

大気汚染計測用大型レーザーレーダーの製作(その1)

Construction of a Large Laser Radar for Air Pollution
Measurement (I)

竹内延夫、清水 浩、松井一郎、杉本伸夫、笹野泰弘、奥田典夫

N. Takeuchi, H. Shimizu, I. Matsui, N. Sugimoto, Y. Sasano
and M. Okuda

国立公害研究所(茨城県筑波郡谷田部町)

National Institute for Environmental Studies,
Yatabe, Tuskuba, Ibaraki 300-21 Japan

〔目的〕大気汚染の監視・予測・規制をさらに基本から解明するには、現在のテレメトリーシステムに用いられている公害測定局のネットワークだけでは不十分で、遠隔的に広域の汚染立体分布を測定し、その測定結果と高濃度の大気汚染の出現や汚染気団の移流といった諸現象とを結びつける手法の研究・開発が必要である。これらの目的のために車載型のレーザーレーダーが用いられているが、通常の車載型システムでは到達距離が10 km程度であるという制約がある。それ以上にまたがる広域の大気汚染を測定するために、航空機搭載型のレーザーレーダーも次第に使用されるようになってきたが、航空機搭載型では高速度で移動するので空間的精度は粗くなり、同一時刻とみなせる時間内に対象地域内の空間分布を得ることは難しい。大気汚染を全体的に理解するには数十 kmにわたる空間の汚染物質の分布および気象状態の情報を総合的に把握する必要がある。そのような目的を満すために、新しい観点に立って、広域の実時間観測が可能で、大気状態も測定できる大型のレーザーレーダーを設計・製作した。以下、この装置を“LAMP Lidar”(Large Atmospheric Multi-purpose「大型大気計測用多重用途レーザーレーダー」)と呼ぶ。

〔特徴〕LAMP Lidarは約60 kmの範囲内の浮遊粉塵の空間分布を20分程度の時間内で測定することが可能である。ミー散乱およびラムゼン散乱と組み合わせることによって大気汚染研究に必要な汚染気体の立体分布および立体的な気象要素の情報量を同一システムでsequentialに短時間中に測定し、総合的な情報を得ることができる。

〔装置〕システムの設計に当たっては次の点に留意された。

- (1) Nd:YAGレーザーの第2高調波(532nm)を主波長とし、基本波長(1.06 μ m)も同時に送光する。
- (2) ミー散乱およびラムゼン散乱の両方で測定が可能である。
- (3) レーザーを架台横に鉛直に取付け、掃引中も姿勢を一定に保ち、セミクード方式で送光する。
- (4) 望遠鏡は収差の少ない反射型で大口径のものを採用する。
- (5) 全システムを自動コントロールできるようにする。

以上の点に留意して設計されたシステムのブロック図をFig.1に示す。システムは次の各部から構成されている。

- | | |
|-------------|-----------|
| (イ) レーザー送光部 | (ニ) 信号処理部 |
| (ロ) 信号光受光部 | (ホ) 操作部 |
| (ハ) 架台掃引部 | (ヘ) ミニコン部 |

本装置は8階建の建物の最上階(8階:ドーム室)およびその階下(7階:制御室)に設置され、全システムはドームの南南西も含め操作卓から遠隔操作が可能である。また、7階に設置されたミニコンシステムによって、コンピュータプログラムによる全自動操作も可能である。収録されたデータはミニコンを通じて磁気テープに高速転送され、ミニコンまたは本研究所の大型計算機によって演算処理される。8階ドーム室内の写真をFig. 2に示し、各部仕様をTable 1に示す。

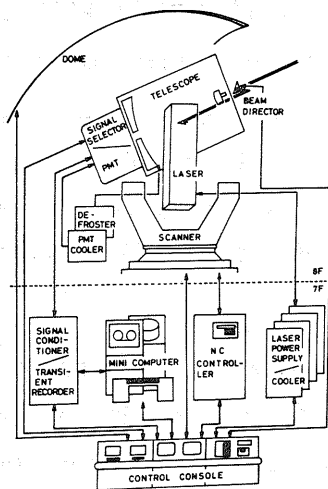


Fig. 1 LAMP Lidarの構成

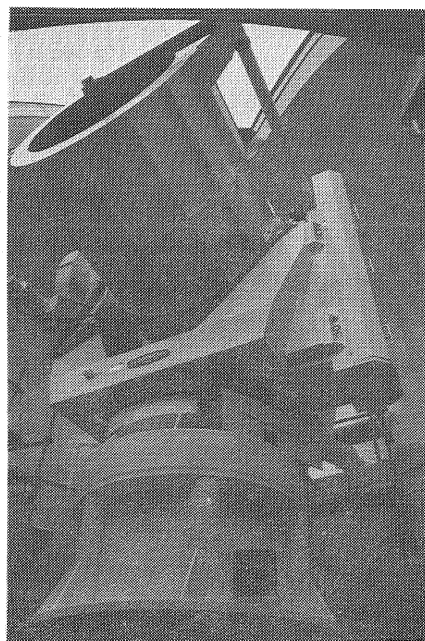


Fig. 2. ドーム室内

[測定対象および研究分野]以上のシステムにより次の研究が予定されている。

(1) 広域大気汚染

広域大気汚染分布、発生源分布、広域の汚染移流、パターン・モデルを用いた汚染予測

(2) モデル地域の長期観測

新都市(筑波)、小都市(土浦)、陸水城(霞ヶ浦)など

(3) 大気汚染気体の立体分布

(4) 大気境界層の研究

逆転層・混合層の生成・発達・消滅

(5) 立体気象の測定

風、風系、温度、湿度、視程

(6) 成層圏汚染の観測

成層圏エアロゾル

以上の分野の研究に本装置による観測が偉力を発揮するものと期待される。

[謝辞] 本装置の設計に当っては、東北大学稲場教授、東京天文台富田講師に多大な御援助を得たことを感謝致します。

Table 1 LAMP Lidar 仕様 ([]内は将来計画)

測定方法	ミー/ラマン散乱方式		
測定対象	エアロゾル、汚染気体、気象要素		
レーザー部	Nd:YAGレーザー (1 osc. + 3 amp)		
波長	1.06 μm (基本波)	0.532 μm (第2高調波)	
平均出力	30W	10W	
最大繰返し		25pps	
パルス幅	14ns	10ns	
ビーム幅		0.3mrad	
受光望遠鏡	カセグレン型反射望遠鏡		
主鏡有効径	1500 mm	合成焦点距離	8000mm
副鏡有効径	380 mm	焦点調整	副鏡移動
視野範囲	0.15 ~ 4mrad		
測定距離	100m ~ 60km		
分光装置	フィルター(9-レット切替), ダブルモノクロ, [OMA]		
架台			
掃引	高位方位方式 速度 10°/s ~ 360°/day		
信号処理部	主副2系列		
主系列	トランジエント・レコーダ, [多重チャンネル光子計数装置]		
制御部	ドーム, レーザー, 架台, 受光光学系		
制御モード	手動, 自動, ミニコン		
ミニコン	TOSBAC 7/40		
構成	CPU, DISC, MT, LP 他		
転送	電話回線でホストの計算機へデータ転送可能		
製造者	東芝(株)		