

フラッシュラマンライダーを利用した油の遠隔計測技術の開発

染川 智弘^{1,2}, 倉橋 慎理¹, 松田 晶平¹, 余語 覚文², 久世 宏明³

¹ (公財) レーザー技術総合研究所 (〒565-0871 吹田市山田丘 2-6)

² 大阪大学レーザー科学研究所 (〒565-0871 吹田市山田丘 2-6)

³ 千葉大学環境リモートセンシング研究センター (〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33)

Development of Remote Identification and Detection of Oil in Water Using a Flash Raman Lidar

Toshihiro SOMEKAWA^{1,2}, Shinri KURAHASHI¹, Shohei MATSUDA¹, Akifumi YOGO², and Hiroaki KUZE³

¹Institute for Laser Technology, 2-6 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871

²Institute of Laser Engineering, Osaka Univ., 2-6 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871

³CEReS, Chiba Univ., 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522

We reported on progress toward developing a technique for the underwater remote detection of gases and oils using Raman spectroscopy based on a flash lidar for monitoring the environmental changes as a result of the marine development. We have visualized oil at a 6 m distance by illuminating the area of around 20 cm diameter with an expanding laser beam at 532 nm and detecting the oil and water Raman images.

Key Words: Raman lidar, flash lidar, oil leakage in water

1. はじめに

日本の領海・排他的経済水域は国土面積の12倍程度も大きく、海底鉱物・エネルギー資源の採掘、CO₂の大規模削減を目指すCCS (Carbon dioxide Capture and Storage)、海底パイプラインなど、有効な海底利用が期待されている。海底開発では資源探査手法の開発だけでなく、海底インフラのメンテナンスや事故の早期発見、開発に伴う海洋生態系・環境への影響評価が重要とされている。現状の採取・採水測定による海中環境の評価は、頻度や評価可能なエリアに限度があるため、広範囲な領域を短時間でモニタリングが可能な水中ライダーを開発している¹⁻⁴⁾。

ライダーで水中物質・ガスの3Dイメージを取得する方式には、スキャン方式とフラッシュ方式がある。スキャン方式は、コリメート光の送出方向をガルバノミラーなどによって高速に走査し、そのライダー信号を連続で取得することによって3Dイメージを得るものである。一方、フラッシュ方式ではカメラ撮像のように、カメラの視野内にレーザーを拡散照射することによって得られる2Dイメージの取得時間を時間的に掃引することで3Dイメージを撮像する。

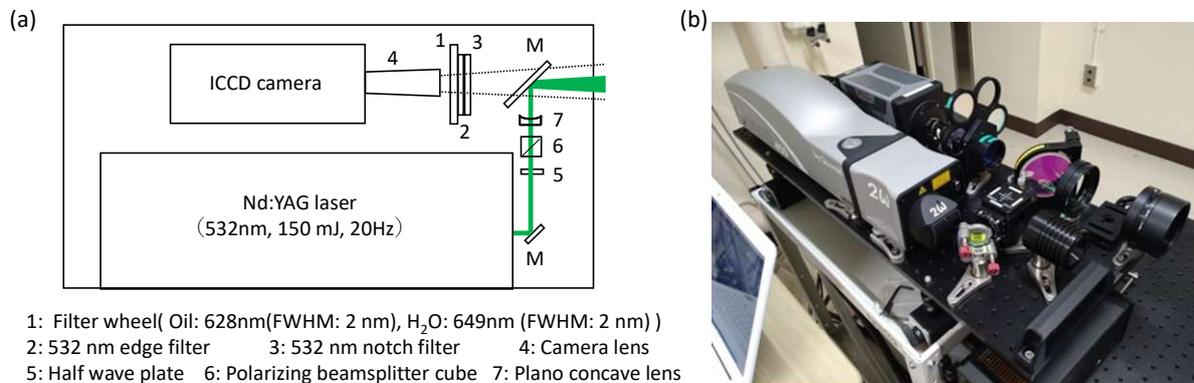


Fig. 1 (a) Schematic diagram and (b) a picture of the experimental setup.

