

## Intercomparison in Ozone Measurements Made by Lidar and Other Sensors

藤本敏文 内野修\* 永井智広

Toshifumi Fujimoto, Osamu Uchino\* and Tomohiro Nagai

気象研究所

*Meteorological Research Institute*

\*気象庁

*Japan Meteorological Agency*

**Abstract:** Many kinds of ozone sensors are employed to monitor the ozone layers. Before using these data from different type of instruments, the intercomparisons are needed. In this time, we focused on the sensors which measure ozone vertical distributions. We picked up ground-based ozone lidars, balloon-borne ozonesondes and a representative satellite-borne limb sounder, SAGE II, and compared their data over Tsukuba, where both the lidar station and the ozonesonde launching site are located at, and SAGE II also passed over in a period between November 1988 and May 1991 before the Pinatubo eruption. The results showed good agreement in some altitude range and their own characteristics.

### 1.はじめに

これまで、オゾン測定する測器として様々なセンサが提案され、オゾン層を監視のために運用されている。これら様々な測定器のデータを使ってオゾン層の理解をより正しいものにするため、それらの相互比較は重要な問題となっている。

今回は、オゾンの高度分布測定するセンサの中で、アクティブセンサのオゾンライダー、人工衛星搭載のパッシブセンサの SAGE II、気球搭載の直接サンブラであるオゾンゾンデの3種類のセンサを選び、ライダーを中心に相互比較を行った。データは、つくばの気象研究所のオゾンライダー、同じくつくばの高層気象台から飛揚されたオゾンゾンデ及びつくば上空を通過した SAGE II が観測したものをを用いた。期間は、つくばの気象研究所においてオゾンライダーの観測が開始された88年からピナトゥボ火山噴火以前の91年5月までである。

### 2.ライダー、SAGE II、オゾンゾンデの比較

オゾンライダーは、レーザを大気中に発し、大気分子等に散乱されてくる光を望遠鏡で受光し、オゾンの高度分布を高分解能で測定できるアクティブセンサの代表的測器である。気象研究所では、差分吸収法をもとにして、オゾンの吸収波長にエキシマレーザの308nm、非吸収波長に Nd:YAGレーザの第3高調波355nmを用いた可搬型のオゾンライダーを開発し(Fig. 1)、88年冬より観測を開始した。その諸元はTable 1に示す。今回の比較にあたっては、これまで用いられていた3つの代表的な解析アルゴリズムに対して平滑化フィルタによって生じる歪みという観点から検討を行い<sup>1</sup>、最適と思われる3次多項式あてはめによる微分方式<sup>2</sup>をフィルタとして用いた。

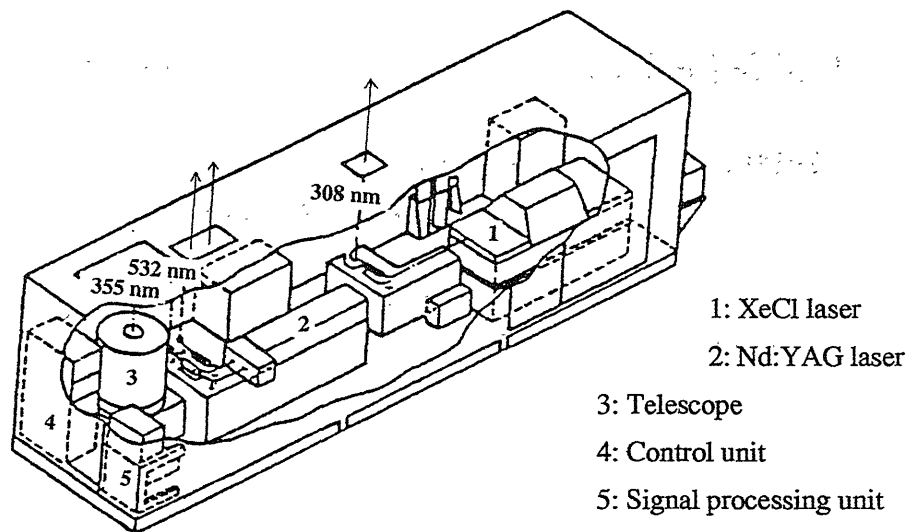


Fig. 1 Schematic diagram of MRI ozone lidar.

