

# 同時二波長発振フラッシュランプ励起色素レーザを用いたDIALシステム

## Differential Absorption Lidar Using a Simultaneous Two Wavelength Flashlamp Pumped Dye Laser

野村 彰夫 樋口 隆一 斎藤 保典 鹿野 啓三

A. Nomura R. Higuchi Y. Saito T. Kano

杉本 伸夫\* 仙内 延夫\*

N. Sugimoto N. Takeuchi

信州大学工学部情報工学科

Department of Information Engineering, Faculty of Engineering,

Shinshu University

\*国立公害研究所

The National Institute for Environmental Studies

### 1 はじめに

我々は、NO<sub>2</sub>監視用DIAL (Differential Absorption Lidar) の光源の開発を目的として誘電体多層膜干渉フィルタを用いた色素レーザの同調法について検討してきた。<sup>1)</sup> N<sub>2</sub>レーザ励起色素レーザにおいてこの同調法は成果をあげ、NO<sub>2</sub>監視用DIAL光源として実用の段階に達している。ここではフラッシュランプ励起色素レーザに同様な同調法を試み、その発振光の特性を調べた。更にその光源を用いてDIALシステムを構成し、NO<sub>2</sub>観測のために予備的な実験を行なったので、その結果について報告する。

### 2. NO<sub>2</sub>監視用DIAL光源

同軸型フラッシュランプ(DL-15Y, 内径15mm, Prose-R社)の中に2本の色素セル(石英, 長さ300mm, 外径6mm, セル間隔7mm)を通し、2つの独立した共振器を構成することにより、色素レーザの二波長同時発振化を行なった。この色素レーザの同調法としてプリズムを用いた方法があるがアラインメントがむずかしいという欠点がある。そこで2つの独立した共振器内に別々の干渉フィルタを挿入して同調する方法を試みた。図1にその共振器と、それぞれに対応するスペクトル特性を示す。透過率70%, 半値巾2nmの特性をもつ干渉フィルタにより、波長差

扱ったレーザ光は、ライン幅0.5nmの特性を示した。プリズムを用いた共振器のライン幅が1.2nmであるのに対し干渉フィルタを用いた共振器からは、ライン幅が2分の1以下の鋭いスペクトルが得られることがわかった。

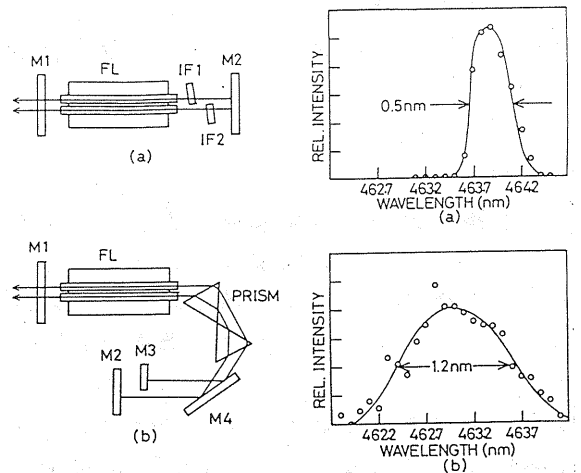


図1. 共振器とそのスペクトル特性

### 3. NO<sub>2</sub>測定用DIALの概要

図2に、DIALシステムの構成を示す。  
① 送信系には、図1(a)に示した共振器をもつフラッシュランプ励起色素レーザを使用した。2本のセルからの発振波長は、それぞれNO<sub>2</sub>の吸収の極大  $\lambda_{on} = 463.1 \text{ nm}$  と極小  $\lambda_{off} = 465.8 \text{ nm}$  に同調してある。出力は2

