

非線形ラマン分光法を用いた可搬型遺留指紋検出装置の開発

高橋 良弥¹, 市川 文彦¹, 虎尾 彰¹, 秋葉 教充², 黒木 健郎²,
黒沢 健至², 中村 厚³, 宗田 孝之^{3,4}

¹JFE テクノリサーチ(株) (〒260-0835 千葉県千葉市中央区川崎町 1)

²科学警察研究所 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6 丁目 3 番地 1)

³早大理工総研 (〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1)

⁴早大先進理工 (〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1)

**Ryoya Takahashi¹, Fumihiko Ichikawa¹, Akira Torao¹, Norimitsu Akiba², Kenro Kuroki²,
Kenji Kurosawa², Atsusi Nakamura³, Takayuki Sota^{3,4}**

¹JFE Techno-Res Corp., 1 Kawasaki-cho, Chuo-ku, Chiba 260-0835

²NRIPS, 6-3-1 Kashiwanoha, Kashiwa-shi, Chiba 277-0882

³RISE, Waseda Univ, 3-4-1 Okubo, Shinjuku-ku, Tokyo 169-8555

⁴ASE, Waseda Univ, 3-4-1 Okubo, Shinjuku-ku, Tokyo 169-8555

Abstract: Various methods are used for fingerprint detection. We have studied visualization of latent fingerprints by using Coherent Anti-Stokes Raman Scattering (CARS). CARS signals resulting from the C-H stretching vibrational mode were obtained successfully from latent fingerprint on various backgrounds, and we succeeded in the visualization of latent fingerprints. Following characteristics as 'Mobility', 'Miniaturization', and 'Anti-vibration' are required in order to apply this system practically. In this study, we made a portable CARS spectrometer and performance evaluation of this spectrometer was carried out. As a result, CARS signals from latent fingerprints were obtained successfully and we succeeded in the visualization of latent fingerprints by using this spectrometer. And this spectrometer was found to have high ability of anti-vibration after vibration tests on a running vehicle.

Key Words: microspectroscopy, nonlinear Raman spectroscopy, CARS, vibrational imaging, fingerprint

1. はじめに

犯罪現場に残された指紋を採取するために、粉末法、液体法など様々な検出手法が開発されている。我々のグループでは、非線形ラマン分光法であるコヒーレントアンチストークスラマン散乱(CARS)法を用い、様々な表面上に付着した遺留指紋に対して、指紋に含まれる脂質に由来する C-H 伸縮振動による CARS 信号を得ることにより指紋の可視化を行い、CARS 法が指紋検出法として非常に有用であることが明らかとなった。

上記手法による遺留指紋検出装置運用方法として、車両に搭載したままの状態を想定し、犯罪捜査現場等に派遣した車両自体を検知場所(モバイルラボ)とする方法を検討している。この方式を実現するために実用化装置として、1)可搬性の向上、2)小型化、3)耐振動性の向上が必須となる。

本報告では、これらの要素を考慮し、設計・製作を行った装置の性能評価結果を報告する。

2. 可搬型装置の設計・製作

Photo.1 に製作した可搬型装置の写真を示す。可搬型装置は 2 階建ての構造とし、1 階部分に

CARS 過程のポンプ光とするフェムト秒ファイバーレーザ(Calmar, CFL-05RFF0, 中心波長 780nm)を配置した。ポンプ光の一部をフォトニック結晶ファイバー(Newport, SCG-800)へと導入することでスーパーコンティニューム光を発生させ、フィルターにより短波長成分を除去し、CARS 過程のストークス光とした。ポンプ光およびストークス光は同一の光路で装置 2 階部分へと導いた。対物レンズ(20×, N.A. 0.4)でポンプ光とストークス光を集光し、XYZ 自動ステージ上に設置された試料に照射した。得られる CARS 反射光は同一の対物レンズで捕集し、フィルターにより励起光を除去した後にイメージング分光器(Specim, V8C)で分光し、イメージインテンシファイア付き冷却 CCD(ICCD)カメラ(Andor, iStar DH334T)で検出した。装置寸法は 1000mm(W) × 700mm(D) × 850mm(H)であり、重量は 200kg 程度である。装置本体は精密機器運搬等で実績のある金属球スパンション方式による防振サス(松田技術研究所社製)上に固定した。また、防振サスに車輪を取り付けることにより装置を自走可能とした。

