

衛星データ大気補正用地上ライダーシステムの開発  
Development of a lidar system for atmospheric correction of  
remote-sensing data

強 敏、岡崎裕一、久世宏明、高村民雄、竹内延夫  
Qiang Min, Y. Okazaki, H. Kuze, T. Takamura, and T. Takeuchi

For the purpose of simulating the performance of a new lidar system, we present signal-to-noise calculation based on several aerosol models using Lowtran-7.

### 1. はじめに

近年、地球観測衛星の打ち上げが盛んとなり、衛星からの観測データが続々と得られるようになってきた。地上を観測するイメージセンサから対象物を正しく判読・解析するには、衛星データの大气補正が重要である。すなわち、衛星に搭載されたセンサで受ける信号には、太陽光が途中で減衰・散乱される効果、光路途中の分子、エアロゾル等により太陽光が直接散乱されて信号光に混ざる現象（光路輝度）、多重散乱により測定対象以外の信号光が入ってくる効果等が含まれ、これらの補正が解決されていない問題として残っている。可視・近赤外領域を考えると、短波長側では空気分子、エアロゾル等の散乱、オゾンの吸収などが大きな影響を与える。このうち、空気分子、オゾン等はモデルの値を用いてもさほど問題がないが、エアロゾル、水蒸気の分布は状況により刻々と変化しており、衛星センサと同時に観測することが望まれる。

本論文では、われわれの研究室で現在、設計・製作中の衛星データ大気補正用地上ライダーシステムに関し、現実的なエアロゾル分布を仮定してシミュレーションを行ったので、その結果について述べる。

### 2. 主な仕様

レーザーとしてはNd:YAGレーザーおよびTi:サファイアレーザーを用い、4波長で同時に観測可能であるとする。各波長でのパルスあたりの出力エネルギーとしては、Table 1のような値を想定する。望遠鏡の直径を80 cmとし、視野は0.5-10 mradの範囲で可変として、多重散乱の効果を調べられるようにする。また背景光として昼間の測定を仮定する。シミュレーションでは、望遠鏡視野角を1 mradとし、信号の検出にTable 1に掲げたような量子効率を持つ光電子増倍管を用いる。ただし、実際の装置では長波長側ではアバランシュ・フォトダイオードを使うことを検討している。データ処理系としては、12ビットのボード型AD変換器を中心とするシステムを考えている。

Table 1 Laser power and quantum efficiency of PMT

wavelength [nm]	pules energy [mJ]	quantum efficiency
1064	1000	0.0008
800	100	0.11
532	400	0.16
355	200	0.28

### 3. ライダー信号のシミュレーション

大気モデルには、McClatcheyの中緯度夏季モデルを使用し、エアロゾルの分布としてRural、Maritime、Urbanの3つのモデルを用いた。計算にはLOWTRAN7コードを使用し、背景散乱光の波長依存性も取

り入れた。Urban モデルを用いたときのライダー信号の信号対雑音比(S/N)について、そのレーザー出力および高度依存性のシミュレーション結果を Figs.1, 2 に示す。計算では、消散係数、後方散乱係数ともに、エアロゾルによるミー散乱と大気成分分子によるレイリー散乱の効果を取り入れてある。また、信号の積算回数は100回とし、光電子増倍管の過剰雑音指数は3としてある。

Fig.1 では、高度 10 km における各波長の S/N を示してある。量子効率の違いを反映して、波長が短いほど良い S/N が得られる。Fig.2 では、高度 2 km までは空間分解能を 75 m とし、以下、5 km まで 30 m、それより上方で 75 m としている。

エアロゾルモデルと濃度を変えることによって、実際の大气に近い状態を再現することができ、これらの得られた図から、必要とする観測高度に対するレーザー出力、S/N 等が評価され、大気補正用地上ライダーシステムの最適設計が可能となる。

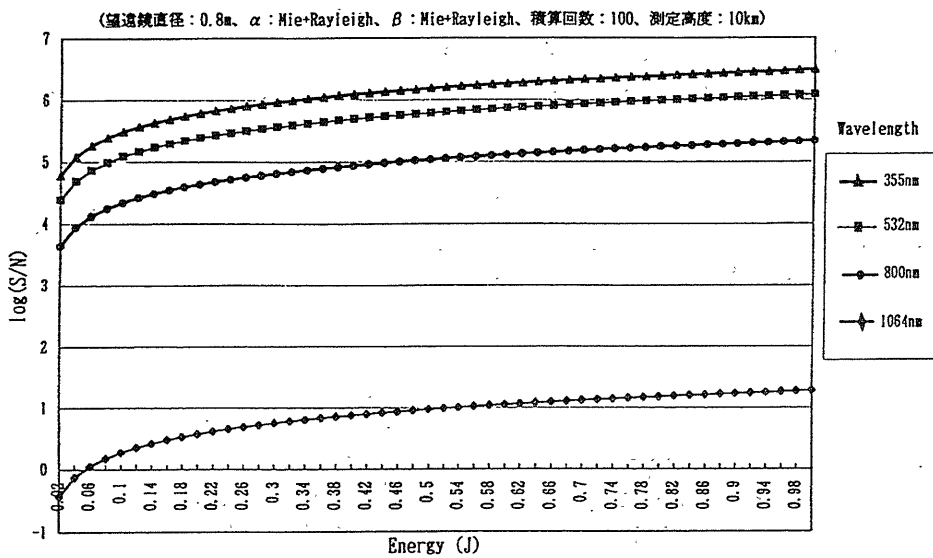


Fig.1 S/N vs Energy for Urban Aerosol Model

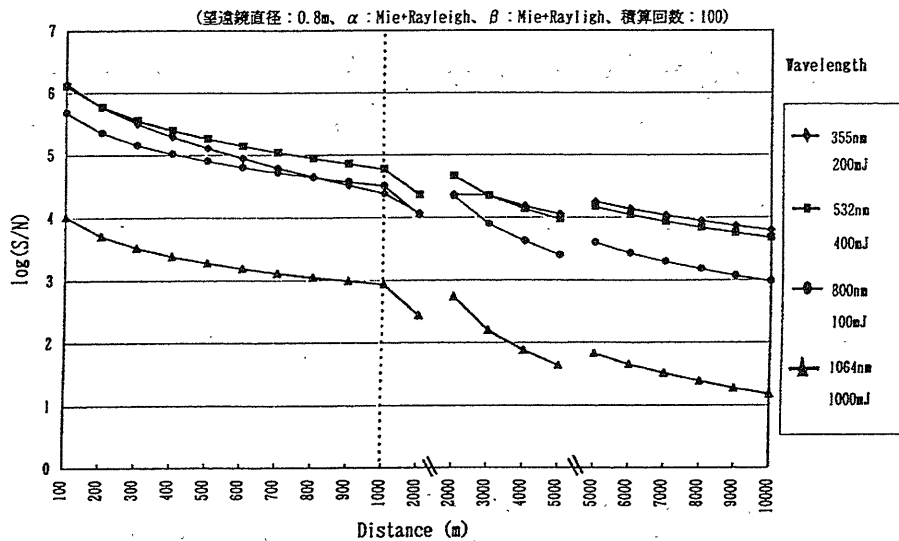


Fig.2 S/N vs Distance for Urban Aerosol Model