

齋藤 保典, 野村 彰夫, 鹿野 哲生
 Yasunori Saito, Akio Nomura, and Tetsuo Kano
 信州大学 工学部
 Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract Computer simulations have been run to estimate a feasibility of clouds and aerosols observation using a space-shuttle, space-station, and satellite borne lidar system. The results show that even for a daytime case, cirrus clouds can be obtained with good signal-to-noise ratio (SNR>10) under conditions of <100mJ of laser energy and 100shots of averaging. Daytime aerosol observations in the stratosphere require high energy (around 500mJ) or large number of averaging (>100shots). Because of no background noise for a nighttime observation, better SNR than that of a daytime observation can be obtained even with lower energy and smaller number of averaging.

1. はじめに

全地球的規模の大気環境観測においては、飛翔体の機動性を有効に活用することが重要である。本報告では、スペースシャトル、宇宙ステーション、人工衛星などの大気圏外飛翔体搭載ライダー（衛星搭載ライダーと略）観測の可能性について、地球温暖化という観点から重要な高層雲観測の計算機シミュレーション結果を例に挙げ検討を行う。

2. シミュレーションモデル

計算に用いたシステムの仕様と観測条件を表1に示す。スペースシャトルでは300km、宇宙ステーションでは460km、衛星では800km上空から観測を行う。大気モデルは米国標準大気(1976)とEOS Report(NASA)に示されたバックグランドエアロゾルを用いた。成層圏エアロゾルについては、火山噴火などの成層圏イベントの可能性も考慮し、100倍のエンハンスメントを想定した。雲は地球温暖化に大きな影響を持つ高層雲(8~12kmの高度に厚さ4kmのアルベド40%の絹雲)を想定した。本シミュレーションでは、(エアロゾルも含めた)雲観測を想定しているため、雲からの散乱成分のみを信号とし、大気分子のレーリー散乱成分は雑音として信号対雑音比(S/N)を計算した。

3. シミュレーション結果と検討

シミュレーション結果をまとめるとは次のよう

になる。

1) 夜間の雲観測では、どの飛翔体からも、エネルギー100mJでは積算10回以下で、また積算100回ではエネルギー10mJ以下でも十分に観測が可能である。

2) 夜間のエアロゾル観測では、飛翔体の高度により観測可能な高度領域は異なるが、成層圏エアロゾルについては、100mJ程度のエネルギーで積算100回で28~13km程度の領域において観測が可能である。対流圏エアロゾルに関しては3km以下程度の領域に制限される。

3) 昼間の雲観測では、どの飛翔体からも、エネルギー500mJでは積算10回以下で、また積算100回ではエネルギー数10mJ程度で観測が可能である。

4) 昼間のエアロゾル観測では、飛翔体の高度により観測可能な高度領域は異なるが、成層圏エアロゾルについては、500mJ程度のエネルギーで積算100回で27~13km程度の領域において観測が可能である。対流圏エアロゾルに関しては3km以下程度の領域に制限される。

シミュレーション結果の例を図2に示す。

おわりに

シミュレーションの結果は、衛星搭載ライダー観測が十分に可能であることを示した。今後は実現に向けてより具体的な開発(例えば小型軽量低

消費電力半導体レーザー励起による高出力長寿命固体レーザーの開発、受信系や信号処理系などの自動制御化、トータルシステムとしての信頼性の追求など)が強く望まれる。さらに、多層に渡る雲の立体構造の把握、雲内部組成や雲の種類決定、

黄砂、サハラダスト、極成層圏雲(PSCs)の観測、氷床高さの計測など、衛星搭載ライダーの研究対象として興味深い地球大気現象が数多くあり、これらに関するシミュレーションを今後とも続けていく予定である。

Table 1 System parameters and measurement conditions for the simulation.

Transmitter			
Laser Wavelength	532nm (Nd:YAG, SH)		
Pulse Energy	Variable		
Pulse Rate	Considerable (10Hz)		
Receiver			
Telescope Diameter	1.0m		
Field-of-View	0.1mrad		
Optical Bandwidth	1.0nm (Night Time) 0.1nm (Day Time)		
System Optical Efficiency	30% (Night Time) 15% (Day Time)		
PMT Quantum Efficiency	20%		
Condition			
Target	Cirrus (8-12km, Albedo 40%) Aerosol		
Background Noise	1.842W/m ² /nm		
Number of Shots	Variable		
Hight Resolution	500m		
Horizontal Resolution	Depend on Number of Shots x Pulse Rate		
Flight Model	Spaceshuttle	Space-station	Satellite
Altitude	300km	460km	800km
Velocity	7.7km/s	7.6km/s	7.5km/s