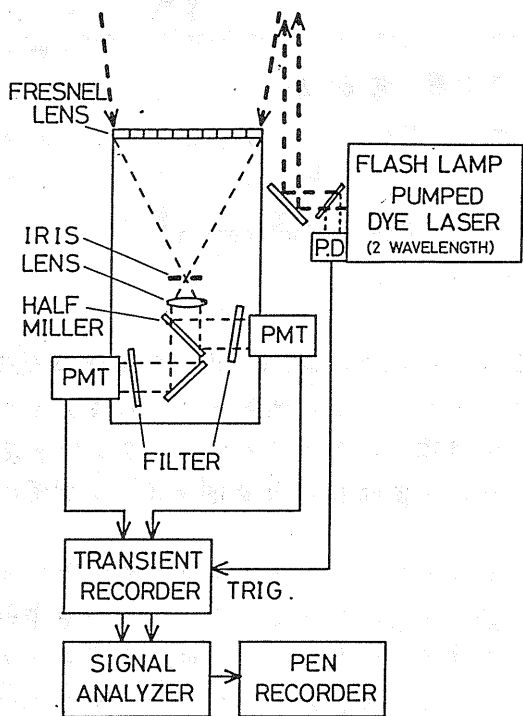


図2. DIALシステムの構成

波長合わせマ 15 mJ, ライン幅は 各々 0.5 mm, パルス幅は 300 m sec, ビーム拡がりは、5 m rad である。

2) 受光系は 口径 0.5 m, 焦点距離 0.8 m, 有効受光面積 0.2 m<sup>2</sup> のフレネルレンズ屈折望遠鏡を使用した。視野広がりは 10 m rad に設定してある。望遠鏡によって集められた後方散乱光は、ハーフミラー及び2枚の干渉フィルタを用い分離し、2本の光電子増倍管によって電気信号に変換される。

3) 信号処理系は、トランジェントレコーダ(DM-902 岩通)を用いゲートタイム 10 m sec で2チャンネルのデータを取得し、更にシグナルアナライザ(SM-2100 岩通)で必要な信号処理がなされた後ペンレコーダに出力される。

#### 4. 吸収断面積の差の測定

吸収断面積の差は、レーザー光のライン幅により変化する。このため NO<sub>2</sub> の絶対濃度測定をするためには、システムの固有の値として吸

収断面積の差を求める必要がある。

反射率  $\rho$  の反射体からの後方散乱光電力  $P_r(R)$  は  

$$P_r(R) = P_0 \cdot K \cdot \rho \cdot R^{-2} \cdot I^2 \quad (1)$$
 で与えられる。ここで  $P_0$  は出射レーザー光出力、 $R$  は反射体までの距離、 $K$  は送受信光学系の全効率、 $I$  は大気の透過率である。

$$I^2 = \exp\left[-2 \int_0^R (\alpha + \alpha_m) dr\right] \quad (2)$$
 で与えられ、 $\alpha$  は大気の変衰係数、 $\alpha_m$  は測定対象ガスの吸収断面積、 $m$  は測定対象ガスの濃度である。 $\lambda_{on} \approx \lambda_{off}$  とすると、 $K_{on} \approx K_{off}$ ,  $\rho_{on} \approx \rho_{off}$ ,  $\alpha_m \approx \alpha_{off}$  となり、NO<sub>2</sub> の吸収最大波長の極大 ( $\lambda_{on}$ ) と極小 ( $\lambda_{off}$ ) の2波長について (1) の比をとると

$$\frac{P_{r, on}(R)/P_{0, off}}{P_{r, off}(R)/P_{0, on}} = \exp\left\{-2(\alpha_m - \alpha_{off}) \int_0^R m dr\right\} \quad (3)$$

が得られる。更に

$$\alpha_m - \alpha_{off} = \frac{-1}{2 \int_0^R m dr} \ln \frac{P_{r, on}(R)/P_{0, off}}{P_{r, off}(R)/P_{0, on}} \quad (4)$$

となり、この式より吸収断面積の差が求まる。

実験では、送信光路とに NO<sub>2</sub> セル (50 m m $\phi$  × 300 mm) をおき、50 m 前方の建物の壁を反射体として利用した。また送信光路上に板ガラスをおき、出射光の一部を折り返して望遠鏡に入れることにより、出射光と反射光を同時に測定するようにした。

バースタティックにしたために (4) 式における係数 2 は消える。また  $R$  はセル長、 $m(r)$  はセル内の NO<sub>2</sub> の濃度である。この結果 吸収断面積の差  $1.6 \times 10^{-23}$  (m<sup>2</sup>) を得た。

#### 5. おわりに

同軸型フラッシュランプの中に2本のセルを通した色素レーザーの同調法として、干渉フィルタを用いた同調法を試み、その有用性を確認した。更にシステムの固有の定数として吸収断面積の差を  $1.6 \times 10^{-23}$  (m<sup>2</sup>) とすることにより NO<sub>2</sub> の絶対濃度が、距離分解をキッマ測定することが可能である。

#### 参考文献

- 1) Y. Saito, T. Teramura, A. Nomura and T. Kano, Appl. Opt., 22 12 (1982)
- 2) P. T. WOODS and B. W. JOLLIFFE, Optics and Laser Technology, February (1978)