

竹富島海底温泉の海水評価と海上ラマンライダーシステムの開発

染川 智弘¹, 藤田 雅之^{1,2}

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

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

Analysis of Taketomi Submarine Hot Spring Seawater and Development of Oceanographic Raman Lidar system

Toshihiro SOMEKAWA¹, Masayuki FUJITA^{1,2}

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

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

We examined the applicability of Raman lidar technique for CH₄ gas laser mapping in water at Taketomi submarine hot spring by measuring Raman spectrum of its seawater. We found that the obtained spectra have no interference caused by 355 nm laser excitation. Also, we reported the progress on the development of the oceanographic Raman lidar system.

Key Words: Raman lidar, CH₄

1. はじめに

日本は四方を海で囲まれており、領海、排他的経済水域 (EEZ) は国土面積に比べて約 12 倍程度広い。その領海、EEZ の海底には海底熱水鉱床等の豊富な鉱物資源、メタンハイドレート等のエネルギー資源が存在しており、将来の海底資源開発に向けた研究開発が進められている。また、温室効果ガスである CO₂ の早期大規模削減が期待される CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) 等の環境利用も計画されている。こうした海底利用では資源の探査手法だけでなく、メタンハイドレート掘削・CCS では開発による海洋生態系や海中環境への影響評価が必要とされている。現状の採取・採水測定では頻度とエリアに限度があり、海中での効率的なモニタリング手法の開発が必要である。そこで、広大な海底を効率よくモニタリングするために、水中のガスからのラマン信号を利用して位置情報を得る水中ガスラマンライダーの研究開発を行っている¹⁾。

水中ガスラマンライダーによる海中モニタリングの可能性を評価するために、竹富島海底温泉での海上観測を検討している。石垣島を中心とした八重山諸島にある竹富島の近海には水深が 20 m と比較的浅い箇所からメタンガスを 70% 程度含む火山性ガスの湧出があり、竹富島海底温泉と呼ばれている。本報告では竹富島海底温泉の海水がラマン手法へ与える影響評価と、現在開発を行っている海上ラマンライダーについて報告する。

2. 竹富島海底温泉の海水影響評価

本手法では、波長 355 nm のレーザーを海中に

照射するために、海水中に含まれる有機物等からの蛍光が測定を妨害することが考えられる。そこで、竹富島海底温泉の海面の海水を採取し、蛍光の有無を評価した。

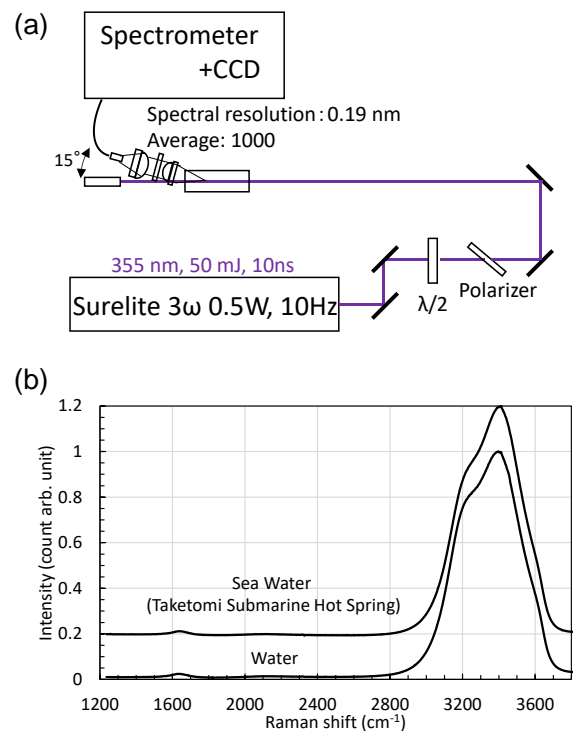


Fig.1 (a) Schematic diagram of experimental setup and (b) Raman spectra of seawater and water.

