

### 3. レーザレーダーによる排煙の観測

#### Plume Observations by Laser Radar

井沢靖和. 村上吉繁. 大谷博康. 山本道樹 小林弘幸

Y. Izawa. Y. Murakami. H. Otani. M. Yamamoto. H. Kobayashi

藤井康夫. 深津啓典\* 西村正太郎 山中千代衛

Y. Fujii. K. Fukatsu. M. Nishimura. C. Yamanaoka

大阪大学工学部

Faculty of Engineering, Osaka University

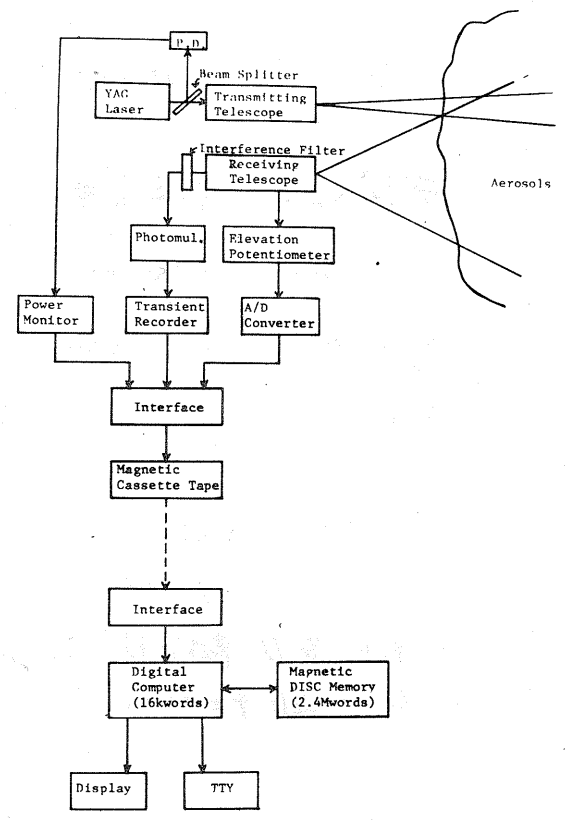
\* 関西電力 総合技術研究所

Technical Research Center, The Kansai Electric Power Co.

1. まえがき 従来からミ-散乱方式のレーザレーダーに、計算機によるデータ処理を取り入れた観測システム(固定局と移動観測車)を開発し、種々の大気汚染計測を行う<sup>(1,2)</sup>と共に、紫外光を利用した $NO_2$ 検出法についても実験的検討を加えてきた<sup>(3)</sup>。測定時間の短縮と精度の向上をめぐり、ルビ-レーダーに代えて高くり返しYAGレーザとそのホ-高調波を移動観測車に搭載し、排煙流の拡散分布と、 $NO_2$ 排出源濃度の測定を行っている。ここでは高繰返しレーザでのデータ処理システムと観測結果について報告する。

2. 測定システム レーザ送出の高繰返し化に伴い従来の紙テープのペースの処理システムを磁気テープに置き換えた。測定システムデータ処理系の構成をカ1図に示す。YAGレーザは基本波出力最大9MW、ホ-高調波出力最大750KW、最大繰返し50ppsである。光電子増倍管による受信信号はトランジェントレコーダ-に送られ、時間サンプリング、6bitのA/D変換後、内部メモリに記憶する。記憶容量は256語である。

フォトダイオードで検出したレーザーパワーは12bitに量子化してモニターし、一方送受信望遠鏡の仰角も12bitに量子化する。これらの情報は、レーザーパワー、受光望遠鏡の仰角、エコー信号の順にインターフェースでシリアルビットに変換し、CRCを付加して、磁気カセットテープ装置に収録する。レーザーの1shotに対する全データビット数は1536bitである。ここでCRC(Cyclic Redundancy Check)とは、カ



※1 図 データ処理系の構成図

セットテープから情報を読出す際に、誤りを検出するための冗長ビットで12bitある。1巻のカセットテープには、A・B各面に1000 shotsのデータを収録できる。観測地で収録したカセットテープを、デジタル計算機に接続し、大気中の汚濁物質の[濃度]×[散乱係数]の値を計算する。この時、データは1shotのデータごとにまとめて磁気ディスク記憶装置に転送する。すべてのデータを計算し終わると、ディスプレイ装置に等濃度線として表示する。

