

環境濃度 NO_2 の鉛直分布観測用DIALシステムの製作
DIAL System for Measurement of the Vertical Profile
of NO_2 in Urban Atmosphere

杉本伸夫、松井一郎、清水 浩、竹内延夫

N.SUGIMOTO, I.MATSUI, H.SHIMIZU and N.TAKEUCHI

国立公害研究所

The National Institute for Environmental Studies

1. はじめに

NO_2 の測定を目的としたDIALシステムはこれまでにいくつかの研究機関で製作され排煙流等を対象とした測定実験が行われてきた。国立公害研においてもこれまでにフラッシュランプ励起色素レーザーを用いたDIALシステムを製作し排煙を対象とした実験を行っている。しかしながら、DIALの測定感度、距離分解能、時間分解能を考慮した場合、排煙流の測定のように高濃度ではあっても高い距離分解能、時間分解能が要求される測定は、DIALの環境研究への応用としてあまり有効ではないと考えられる。これに対して最も有効な応用のひとつは、比較的広域における汚染気団の移流に関する情報を得るための汚染気体の鉛直分布の測定であろうと考えられる。このような考察に基づいて都市域における環境濃度の NO_2 の鉛直分布の連続的な測定を目的としたDIALシステムの製作を進めている。

2. 装置の設計と制作

図1に本装置の期待される測定感度の見積りの結果を示す。用いたパラメータは表1に掲げた。図1よりこの装置は都市域の環境大気において高濃度の汚染気団をとらえることができる十分な性能を持つことがわかる。

これまでの研究により、2波長切替方式のDIALシステムにおいても波長切替時間を1/10秒以下にすればエアロゾルの変動による誤差をほとんど受けないことが示されているので、本装置では2波長を交互に切替えて測定を行う方式を採用した。光源にはYAGレーザーの3倍高調波で励起した色素レーザーの青色の光を用いる。

装置全体は図2に示すようにコンテナに収納されている。DIALシステムのうち信号処理部などについてはこれまでに国立公害研で開発した計測車レーザーレーダーのものと同様である。

DIALにおいて特に重要となる部分は色素レーザーの波長切替装置と受光光学系である。以下にこれらの部分の詳細を述べる。

波長切替装置

2波長のレーザー光が交互に得られるように色素レーザーの回折格子のサインバーを周期的に動かせる方法をとった。波長切替装置の見取図を図

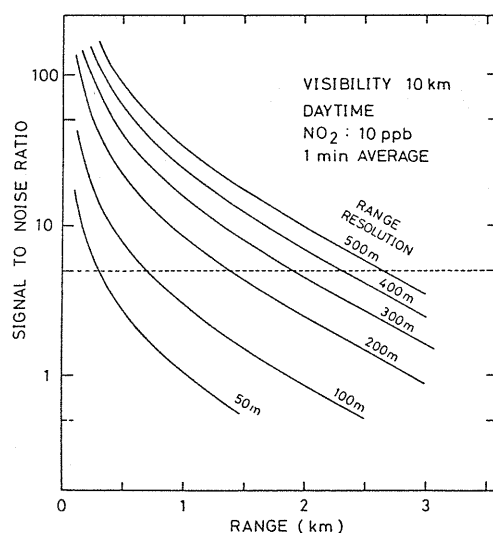


図1 S/Nの評価

表1 評価に用いたパラメータ

$\lambda_{on}, \sigma_{on}$	447.9 nm, $7.17 \times 10^{-23} \text{m}^2$
$\lambda_{off}, \sigma_{off}$	446.5 nm, $3.59 \times 10^{-23} \text{m}^2$
レーザー出力	20 mJ/pulse
パルス幅	10 ns
繰り返し	10 pps (pulses per s)
望遠鏡直径	50 cm
望遠鏡視角	1 m rad
光学系の効率	0.2
PMT量子効率	0.2
背景光強度	$8 \times 10^{-2} \text{W/m}^2 \text{ nm str}$

