

ラマン散乱とミー散乱を併用した 複合計測レーザーレーダーの開発

背景

レーザーレーダーは地上から上空の大気を観測する有効な手法である。大気中の分子によるラマン散乱を用いたレーザーレーダーは水蒸気量や温度などの計測に適しており、エアロゾルによるミー散乱を用いるレーザーレーダーは大気汚染ガス濃度やエアロゾルの量の計測に適している（表1）。よって、ラマン散乱方式とミー散乱方式を併用することにより複数のパラメータの計測が可能となり、都市大気汚染の解明に必要な広範な計測が可能となる。ミー散乱方式では照射波長と同波長の散乱光を検出するが、ラマン散乱方式では測定対象分子によって決まる、照射波長から長波長側にずれた波長における散乱光を検出する。

また、高濃度ガスに関しては、1つの物質に対し2波長のレーザー光を必要とするミー散乱方式に比べ、ラマン散乱方式は単一波長のレーザー光で多種類の物質が計測できるため、装置の簡素化、低コスト化が可能である。よって、ラマン散乱方式はガス漏洩の監視と検知、あるいは事故時や災害時における有害、有毒ガスの遠隔検知にも有効である。

目的

多成分計測が可能な、ラマン散乱とミー散乱を併用した大気汚染監視用レーザーレーダーを開発する。

主な成果

1. ミー散乱を用いる既存のレーザーレーダーにラマン散乱計測系を増設し、レーザー波長280nmにおいて窒素分子 (N_2)、酸素分子 (O_2)、または水分子 (H_2O) によるラマン散乱光の検出を可能とした。ラマン散乱方式によって、 O_3 などの汚染ガス計測において従来のミー散乱方式よりもより低高度での計測が可能となった。
2. 大気中の H_2O と N_2 によるラマン散乱光の比から水蒸気量の高度分布を得た（図1）。また、ミー散乱光を同時に計測しエアロゾルの量の高度分布を得た（図2）。最初の数時間においては高度1500-2000mにおいて比較的高い水蒸気量が見られるが、ミー散乱光が弱いことから水分は凝縮していないと推測される。観測の後半においては同高度に雲による強い散乱が見られる。よって、本手法によって上空にお

ける水分の凝縮状態が判別できる。このため、本計測においては見られなかったが、エアロゾルの湿性、乾性の判別も可能である。

3. 水蒸気量の計測において水蒸気混合比0.6%における計測値の統計的なばらつきは10%以下であったことから、CO₂、CO、H₂S、CH₄、NH₃、H₂などについても各物質のラマン散乱断面積から測定感度を計算した結果、混合比0.14% (CH₄) ~ 1.4% (CO) 以上の範囲において同程度の測定精度が得られる見通しを得た。

表1 ラマン散乱とミー散乱を用いたレーザーレーダーの比較

図1 水蒸気量分布計測結果。信号強度比は窒素に対する水蒸気の混合比を表す。

図2 水蒸気量と同時に計測したミー散乱光強度。信号強度比はエアロゾルの量を表す。

研究報告：T01050

キーワード：大気汚染ガス、オゾン、水蒸気、エアロゾル、レーザー計測

関連研究報告書 「レーザーレーダーによる大気中SO₂、O₃、NO₂濃度分布計測」
T00029 (2001.4)

主 担 当 者 福地 哲生 (狛江研究所・電気物理部)

連 絡 先 (財) 電力中央研究所 狛江研究所 事務部 研究管理担当
Tel 03 - 3480 - 2111 (代)
e-mail ko-rr-ml @ criepi.denken.or.jp
