高分解能のテラヘルツイメージングが実現することを期待したい。
- バイオ分野への応用が期待される。

- 新たに出た成果や発展に対しても検討を進めてほしい。
- 後半で協力者を増やし柔軟に対応すべき。
- 広がりが少ないテラヘルツ光の物性は通信への応用は難しい面もあるが期待したい。
- 非破壊非接触検査対象の調査をしてより広く成果を発信してほしい。
- 複数の研究室の連携がうまくマネージされている。
- 材料研究者と用途開発企業との連携がうまく進められている。
- 新しい技術であるので、社会実装に向けては、現行技術との比較も含め、優位性や問題点を明確にする必要があるだろう。
- テラヘルツ波の生体照射効果は、安全性も含めてしっかりと検証する必要がある。