

気象研究所オゾンライダーによる対流圏／成層圏オゾン観測
**Measurements of the Ozone in the Troposphere and Stratosphere
 by MRI Ozone Lidar**

○藤本 敏文、永井 智広、内野 修(*)、廣田 道夫(**)

T.Fujimoto, T.Nagai, O.Uchino, and M.Hirota

気象庁気象研究所、*気象庁、**気象大学校

Meteorological Research Institute, * Japan Meteorological Agency,

** Meteorological College

Abstract: Meteorological Research Institute (MRI) has operated the ozone lidar for the purpose of the simultaneous measurements of ozone, aerosols and temperature and also has improved the system since 1988. The improvements aim at precise monitoring of the ozone layer in the region from the troposphere to the stratosphere. For the large amount of the stratospheric aerosols injected by the volcanic eruption, we added a wavelength from a tunable dye laser. For the tropospheric aerosols and the cirrus clouds, we employ the Raman DIAL method.

1. はじめに

気象研究所では、1988年の開発以来、ライダーによるオゾン観測を行ってきた。開発当初は、主に成層圏オゾン、エアロゾル、気温の同時観測を行うことを目的としたものであったが、1991年のピナトゥボ火山の噴火を契機に、巨大火山噴火により噴き上げられた成層圏エアロゾル等の影響がより少ないライダーシステムへの改良を迫られてきた。加えて、下部成層圏から上部対流圏にかけての領域は、対流圏界面をはさんでの物質交換過程の研究や近年のオゾンの減少問題等において、その重要性が注目されており、この領域におけるオゾン分布を、高い空間分解能および時間分解能の有するライダーで測定し、短い時間での変動やオゾントレーサとした物質交換過程の研究を進める観点からもライダーの改良を行うこととした。

今回の発表では、改良の概要を紹介するとともに実際に観測を行った結果について報告を行う。

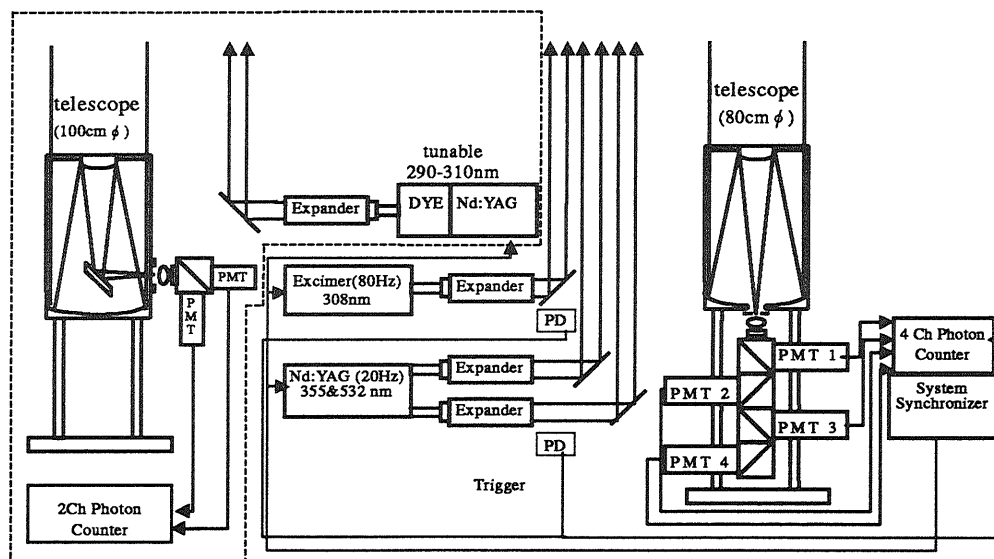


Fig. 1 Schematic diagram of improved MRI ozone lidar system.

2. 成層圏/対流圏オゾン観測ライダーシステムの概要と結果

大規模火山噴火が起こった場合、数年にわたり大量のエロゾルが滞留し、対流圏にも多くのエロゾルや雲などが存在している。このエロゾルや雲は、ライダーや衛星搭載のパッシブセンサなどの光学的なセンサに大きな影響を及ぼす。これらの影響が少なく、かつ十分な精度で観測できる改良法を検討した結果、従来のシステムに加えて、波長可変レーザ法とラマンDIAL法の2つの方法を採用することとした。

(1) 成層圏エロゾルに関する改良

波長可変レーザ法は、従来のシステムに色素レーザを用いて適当な1波長を付加する方式で、吸収波長と非吸収波長の差を小さくすることによって、エロゾルの影響を少なくしている。また、可変波長であることを利用して、SO₂など吸収を考慮して、適した波長が選べる利点がある。また現有システムにおいては、ラマンDIAL法に比べ、より高い高度まで観測できるため、火山性エロゾルの存在領域（対流圏界面付近～高度30 km程度）をカバーすることを目的とする。

色素レーザから発信された光は、従来のライダーとは別の望遠鏡(1mφ)で受信し、受信チャンネルも高感度と低感度の2チャンネルとして、十分なダイナミックレンジを確保するとともに、ゲート回路を付加して、低い高度からの強い信号による影響を受けないようにした。また、色素レーザ波長とエキシマレーザの同期をとり、波長差が小さい2波長間の干渉を避けることによって、それぞれの波長に関して、透過率の高いフィルタを用いることができるようにした(Fig. 1)。実際にこのシステムで行った観測と高層気象台(つくば市)より飛揚されたオゾンゾンデと比較した結果、ゾンデとライダーはそれぞれ30 km付近まで良い一致を示していることがわかった。また、今回の測定時のエロゾルはほぼバックグラウンド状態であり、波長差の大きい従来の組み合わせとも良く一致していた。

(2) 成層圏底部から対流圏領域でのエロゾル、巻雲などに関する改良

ラマンDIAL法は、従来システムの送信光(308, 355 nm)が、大気中の窒素分子にラマン散乱されてくる返ってくる光(332, 387 nm)を使って、差分吸収法の原理をもとにオゾン密度を導出する方法である。この方法では、誤差の大きな要因であるエロゾルの後方散乱係数項の影響を受けずにオゾン密度が導出できることから、火山起源の成層圏エロゾルの存在領域、あるいは巻雲などの薄い雲などがある領域でも観測が可能なのが特長である。ただし、このラマン散乱光の強度がレーリ散乱より3桁程度弱いラマン散乱光を利用することなどから、ピナトゥボ火山のような成層圏エロゾル存在領域をカバーするためには、トータルでかなり出力の大きいシステムを必要とする。現有システムでの観測高度などを見積もったところ、あまり高い高度は望めず、対流圏～成層圏底部(20 km付近)の測定について重点をおくものとした。

現在、従来システムに受信チャンネルをひとつ加えることによって、従来の波長の組み合わせでのダイナミックレンジを広げるモードとラマン散乱光を受信できるモードに適宜選択できるシステムに改良中である。

3. 今後に向けて

今後は、気象研究所のオゾンライダーは、エロゾルのバックグラウンド状態においては、従来の成層圏用のシステムにラマンDIALを加えたシステムで観測を行い、大規模な火山噴火が起こった場合は、色素レーザによる波長の追加を行って、大量のエロゾルの浮遊領域をカバーし、成層圏から対流圏にかけてのオゾン分布の観測を進めていく。また、比較的オゾン量の少ない下部対流圏以下のオゾン観測を目的としたNd:YAGの第4高調波励起の誘導ラマン波長を用いたライダーシステムも完成させ、これまでのシステムとの整合性も検討しながら、ライダーを使った対流圏から成層圏までのより精度の高いオゾン観測を進めていく予定である。