

Nd:YAG レーザーを用いた二酸化窒素観測用ライダーの開発(II)

永井 智広*、酒井 哲、真野 裕三 (気象研究所、衛星・観測)、中里 真久 (気象庁、観測部)、
内野 修 (気象研究所/国立環境研究所)、入江 仁士 (海洋研究開発機構)、北 和之 (茨城大学)

1. はじめに

二酸化窒素 (以下、 NO_2) の起源には、自動車の排気ガスなどの人為的なものや、雷放電によって発生する自然起源のものがある。近年、東アジアにおける人為起源の NO_2 の増加は、重要な環境問題の一つになっている。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 とオゾンは相補的な関係があるため、 NO_2 とオゾンの同時観測は、オゾンの起源 (人為起源か自然 (成層圏) 起源か) を推定するのに効果的である。ライダーを用いることにより、 NO_2 とオゾン両者の高度分布を時間的に連続して観測することが可能となり、他の手法では得られない知見が得られると期待される。

我々のグループでは、長期の安定した観測を可能とするため、固体レーザーを 1 台のみ用いて対流圏オゾンなどを観測する差分吸収法ライダー (以下、DIAL) を開発し、対流圏オゾン、二酸化硫黄 (以下、 SO_2) 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ことを示してきた。本研究では、これまで開発してきた対流圏オゾンライダーの技術を応用し、 NO_2 観測のための新しいライダーの開発を行っている。

2. 装置構成

差分吸収法により 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、少なくとも 2 つの波長を使用する必要がある。これまでに開発した対流圏オゾンライダーでは、送信部に使用するレーザーを固体レーザー (Nd:YAG レーザー) 1 台とし、装置の単純化を図ってきた。これは、レーザーの発振光を、誘導ラマン散乱を用いて波長変換するためのラマンセルを用いて波長変換した結果、観測に適した 2 波長を、1 種類のラマン活性気体で得られることから可能となった。しかしながら、 NO_2 の観測に適した波長を検討した結果、ラマン活性気体を 1 種類とした場合、十分な観測精度が得られる波長組が存在しないため、2 種類以上のラマン活性気体を使用する必要があることが明らかとなった。昨年度の発表では、送信部の構成について、送信レーザーを 1 台とし、2 本のラマンセルに発振光を分割して注入して励起することとしていたが、使用するレーザー出力が十分でないことが明らかとなったため、レーザー 2 台を使用する方式に変更した。

図 1 に想定した装置のブロック図を示す。Nd:YAG レーザーで生成した第 3 高調波 (THG、354.71nm) は、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ラマンセルに入射させる。Nd:YAG レーザーの THG は、2 本のラマンセルによりそれぞれ 395.64nm と 396.86nm が生成され、大気中に射出される。受信系につい

ては、これまで対流圏オゾンライダー受信部に増設する方式を考えていたが、 NO_2 とオゾンの同時観測を行うだけでなく、より柔軟な運用が可能となるよう、独立した受信部を新規に構成することとした。

3. 開発状況

送信部には、当初予定していたレーザー出力 (300mJ/パルス、10Hz) が得られなかったため、2 台のレーザーを使用する。THG 出力は、それぞれ 200mJ/パルス及び 140mJ/パルスである。これにより、当初予定していたレーザー出力と同等の出力が想定される。

受診望遠鏡には、口径 35.5cm のシュミットカセグレン型のものを用い、狭帯域で非透過帯域の透過率が低い干渉フィルターを用いることにより、背景光ノイズを減らし、日中の観測に適するようにしている。干渉フィルターの透過率は、395.64nm と 396.86nm についてそれぞれ 68%、80% で、帯域幅は 0.28nm 及び 0.27nm、非透過帯域の透過率はどちらも 1×10^{-6} 以下を確保している。

4. まとめ

これまで開発した対流圏オゾン DIAL の技術を応用し、 NO_2 測定用 DIAL の開発を進めている。今後、送信系の波長変換効率の最適化、送受信光学系の開発を行い、MAX-DOAS 法との同時観測により、観測精度の検証を行う予定である。

<参考文献>

中里真久、永井智広、酒井哲、真野裕三、内野修、入江仁士、北和之、2010: Nd:YAG レーザーを用いた差分吸収ライダーによる二酸化窒素の観測性能、第 28 回レーザーセンシングシンポジウム、講演予稿集、90-91。
永井智広、酒井哲、真野裕三、中里真久、内野修、入江仁士、北和之、2011: Nd:YAG レーザーを用いた二酸化窒素観測用ライダーの開発、日本気象学会 2011 年度秋季大会、講演予稿集、P114。

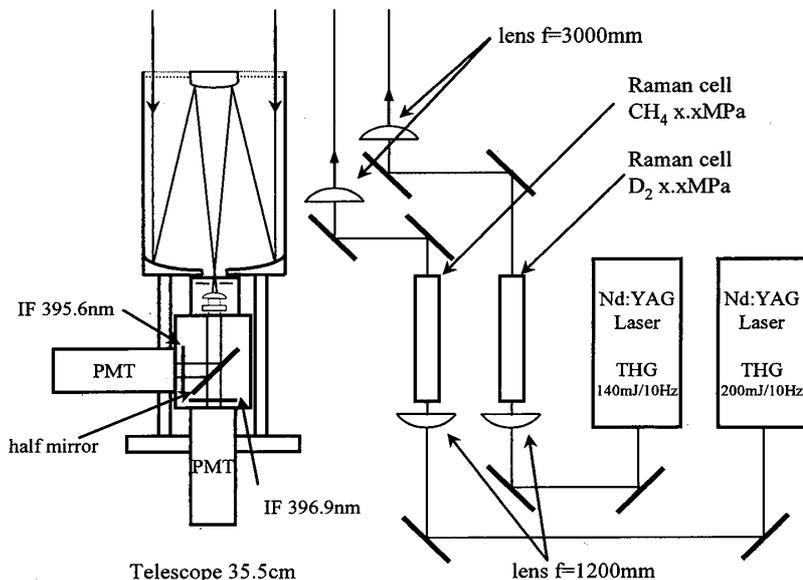


図 1 設計した装置のブロック図