Table 1 Performances of MRI ozone lidar.

Laser	Nd:YAG	XeCl
Wavelength (nm)	355	308
Output energy (mJ)	130	110
Pulse repetition rate (Hz)	20	80
Beam divergence (mrad)	0.1	0.15
Telescope diameter (cm)	80	
Field of view (mrad)	1.0 or 2.0	
Gate width (m)	100 or 200	
Signal Processing	Photon counting	

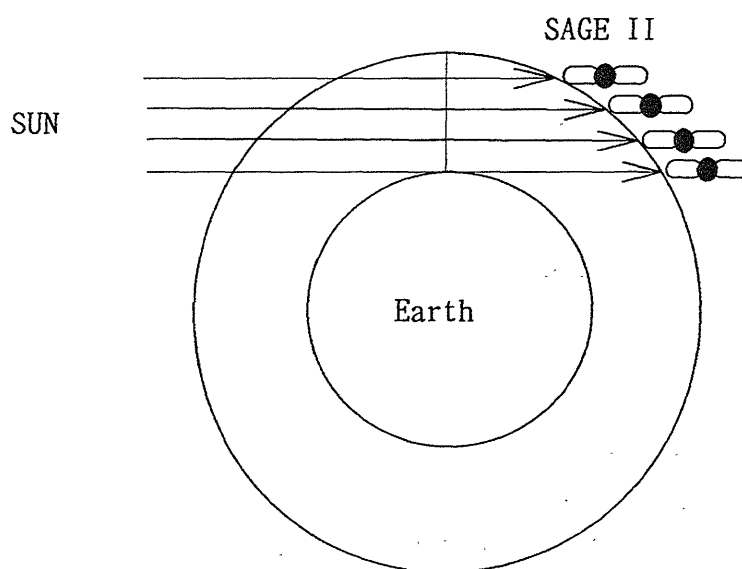


Fig. 2 Diagram of SAGE II measurements.

SAGE II は、太陽掩蔽法を用いて日の出、日没時のオゾン、水蒸気、エアロゾルなどの大気微量成分の対流圏界面付近から60kmまでの分布を、およそ北緯70度から南緯70度の範囲でグローバルに測定している衛星搭載のパッシブセンサのひとつである(Fig. 2)。SAGE II はその軌道の性格上、つくば(36°N, 140°E)の真上を通過することは極めて稀なため、つくばを中心として緯度方向に±5°以内、経度方向に±15°以内で観測されたものをつくば上空の比較データとして用いた。

比較に用いたオゾンゾンデのデータは、気象研究所と同じ敷地内にある気象庁高層気象台より飛揚されたものを使用した。オゾンゾンデは、気球に搭載して上昇しながら一定の時間間隔でポンプで空気を吸引し、ある溶液中で反応させることによって吸引空気中に含まれるオゾン濃度に応じた電流が発生することを利用した直接計測センサのひとつで、オゾンの高度分布を測定する際に用いられる一般的なセンサである。現在世界で用いられているオゾンゾンデのタイプには、反応液など測定方式の異なったものが何種類か存在するが、気象庁で採用しているものは、明星電気製の反応液に臭化カリウムを使用しているものである。

以上3種類のセンサの比較にあたって、オゾンゾンデの高度は、ライダー、SAGE II と同じジオメトリック高度に変換し、比較高度については、SAGE II の1km毎の観測高度に合わせて、ライダー、オゾンゾンデデータの内挿を行った。