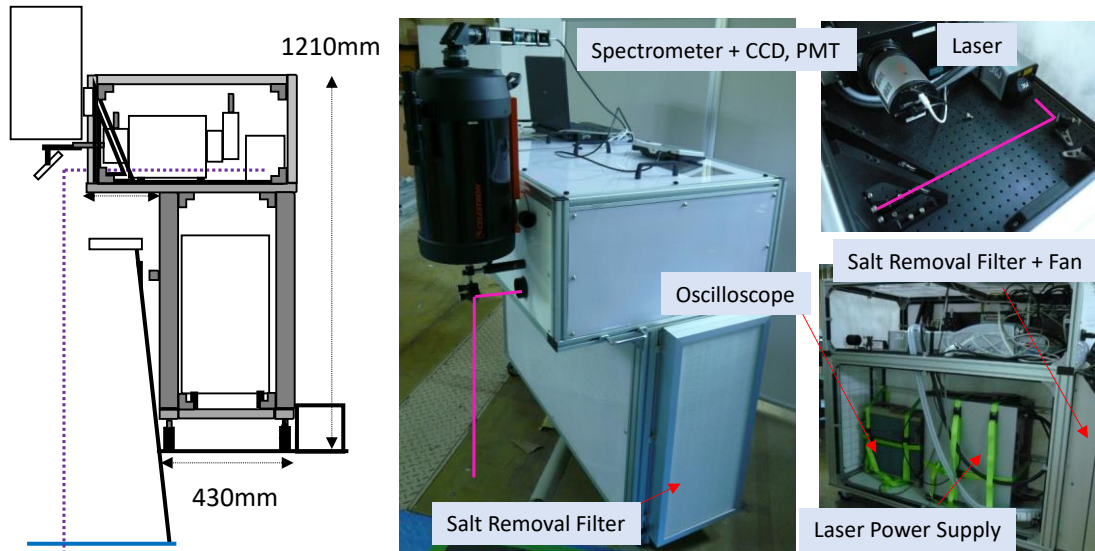


Fig.2 Raman lidar system for CH₄ gas in water.

図 1(a)に実験配置図を示す。波長 355 nm, 出力 50 mJ, 繰り返し 10 Hz のレーザーを光路長 2 cm の石英セルに入れた海水に照射し, 後方から散乱光を取得した。このシステムでは, 波長 355 nm に対して, 1200~3700 cm⁻¹ の範囲のラマンスペクトルの取得が可能であり, 1384 cm⁻¹ の CO₂ や, 2892 cm⁻¹ のメタン, 1635, 3405 cm⁻¹ の水のラマン信号が含まれる波数領域である。

図 1(b)に竹富島海底温泉の海水と水にレーザーを照射した際に得られたラマンスペクトルを示す。両サンプルともに, 水のラマン信号が見られているが, 海水から蛍光成分等は検出されていないことがわかる。したがって, 竹富島海底温泉では波長 355 nm のレーザーを海水に照射しても, ラマンライダー測定を阻害する蛍光は検出されず, 測定実施が可能であることが示唆された。

3. 海上ラマンライダーの開発状況

竹富島海底温泉では水深 20 m の位置からメタンガスを含むガスの湧出があるため, 本手法の実証試験では図 2 に示すような海上観測方式を取ることとした。鉛直下向きにレーザーを照射し, 海中からの散乱光は直径 20 cm の望遠鏡で集め, 光ファイバーで分光システムに導く。分光器の出射ポートにライダー信号検出用の PMT とラマンスペクトル検出用の CCD カメラを取り付けており, 光路上に設置したミラーの出し入れによって検出機器を切り替えることが可能である。

海上ラマンライダーシステムは上段にレーザーと分光システム, 望遠鏡等, 下段にレーザー電源, オシロスコープ等を設置している。外枠のパ

ネルは太陽光によってシステムが暖められるのを緩和するために白色とした。システムは海上での観測を想定すると, 塩害による機器のトラブル対策のために密閉しなければならないが, 下段には熱源となるレーザー電源がある。そのため, 熱による装置の不具合を抑制する必要があり, 下段には除塩フィルター付きのファンを取り付け, 排熱を行っている。

4. まとめ

水中にあるガスのラマンライダーによる海中モニタリング手法の開発を行っており, 本手法の実証試験として竹富島海底温泉でのメタンガスの分布計測を計画している。竹富島海底温泉の海水に波長 355 nm のレーザーを照射しても, 測定を阻害する蛍光は見られないことがわかり, 海上観測型ラマンライダーシステムの開発を行った。

今後は竹富島海底温泉にて本システムによるメタンガスのモニタリングを実施予定である。実際に海上で観測を行うことで, 測定システムの最適化を行い, 本手法の適用可能性を検討したい。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 25871083, 15H05336 の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) T. Somekawa, A. Tani, and M. Fujita: Appl. Phys. Express 4 (2011) 1124.