3. 排煙拡散分布 火力発電所の煙突を対象に排煙の拡散を測定した。煙突高は150mと180mである。排煙は肉眼では見えなため、煙突出口から測定をスタートし、レーザー光送出の仰角、方位角を変化させ排煙によるエコーを追跡しながら風下距離500~1000m付近まで測定を行った。

排煙による汚染解析上重要なパラメータは排煙の上昇高度、拡散幅、断面の速度分布である。煙の上昇高度については多くの理論式、実験式が

提呈されているが, Basanquet -  
 II の修正式と Moses & Carson の式  
 がレーザーレーザーによる測定値  
 と比較的良い一致を示した。水平  
 及び垂直方向の拡散幅  $\sigma_y, \sigma_z$  と  
 風下距離  $x$  との関係は  $x = 200 \sim$   
 $300 \text{ m}$  までは距離と共に増大する  
 が, それ以上では飽和の傾向を示  
 した。  $\sigma_y$  と  $x$  の関係を Fig. 2 に  
 示す。 図中 A ~ B は Pasquill の  
 安定度に基づいた拡散幅, 破線が  
 YAG<sup>4)</sup> およびルビー  
 レーザー<sup>5)</sup> による測定値, ○印が筆

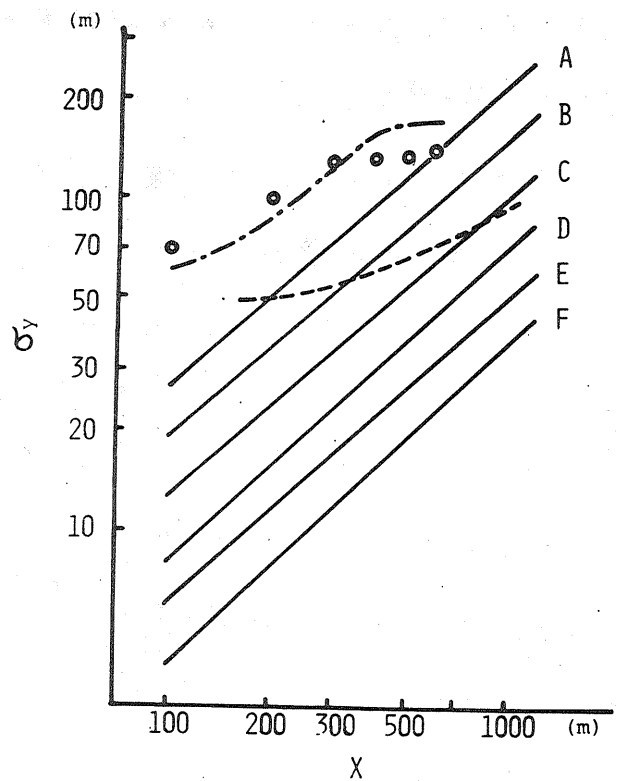


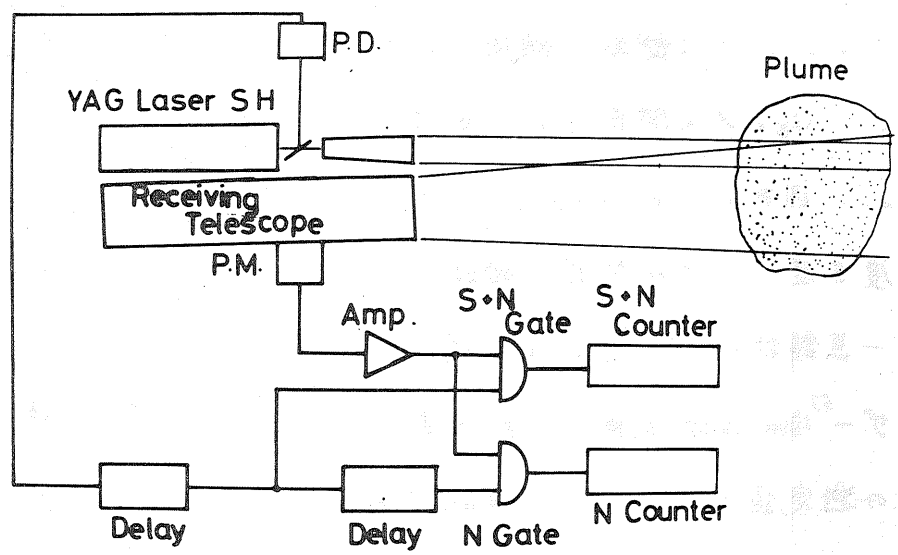
Fig. 2 拡散幅の比較

者の測定値 (ルビーレーザーによる) である。ルビーレーザーによる測定値が  
 大きくでているのは拡散モデルの基礎となる評価時間が異なること, また  
 Pasquill は点源を考えているが, 実際には煙突排出直後に強制的に拡散が  
 引き起こされていることなどによるものであろう。

