

近距離大気状況観察のための小型ラマンライダーの開発

Compact Raman Lidar for Near Range Atmosphere Monitoring

千葉大院融合, °千明 倫之, 椎名 達雄

Chiba Univ., °Tomoyuki Chigira, Tatsuo Shiina

E-mail: adsa3844@chiba-u.jp

1. はじめに

工場の粉塵や駅、イベントホール等の閉所内大気、ならびに発電所、変電所で漏えいたしたガスのモニタリングとして遠隔での水平近距離計測が必要とされている。

本研究では水平近距離計測を目的とした小型ラマンライダーの開発を行った。349nm の光源波長に対し、窒素・水素の振動ラマン散乱(380nm,408nm)を受光する構成で、これまでに窒素を~70m、水素濃度 1 % の検出を~50m の距離で実現している。また、水蒸気の振動ラマン散乱(400nm)を受光出来るよう改良し、大気中のガス流入による揺動ならびに湿度変化に伴うガス拡散の様子を推定することを目的としている。加えて窒素と水素、あるいは窒素と水蒸気の信号比からの濃度推定により定量計測も可能である。

2. 水平近距離用小型ラマンライダー

Fig.1 に小型ラマンライダーの光学系を示す。装置のサイズは(L×W×H)=580×520×230mm と小型で持ち運びが可能である。光源は 349nm の Nd:YLF レーザーで、パルス幅は 5ns、繰り返しは 1kHz である。レーザー光はダイクロイックミラー(1)で反射され外部に射出される。散乱光はダイクロイックミラー(2)で 380nm の光を反射する。長波長の光はさらにダイクロイックミラー(3)によって 400nm の光が反射され 408nm の光は透過する。受光器には PMT を用いておりそれぞれの PMT の前に干渉フィルタを設置した。

計測には専用開発されたフォトンカウンタ用のマルチスケーラーボードを用いた。500kHz 以上の高繰り返しが特徴で、大気中の急速な動きに追従した計測が可能である。また 5ns と高分解能のために、近距離大気中の微細な分布を得ることが出来る。

水素ガス計測の際には 10cm 角のガスセルを用いており、水素を注入した場合と、空気の状態との信号の差分から水素のみの信号を求める。水蒸気の計測は噴霧器で発生させたミストを簡易なチャンバーに充填させて計測を行っている。

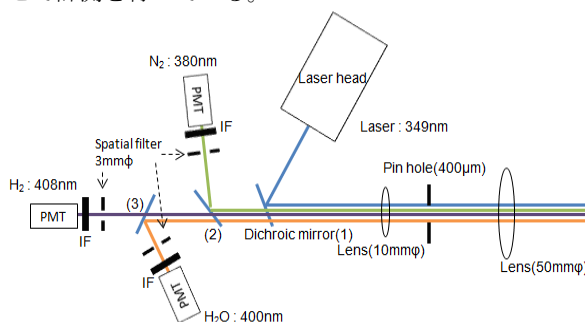


Fig.1 Compact Raman lidar system

3. 観測事例

Table1. Raman shift, wavelength, and scattering cross section ratio

Target	Raman shift(cm ⁻¹)	Wavelength(nm)	Scattering cross section ratio
N ₂	2331	380	1
H ₂ O	3400	400	2.18
H ₂	4160	408	3

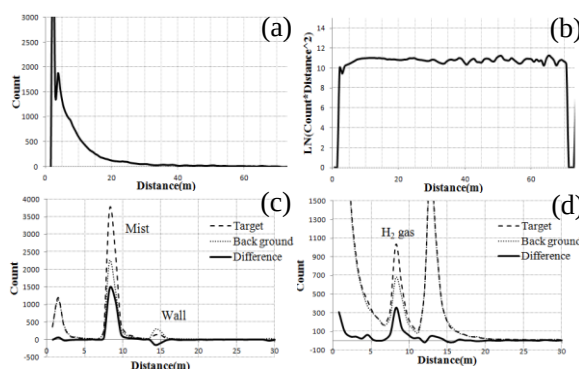


Fig.2 Lidar measurements (a)A scope(N₂), (b)Correction of square of distance(N₂), (c)H₂O(Mist), (d)H₂

Table1 にそれぞれのラマンシフトとその波長、比散乱断面積を示す。濃度の推定は比散乱断面積と光/電気変換効率、光学的効率、および分子密度の積の比で求めた。Fig.2 は各ラマン信号の計測例である。(a)および(b)は窒素のラマン信号であり、70m 付近まで信号が確認できる。インライン型の光学系により、最近距離でも視野があり、1-10m までの波形の立ち上がりは、送受信の重なり関数を考慮することで理想的な結果が得られている。(c)の水蒸気計測では、チャンバーに充填させたミストのラマン信号が確認できる。(d)の計測は水素ガス 100%をガスセルに注入したときの結果である。これまでに 1%の濃度の水素を検知することに成功している。

展望として、水平近距離大気中の状況把握において、本ライダーを用いて上記の各ガスを同時計測することで、ガス発生を検知や濃度、大気中の動きによる拡散の様子を推定していく。

参考文献

- [1] 朝日一平、二宮英樹、杉本幸代、島本有造、“水素ガス濃度遠隔計測装置の開発”、第 26 回レーザーセンシングシンポジウム予稿集 p.154-157,2008
- [2] Y. Noguchi et al, "Detection of Low Concentration Hydrogen Gas by Compact Raman Lidar",CLEO Pacific Rim 2011, pp.846-847, 2011