

二酸化窒素観測用差分吸収法ライダー (DIAL) の開発

*永井 智広、酒井 哲、泉 敏治、内野 修 (気象研究所、衛星・観測)、
中里 真久 (気象庁、観測部)、入江 仁士 (千葉大学)

1. はじめに

大気中の二酸化窒素 (NO_2) は、地球的な規模で考えれば、そのほとんどが雷放電による大気中の窒素分子の酸化作用で生成される。しかしながら、近年、工業化による化石燃料の燃焼や、自動車などの排気ガス中の一酸化窒素から生成される人為的な NO_2 が増加し、環境問題の一つとなっている。この NO_2 は、その強い酸化作用により、粘膜の刺激、気管支炎、肺水腫などの原因として人の健康に影響を与える大気汚染物質である。

我々のグループでは、オゾンなどの大気微量気体成分の分布を、長期間安定的に観測することを可能とするため、固体レーザー1台のみを用いた差分吸収法ライダー (DIAL) の開発を進めてきた。これまでに、対流圏オゾン、二酸化硫黄の鉛直分布を従来に比べて高頻度かつ高精度で観測できる装置を開発した (Nakazato et al., 2007)。本研究では、これまでの DIAL 技術を応用し、 NO_2 観測のための新しいライダーを開発している。

2. 装置の開発

ライダーは、鉛直分解能を持ち、時間的に連続した観測が可能なりモートセンシング測器である。DIAL により NO_2 やオゾンなど大気微量気体成分の測定を行うためには、観測対象とする気体分子の吸収断面積が異なる2波長 (またはそれ以上) を組み合わせる必要がある。これまで、固体レーザー (Nd:YAG レーザー) と波長変換のためのラマンセルを各1台のみ送信部に使用し、装置の単純化を図った対流圏オゾンライダーを開発した。この装置では、固体レーザーの発振光をラマンセル中の誘導ラマン散乱で波長変換し、観測に適した3ないし4波長を1本のラマンセルで生成した。このラマンセルには、ラマン活性気体として二酸化炭素のみが充填されており、装置の取り扱いが容易で信頼性も高めることができた。しかしながら、 NO_2 の観測に適した波長を同じ方法で生成することはできないため、メタンと重水素の2種類のラマン活性気体を使用するシステムとした。このため、ラマンセル及び励起用レーザーをそれぞれ2台使うこととし、送受信光学系の設計を行い、開発を進めている。

設計した装置では、Nd:YAG レーザーで生成した第3高調波 (THG, 354.71 nm) を、ラマン活性気体としてメタンと重水素をそれぞれ充填した2本のラマンセルに入射させる。これにより、メタンと重水素の第1ストークス線の 395.64 nm と 396.86 nm にそれぞれ変換し、大気中に射出する。

受信系については、口径 35.5cm のシュミットカセグレン型の望遠鏡を使用することとした。開発中の送信部を図1に示す。

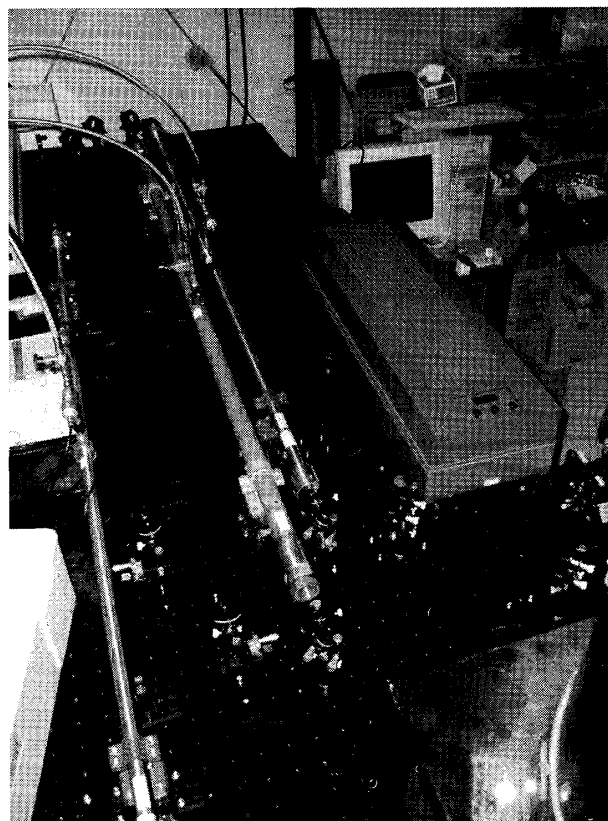


図1 開発中の DIAL 送信部。右側にレーザーを、中央部に2本のラマンセルを配置している。手前右側は受信望遠鏡である。左側のラマンセルは、対流圏オゾン DIAL のものであり、同時観測が可能な構成としている。

3. まとめ

太陽紫外線による光化学反応では、 NO_2 1分子からオゾン1分子が生成されるように、 NO_2 とオゾンに相補的な関係があるため、 NO_2 とオゾンを同時に観測することは、対流圏オゾンが人為起源であるか自然 (成層圏) 起源であるかを推定する際に有効である。ここで開発している装置では、 NO_2 とオゾン両者の鉛直分布を時間的に連続して同時に観測することができ、オゾンの起源の推定など、他の手法では得られない知見が得られると期待される。今後、システムを完成させ、他の測器との比較を通じた観測精度の検証や、対流圏オゾンとの同時・連続観測を行う予定である。

<参考文献>

M. Nakazato et al., (2007). Tropospheric ozone differential-absorption lidar using stimulated Raman scattering in carbon dioxide. Appl. Opt., 46, 2269-2279, doi: 10.1364/AO.46.002269.