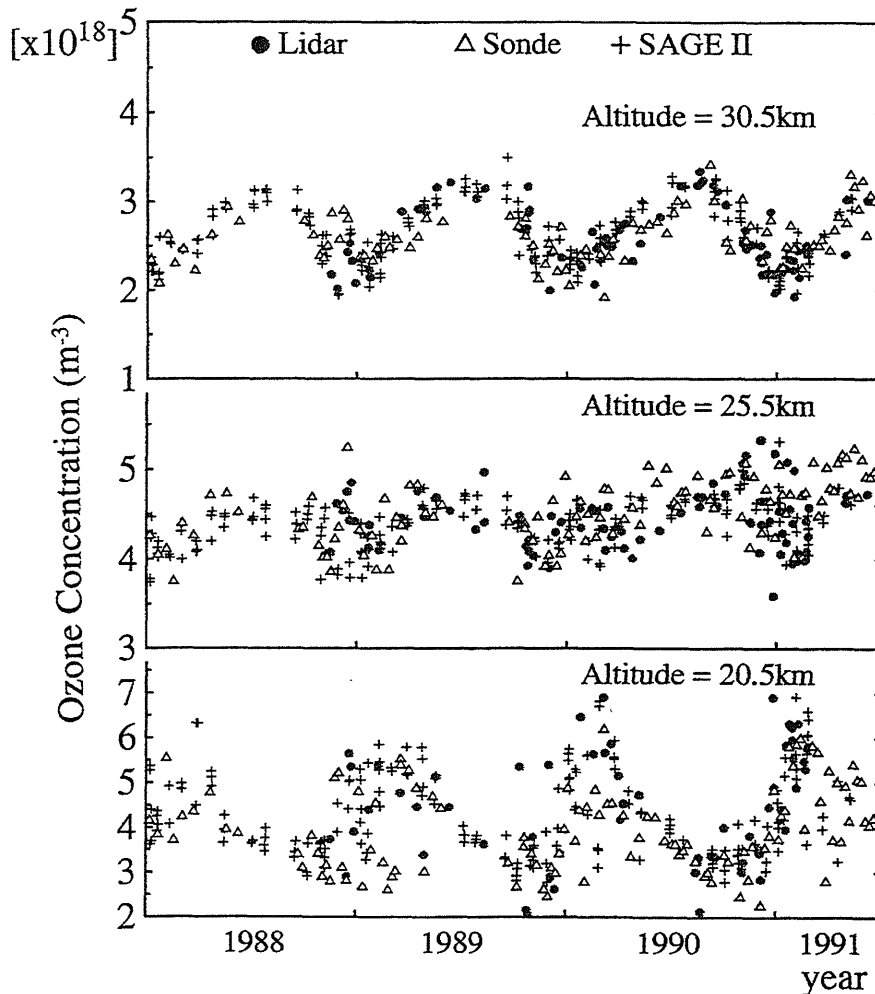


Fig. 3. Comparison of ozone concentration measured by lidar, ozonesonde and SAGE II in the period of 1988-1991.

### 3. 結果

Fig. 3は、高度20.5km、25.5km、30.5kmの88年から91年のピナトゥポ火山噴火前までの期間のオゾンライダー、オゾンゾンデ、SAGE IIの観測データを時系列にプロットしたものである。25、30km付近では、ややばらつきが大きいデータがあるものの、3種類の測器とも良く合っていることがわかる。また、20km付近ではオゾン密度の変化の激しい領域であり、ばらつきが大きい、ゾンデがやや低い値を示す傾向にある。

Fig. 4は、ライダーとその観測日が前後2日以内のSAGE IIのデータを比較した結果である。これによれば、高度20km付近から35kmまでは5%以内、35kmから38kmまでは10%以内で良く合っていることがわかる。またFig. 3と同様、25kmより下の高度では次第にばらつきが大きくなっており、これは日本付近のオゾン密度の高度分布が25km付近を境に変動が大きくなっているという特徴に対応している。

