

Simplified lidar system for the lower atmospheric vertical  
aerosol distribution monitoring小林博和・宮川実・西宮昌  
Hirokazu Kobayashi, Minoru Miyakawa and Shaw Nishinomiya(財) 電力中央研究所  
CRIEPI, Tokyo

## &lt;はじめに&gt;

大気中エアロゾルの、環境に与える影響の評価には、まずエアロゾルの空間分布を知る必要がある。このために、従来は飛行機等による観測手法しかなかったが、近年のライダ（レーザー・レーダ）の発達により、地表から時間・空間的に連続して上空のエアロゾル分布を観測することができるようになった。

さて、大気中エアロゾルと大気汚染現象との関係の解明のためには、他の測定器と同様にライダにも、エアロゾル分布のモニタとして、無人連続運転ができること、簡単に移動できること、等が要求される。そこで、観測対象を下層大気の高さ2000 m 程度までに限定し、最近の小型・高性能化したレーザー発振器やデータ処理システムを取り入れることによって、フィールドでも容易に運転できるような、小型・簡易なライダ・システムを試作した。

## &lt;小型簡易型ライダ・システム&gt;

## (1)概念設計

前述の目的に沿ったライダ・システムとするために、設計にあたっては次のような方針をとった。

- 大気下層のエアロゾル挙動の把握のためには他の気象データも併用する必要があるが、気温・風等の気象データは鉛直分布として与えられることが多い。そこでこれら気象データとの整合性を持たせるために、ライダは主に鉛直上方を測定することとする。
- 移動測定を容易にするために、できるだけ小型・軽量化を図る。
- 測定データを実時間で処理可能で、同時に小型・簡易なデータ処理用マイクロ・コンピュータを使用する。
- 降雨等の対策を施し、無人で連続運転が可能であるようにする。

## (2)システムの構成

## a. 送受光部分の構成

レーザー発振器及び受光用望遠鏡の仕様を表1に示す。レーザー発振器には、このクラスの出力を持つものの中では最も小型と考えられるものを採用し、これにより送受光部の小型化を図った(図1)。また、エアロゾルによる散乱光強度、検出器(フォト・マルチプライヤ)の波長感度等を考慮してYAGの倍調波を送信光として用い、ライダ・システム全体の測定感度の向上を図った。

## b. データ処理部分の構成

システム全体の制御ならびにデータ処理部分の構成は図2に示す通りである。マイクロ・コンピュータの選定にあたって

表1. 送受光部の仕様

送信部	
レーザータイプ	YAG
出力	150 mJ/pulse
パルス幅	3.5 nS
ビーム幅	1.5x2.5 mrad
SHG	KDP 結晶
送信波長	0.53 μm
発信回数	150 /min
受信部	
望遠鏡タイプ	
口径	300 mm

は、小型であっても計算速度、入出力速度、メモリ容量に注意し、ライダ・システムとしての機能が低下しないように考慮した。測定結果は主として、THI形式によりプリンタ上にエアロゾル濃度に対応したパターンを表示させるようにした。このほかに、測定データは観測後にも、変動特性等を解析・検討できるように、フロッピー・ディスクに収録するようにした。

## &lt;エアロゾル変動の測定例&gt;

## (1)THIによる表示

試作したライダによる予備観測を、1985年1月に東京都下狛江市にある当所の屋上で実施した。上空に雲等のない場合のエアロゾル分布を図3に示す。この例では、地表に近い程エアロゾル濃度が高く、上空に向かう程低くなるという一般的な傾向がみられた。大気中のエアロゾル分布には混合層の発達時等に特徴的なパターンがみられるのであるが、この観測期間中、地表付近でも5 m/s以上の風速の季節風が続く場合が多く、日射量が多く風速の低い時に発達する混合層等は、観測することができなかった。

## (2)濃度変動の標準偏差

また、濃度変動をさらに詳細に調べて変動の特性を捉えるために、エアロゾル濃度変動の強度を以下のように求めた。

- 天空からの散乱光によるノイズを減少させるために150ショット/分の割合でレーザー光を発射し、1分毎の平均値を得て1つのサンプルとする。

(b) . このサンプルを10個集積して、 $\sigma$ と平均値の鉛直分布を得る。

(c) .  $\sigma$ を平均値で割って無次元化し、変動の強度とする。図4は、このエアロゾルの変動強度の時間・空間分布をみた例である。時刻0300前後の上空700mより上の大きな山は、低層の雲に対応している。これは、雲からの散乱強度がエアロゾルからの散乱強度に比べて非常に大きいため、変動の強さも大きくなったものと考えられる。

