

C 1

スペースライダー シミュレーション (2)

Space lidar simulation (2)

内野 修

Osamu Uchino

気象研究所

Meteorological Research Institute

Synopsis

An error analysis of lidar measurements of aerosols and DIAL (differential absorption lidar) measurements of stratospheric ozone is discussed for a space lidar system equipped with a Nd:YAG laser and a gas cell of H₂.

1. はじめに

現在NASA (National Aeronautics and Space Administration) では、1990年代の地球監視システム (Earth Observing System) の計画が進められている。その中でライダー関係としては、

LAWS (Laser Atmospheric Wind Sounder)

GLRS (Geodynamics Laser Ranging System)

LASA (Lidar Atmospheric Sounder and Altimeter)

等がある。一方ESA (European Space Agency) では

ATLD (Atmospheric Lidar)

が計画されている。LAWS等のように、NASAからの協力が呼びかけられている状況などを考えると、我が国としても今後具体的なスペースライダーシステムの計画を積極的に進めていくことが必要であろう。

これまで、KrFエキシマーレーザー励起によるH₂, D₂の誘導ラマン散乱 (SRS) を利用して、スペースシャトルからのオゾンや気温の測定シミュレーションを行ってきた^{1, 2)}。今回はNd:YAGレーザーをベースにしたエアロゾル、オゾン測定シミュレーションについて報告する。

2. YAGレーザーをベースにしたシミュレーション

Table 1にシミュレーションに用いたライダーパラメーターをまとめている。波長としてはYAGレーザーの基本波 (1064nm)、第2高調波 (532nm)、第4高調波 (266nm)、及び266nmを励起光としたH₂のSRSの第1ストークス線を利用することにする。レーザーのパルスエネルギーは、基本波としてのみ使用する場合を考えて、1064nmは1.0Jにした。532nmの0.4Jは気温の計測を考えると用いることにして、差分吸収法 (DIAL) によるオゾン測定の場合は、0.15Jを用いた。量子効率QEについては、1064nmではS1特性のものではQE=0.0008しかなく、あまりに小さいのでここでは4%のものを仮定した。

Fig. 1は、1064nmで、バックグラウンドのエアロゾルモデル³⁾に対して、レーザーのショット数NSをパラメーターとしたときのエアロゾルの後方散乱係数Bpの測定誤差 $\delta Bp/Bp$ をRussellら⁴⁾の方法で計算したものである。スペースライダーの高度ZSは800kmにしている。15kmの高度付近で誤差が大きいのはもともとエアロゾルの量が少ないためである。

Fig. 2は、266nmと532nmを利用して、DIAL法でオゾン測定を行う場合の測定誤差を示す。パラメーターとしては、ZSを300kmと800kmの2例について行った。高度分解能 δZ は52km以上は2km、それ以

下では1kmにしている。

Fig. 3は、289,532nmを利用したときのオゾン測定誤差を、ショット数、スペースライダーの高度をパラメーターとして計算したものである。

これらの計算結果から、ZSが300kmに比較して800kmのときには、オゾン測定精度は8/3倍程度落ちる。また水平距離分解能を上げるためには、スペースライダーのフットプリントの速さが7km/s程度とするとエキシマーレーザー並のバルスくり返しレート(～100Hz)が望ましい。

References

1. Uchino et al., Appl. Opt., 25, 3946 (1986).
2. Uchino et al., Appl. Opt., 25, 2868 (1986).
3. E. P. Shettle and R. W. Fenn, AGARD Conf. Proc. 183.
4. Russell et al., Appl. Opt. 21, 1541 (1982).

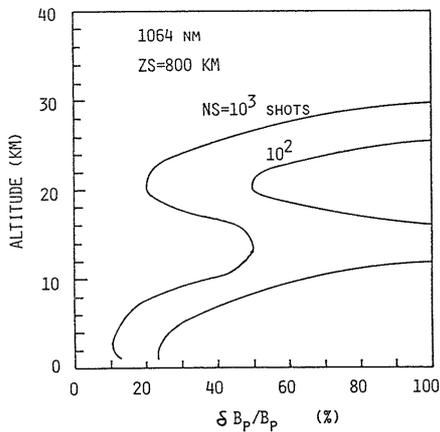


TABLE 1. ASSUMED LIDAR PARAMETERS

TRANSMITTER				
WAVELENGTH (NM)	266	289	532	1064
OZONE ABSORPTION CROSS SECTION (M ²)	9.34E-22	1.51E-22	2.76E-25	0.
ENERGY PER PULSE (J)	0.1	0.1	0.15(0.4)	1.0
QUANTUM EFFICIENCY	0.2	0.2	0.1	0.04
OPTICAL EFFICIENCY	0.125	0.125	0.3	0.3
RECEIVER				
TELESCOPE DIAMETER (M)	1.25			
NOISE PER SHOT (/KM)	0.001	0.001	0.003	0.003

Fig.1. Mid-latitude nighttime simulation results, 1064 nm using conventional density data.

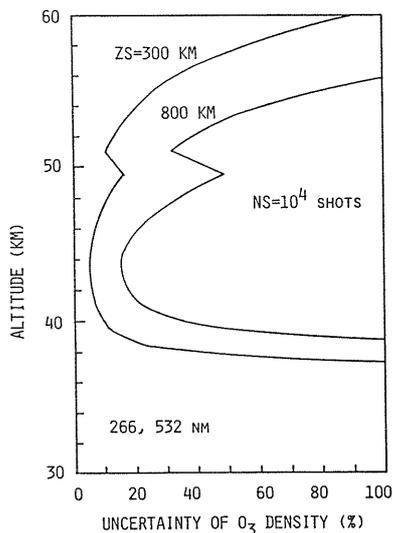


Fig.2. Uncertainty of ozone density measured by the DIAL system using two wavelengths of 266 nm and 532 nm.

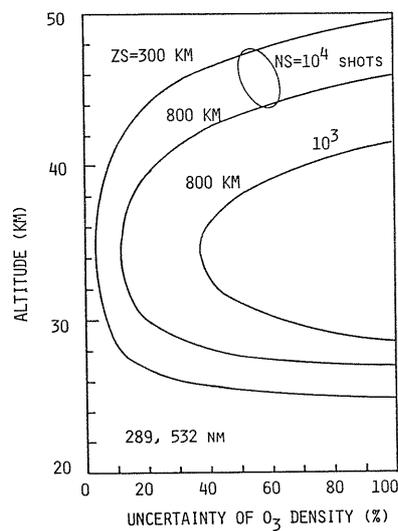


Fig.3. Uncertainty of ozone density measured by the DIAL system using two wavelengths of 289 nm and 532 nm.