Fig. 5は、ライダーとオゾンゾンデの観測日が前後1日以内のデータを比較した結果を示したものである。この図から、23km付近から32km付近までは、5%以内で合っていることがわかる。一方、23kmより低い高度ではオゾンゾンデの観測値はライダーより低い値を、32kmより高い高度ではオゾンゾンデの方が大きな値を示す傾向にある。

#### (参考文献)

- 1) Fujimoto, T. and O. Uchino, 1994: Estimation of the error caused by smoothing on DIAL measurements of stratospheric ozone, *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 605-611.
- 2) Nakane, H. et al., 1993: Comparison of ozone profiles obtained with NIES DIAL, *J. Meteor. Soc. Japan*, **71**, 153-159

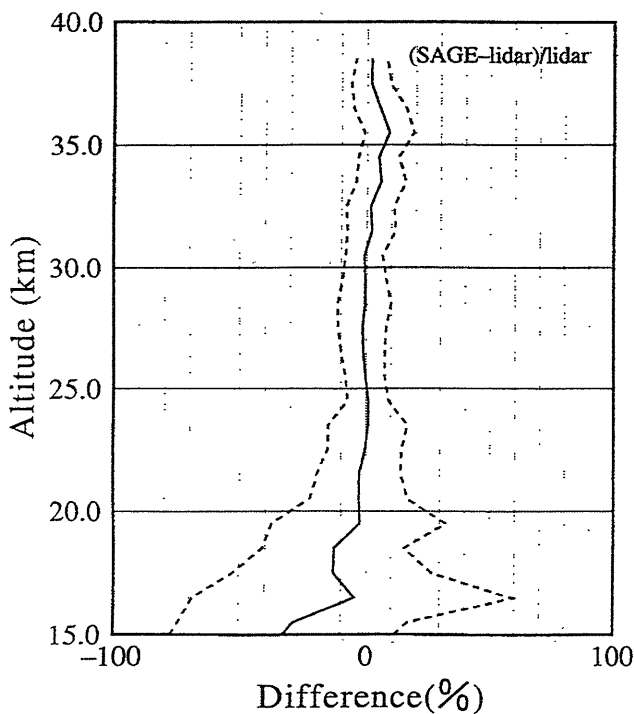


Fig. 4 Comparison of lidar and SAGE II. Broken lines show standard deviations.

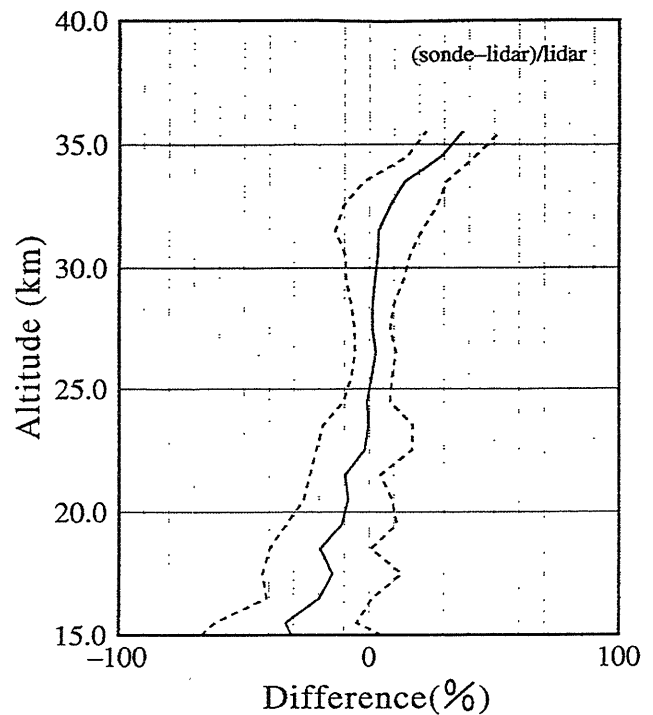


Fig. 5 Comparison of lidar and ozonesonde. Broken lines show standard deviations.