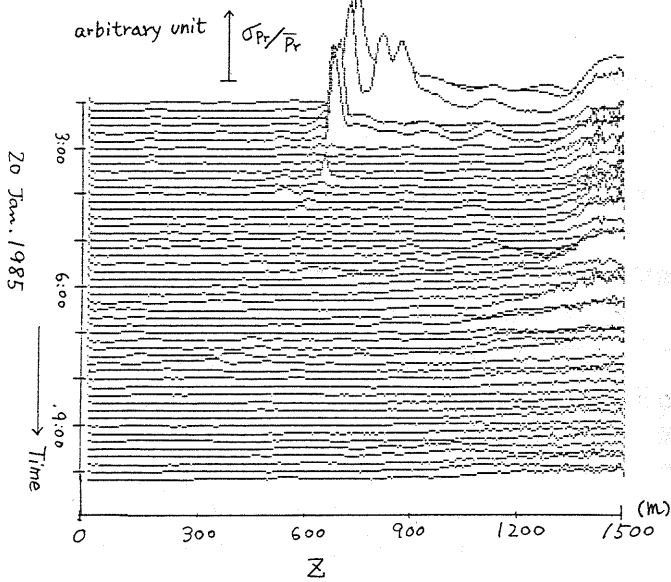


図4. 後方散乱光強度Pの変動強度 (Pの標準偏差 $\sigma_p$ をPの平均値 $\bar{P}$ で割って無次元化した $\sigma_p / \bar{P}$ の時間高度変化)

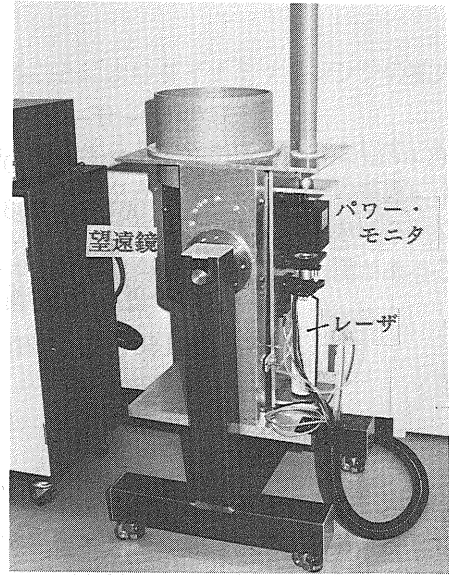


図1. 送受光部分の外観

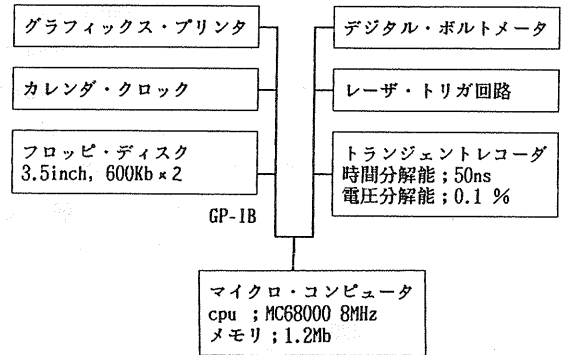


図2. システム制御・データ処理部分の構成

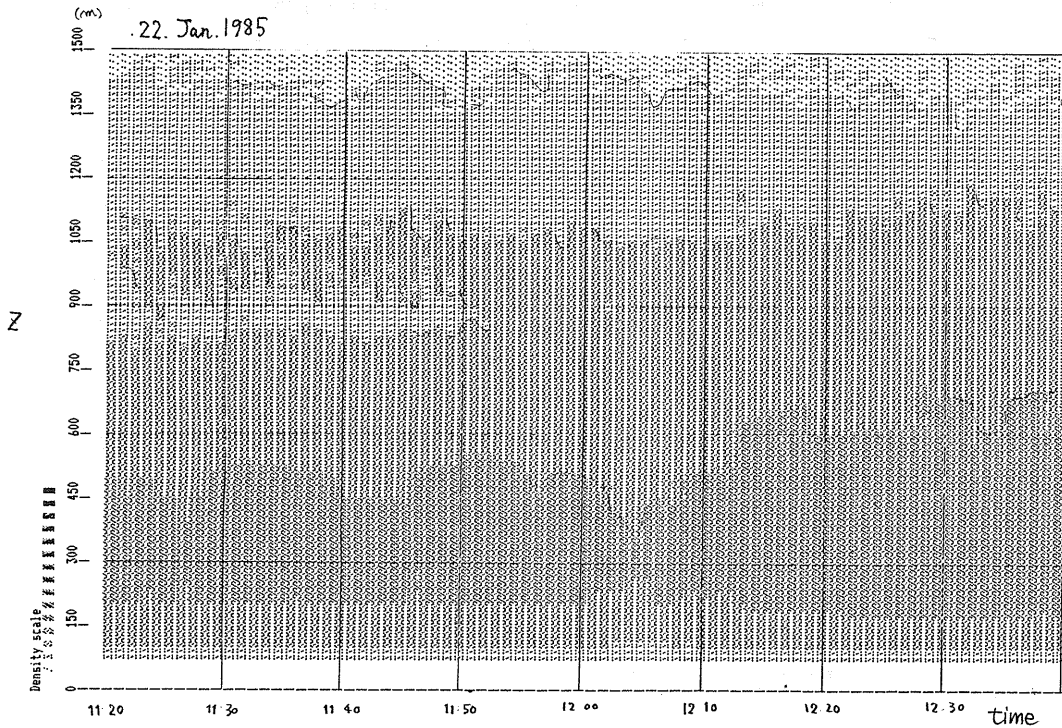


図3. THIによるエアロゾル分布の時間変化パターン