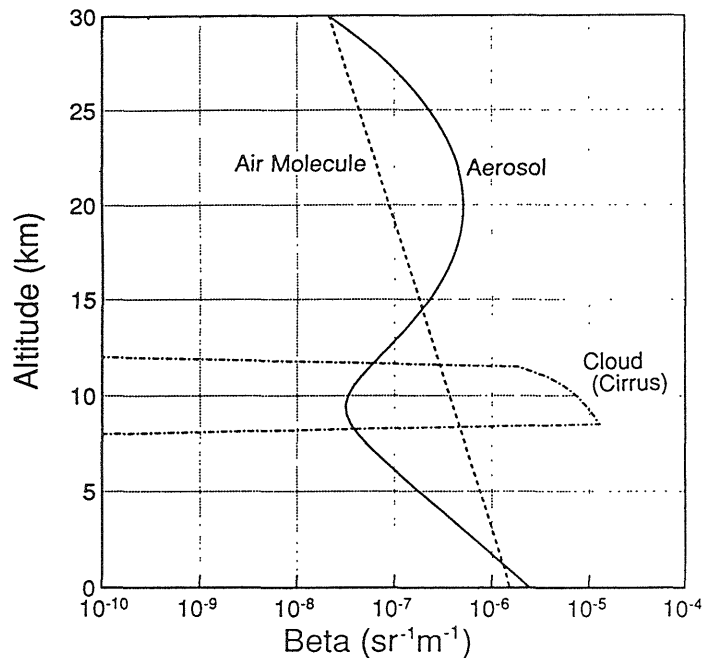


Fig.1 Atmospheric model of backscatter coefficients of air molecule, aerosol, and cloud.

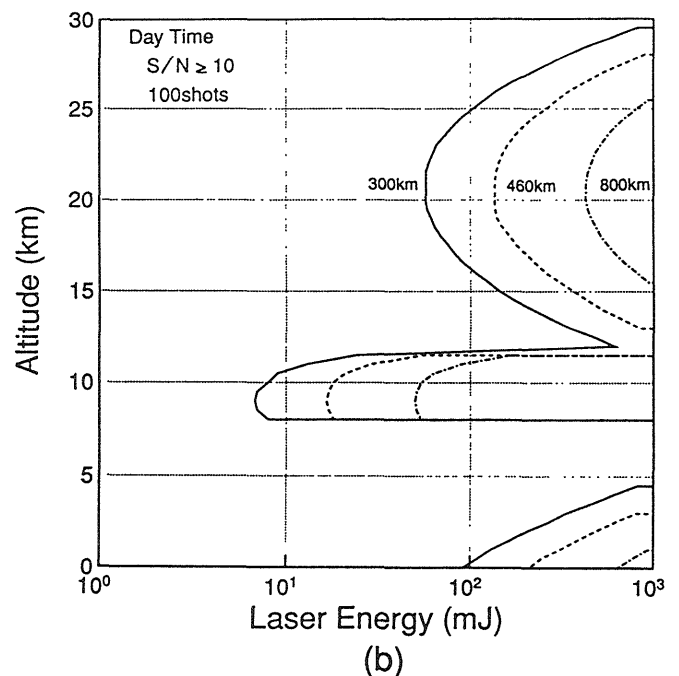
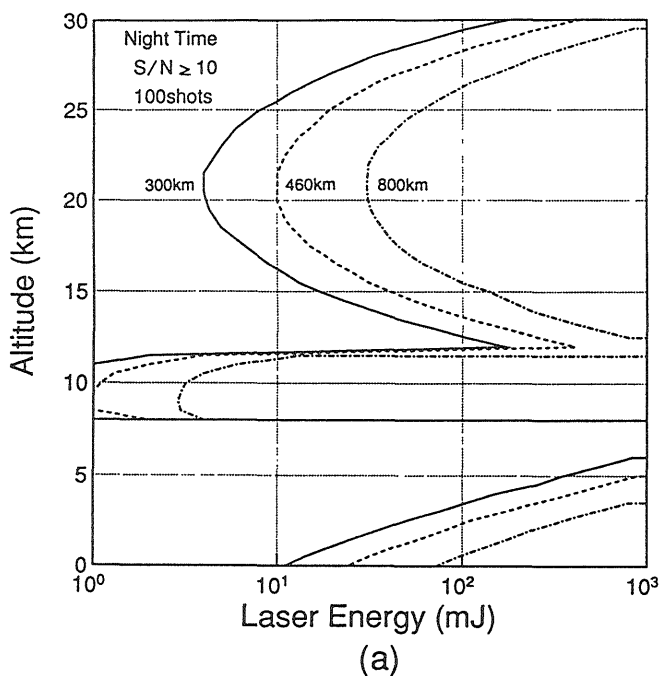


Fig.2 Expected lidar return signal (signal-to noise ratio > 10) with laser power; (a) nightime and (b) daytime.