3に示す。ステップモーターに取付けられたカムによりサインバーを引張る構造である。振動の振幅およびバーの位置はねじで微調節され、任意の2波長を交互に取出すことが出来る。この装置により得られた2波長のスペクトルの例を図4に示した。この図は2波長それぞれについて10発を重ねたものである。1発の場合のスペクトルとの比較より波長の再現性は $\pm 0.5\text{\AA}$ 以内であることが示される。大気圧中の NO_2 のスペクトルは連続的であり、鋭い構造を持たないので、この再現性は NO_2 の測定には十分である。波長切替装置のステップモーターは専用のマイコンで制御され、レーザーの発射および後に述べる受光系のフィルター切替え装置と同期をとって動作する。

受光光学系

受光光学系にはレーザー波長の切替と同期して干渉フィルターを切替えられるような装置を用いている。この装置の見取図を図5に示す。干渉フィルターの取付けられた円盤はレーザー波長切替装置と同じマイコンにより制御され、同期をとって一定速度で回転する。DIALに用いるのは通常2波長であるが、干渉フィルターは4枚まで取付けられるように設計した。これは例えば波長によるエアロゾルの消散係数の違いにより生じる誤差の評価など、多波長の測定を考慮したものである。

おわりに

現在、システム各部の性能試験と全体の組立てを進めている。

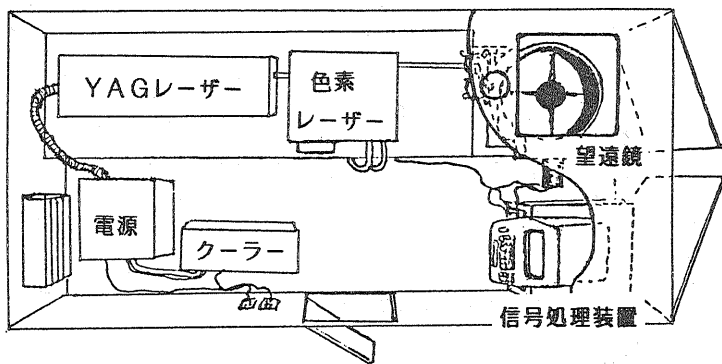


図2 コンテナ内の装置の配置

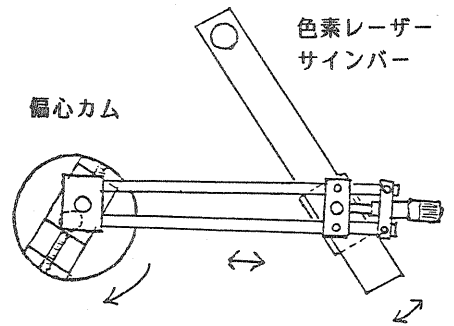


図3 波長切替え装置

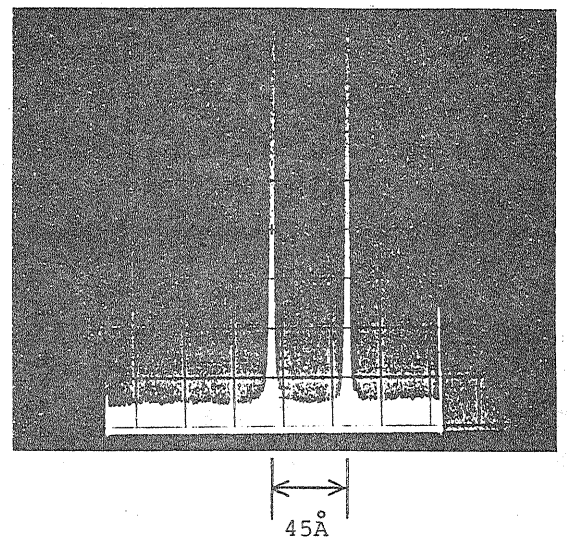


図4 レーザー出力光スペクトルの例。(この例ではDIALで用いる2波長には同調していない。)

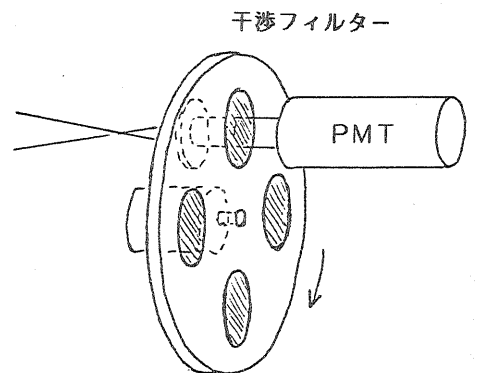


図5 受光光学系