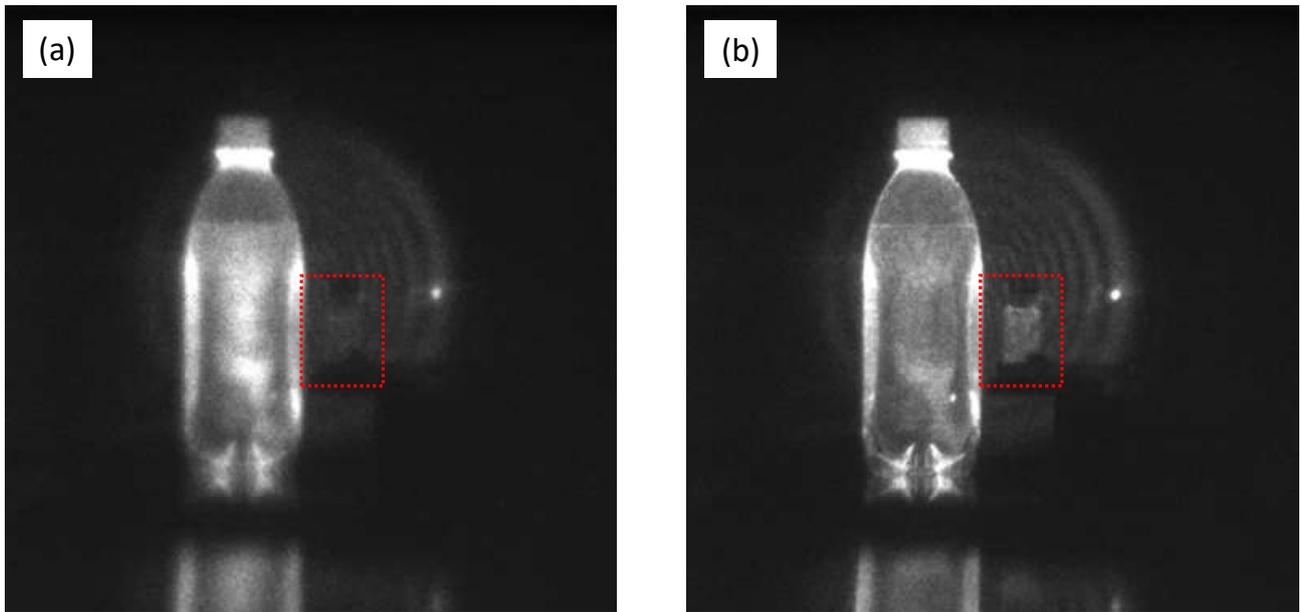


Fig. 2 Flash Raman images of (a) water and (b) oil Raman wavelengths.

本報告では、油が入った石英セルを観測点から 6 m 離れた位置に設置し、フラッシュラマンライダーによる大気中での模擬実験結果について報告する。フラッシュラマンライダーで得られる撮像画面内の時刻ずれのない広範囲なイメージ測定は、海中の漏洩モニタリングに有効ではないかと考えらえる。

2. フラッシュラマンライダーによる油の遠隔測定技術の開発

Fig. 1 にフラッシュラマンライダーの光学配置図を示す。レーザーは水の透過率が高い波長 532 nm のパルスレーザーであり、パルスエネルギーは 100 mJ、繰り返し周波数は 20 Hz である。このレーザーを焦点距離 200 mm の凹レンズで 6 m 先の大気中に設置した水を入れた 500 ml のペットボトルとキャノーラ油を入れた 40 mm×20 mm（厚み：10 mm）の蛍光セルに拡散照射した。6 m 先でのビーム径は約 200 mm である。散乱光は、波長 532 nm のエッジ・ノッチフィルターでレイリー光を除去したのち、油、水のラマン波長であるそれぞれ 628, 649 nm の干渉フィルターで測定波長を制限し、ゲート機能付きの ICCD カメラで撮影した。測定の積算回数は 100 回であり、ICCD カメラのゲート幅は 6 ns として、ペットボトルなどの撮影画像強度が最大となるように ICCD カメラの遅延時間を調整した。

Fig. 2 にフラッシュラマンライダーによる 6 m 先に設置した水を入れたペットボトルと蛍光セル中の油の (a)水、(b)油のラマン波長で撮影した測定結果を示す。油のラマン信号は水のラマン信号の裾にあるために、水のペットボトルは両画像で確認できるが、点線で囲った油のセルは油のラマン波長でのみ観測されている。以上のように、フラッシュラマンライダーでは測定したい物質のラマン波長の干渉フィルターを用いて画像を取得することによって物質を識別し、その位置や形状を画像として取得することが可能になる。また、ICCD カメラの遅延時間をコントロールすることによって位置情報の取得も可能である。

3. まとめ

水中ライダーによる環境モニタリングを効率的に実施するために、フラッシュラマンライダーの開発を開始した。水、油のラマン波長での撮影画像から大気中で 6 m 先に設置した油の識別に成功した。今後は水中にある油の識別を実施したい。

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 JP22H03756 の支援を受けたものである。関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) T. Somekawa, A. Tani and M. Fujita: Appl. Phys. Express, **4** (2011) 112401.
- 2) 染川智弘: レーザー研究, **48** (2020) 599.
- 3) T. Somekawa, J. Izawa, M. Fujita, J. Kawanaka, and H. Kuze, Opt. Commun. **480** (2021) 126508.
- 4) T. Somekawa, J. Izawa, M. Fujita, J. Kawanaka, and H. Kuze: Appl. Opt., **60** (2021) 7772.