3. 装置性能評価

Fig.1 にブルーレイディスク (BD) に指紋を付着させたものを試料として開発した装置でイメージングを行った結果を示す。Fig.1(a)のスペクトルから、650nm 付近(2850cm^{-1} 付近)に指紋に含まれる脂質由来の C-H 伸縮振動による CARS 信号が観測された。この信号強度で画像化を行った結果を Fig.1(b)に示す。指紋の隆線が明瞭に可視化されていることがわかる。以上により、可搬型装置においても CARS 分光法による指紋検出が可能であることが示された。

次に開発した可搬型装置を車載し、車両を走行させることによる振動試験を行った。3 軸加速度計を装置に取り付け、走行時にかかった負荷を計測したところ、装置前後方向に 6G 程度の負荷がかかっていたことが明らかとなった。しかしながら、走行直後の状態においても、数分程度の光学系の微調整で測定可能な状態であることから、本可搬型装置が高い耐振動性を有していることが明らかとなった。



Photo.1
Snapshot of the portable CARS spectrometer for detecting latent fingerprint

4. まとめ

CARS 法による可搬型指紋検出装置の開発を行い、指紋検出能の評価と耐振動性の評価を行った。指紋に含まれる脂質由来の信号により、明瞭に指紋が可視化されることがわかった。また、開発した装置が高い耐振動性を有していることがわかった。今後は本装置の性能評価を元に実用化を目指す。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省の社会システム改革と研究開発の一体的推進による「安全・安心な社会のための犯罪・テロ対策技術等を実用化するプログラム」の一環として実施された。

参考文献

- 1) 高橋、市川、虎尾、秋葉、黒木、黒沢、中村、宗田 : 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 (2015) 16p-1E-14

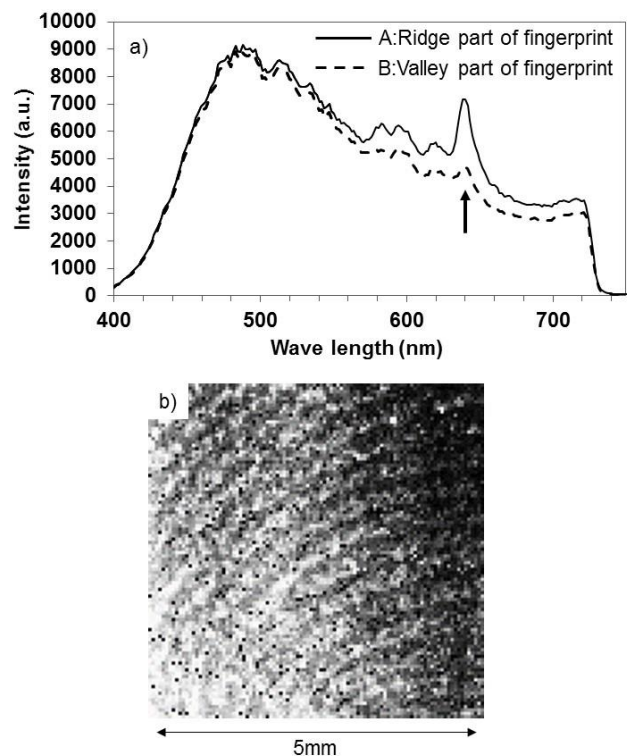


Fig.1
(a) CARS Spectra at the positions A, the ridge part of fingerprint and B, the valley part of fingerprint
(b) CARS imaging of the fingerprint on blue-ray disk by the C-H stretching vibrational mode