

1. 評価対象研究課題

(1) 研究課題名：「共鳴ラマン効果による大気中微量有害物質遠隔計測技術の開発」

(2) 研究代表者：株式会社四国総合研究所 清水 英範*

*令和元年6月に岡崎 宗孝から交代

(3) 研究期間：平成29年度～令和3年度（予定）

2. 中間評価の実施概要

・日時：令和元年12月2日

・場所：防衛装備庁 艦艇装備研究所

・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）

豊橋技術科学大学 名誉教授

石田 誠

東京農工大学 名誉教授

佐藤 勝昭

東京工業大学 名誉教授

谷岡 明彦

科学技術振興機構 研究開発戦略センター 企画運営室長／フェロー

中山 智弘

理化学研究所 光量子工学研究センター センター長

緑川 克美

東京理科大学 工学部 電気工学科 教授

村口 正弘

千葉工業大学 工学部 電気電子工学科 教授

山本 秀和

東京工科大学 応用生物学部 学部長、教授

横山 憲二

（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

本研究は、多種多様な有害物質に適用できる高感度遠隔計測装置の実現を目的として、レーザー光を観測空間に照射し、微量有害物質が発する共鳴ラマン散乱光を計測することにより、複数種の物質の種類、量、位置を遠隔から瞬時に特定する技術を開発するものである。

進捗状況

主な実施項目に対する進捗は以下の通り。

(1) 共鳴ラマン効果による微量有害物質計測原理検証

SO₂、NH₃を共鳴条件で励起した際に、ラマンスペクトルにおける特定のラマンシフトのピーク信号強度が、非共鳴励起条件時の1000倍以上に増強することを確認した。また、枯草菌、大腸菌のスペクトル取得に成功し、両者が分離識別できることを確認した。

(2) 深紫外高感度分光機能を備えたライダ受光系の製作

中間時の目標性能を達成する受光系を製作した。また、複数の有害物質の検出用に機械

学習技術を用いた解析アルゴリズムを構築し、本研究で取得した実験データを用いて改良を継続中である。

(3) 深紫外波長可変レーザ光源の製作

深紫外光の評価手法を確立し、中間時の目標性能を達成する光源の製作を完了した。

(4) 共鳴ラマンライダによる微量有害物質遠隔計測機能の実証

微量有害物質計測装置及び近距離ライダ光学系の製作を完了した。また、共鳴条件で励起した SO_2 、 NH_3 のラマンスペクトルにおけるラマン散乱断面積が、非共鳴励起条件時の 1000 倍以上に増強することを確認するとともに、近距離ライダ系を用いて計測試験を行い、5 m の距離で 30 ppm の SO_2 を検知できることを確認した。

4. 中間評価の評点

| |
|---------------------------|
| B 進捗は順調であり、研究計画に沿って進めてよい。 |
|---------------------------|

5. 総合コメント

当初の計画どおり順調に進捗し、中間時の目標はほぼ達成している。深紫外の共鳴ラマン散乱光について、ある程度のデータを取得できたことは評価できる。今後は計測距離の延長や、取得したデータから物質同定等を行う段階に移行し、各々相当な困難が予想されるが、着実な遂行計画を立てて進めていただきたい。具体的には、将来的な可搬化も視野に入れつつ、検知対象として選定した 3 物質 (SO_2 、 NH_3 及びアセフェート) に関する大気中での遠隔検知の実証を最優先とし、並行して、当初から計画していた、技術の原理検証についても着実に実施されることを期待する。

6. 主な個別コメント

- 5 m の距離で 30 ppm の深紫外共鳴ラマンが検出できたことは評価できる。ただし、50 m の遠距離でライダにまで仕上げるのはやや困難が予想される。
- スペクトル解析に AI を用いるという展開は興味深い。3次元を超える複雑なプロファイルと AI の相性は良いと考えられる。AI は非常に重要なツールとなり得るので、電力中央研究所との連携を強化して進めていただきたい。
- 感度や選択性等、実用化に向けてはまだ問題も多く、解決への努力が望まれる。
- 特定の試験物質に関して計測できたとしても、今後、未知の物質を保存データから同定するには多くの測定が必要であり、多大な注力が必要と思われる。
- 励起波長、ラマンシフトを変え、信号強度を測定した 3次元プロットを行うことで、より選択性が出るように思われる。夾雑する可能性のある様々な物質について試していただきたい。
- 有機リン系農薬の検出を進めていただきたい。微生物は複雑なため同定は難しく、対象にしない方がよいと思われる。