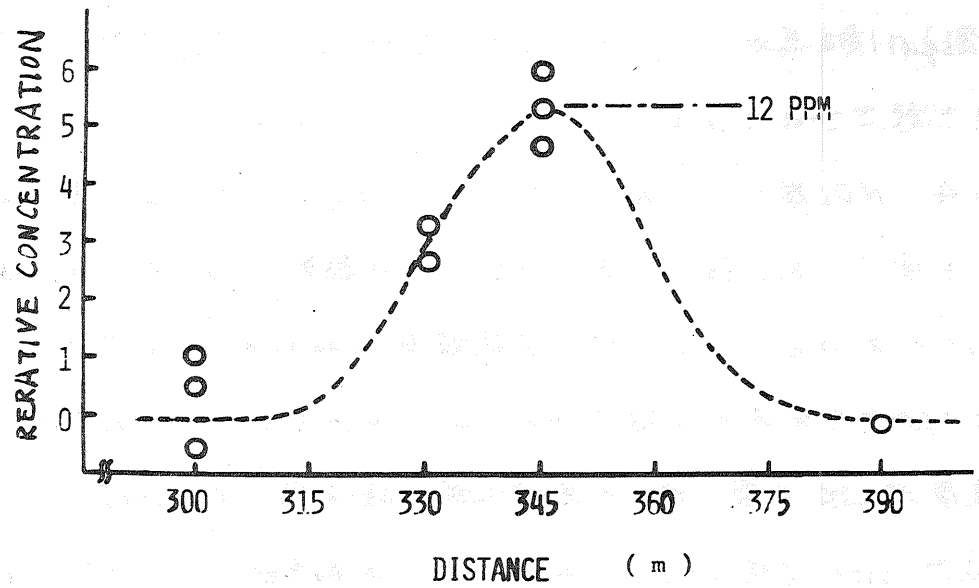
4.  $\text{NO}_2$  検出 Aレーザー及びYAGレーザーが2高調波を用いて  $\text{NO}_2$   
 の共鳴ケイ光特性を測定した。その結果, i) 上単位の放射寿命が  $\approx 50 \mu\text{s}$ .  
 ii) ケイ光の自己クエンチング定数  $Q = 128 \text{ Torr}^{-1}$  iii) 大気中ではクエンチング  
 のためケイ光寿命は短く  $10 \text{ ns}$  以下である。iv) ケイ光強度は大気中では  $\text{NO}_2$   
 濃度に比例する。v) ケイ光放出断面積はYAG- $\delta H$  励起に対し大気中で  $1.5 \times$   
 $10^{-28} \text{ cm}^2/\text{str}$  を得た。この値を用いると予想される  $\text{NO}_2$  の検出限界は  $100 \text{ m}$   
 離れて  $1 \text{ ppm}$  程度となる。Fig. 3 に示す光電子計数法を用いたシステムを  
 観測車に搭載し実験を行った。  $\delta + N, N$  ゲートともゲート幅は  $100 \text{ ns}$  である。

実験の対象は火力発電所の排煙で、観測車から煙突直上までの距離は345mであった。お4図にその実験結果を示す。横軸は観測車からの距離、縦軸はNO<sub>2</sub>相対濃度である。この図より明らかに煙突直上でNO<sub>2</sub>が最大値を示しているのがわかる。既知濃度のNO<sub>2</sub>セルを135mの位置に設置して、それによるケイ光強度の比較から算出したNO<sub>2</sub>濃度は12ppm程度であった。発電所のデータによるとNO<sub>x</sub>の排出濃度は約100ppm程度でありその約1/10ほどがNO<sub>2</sub>として排出されているものと思われる。この方式によるNO<sub>2</sub>検出ではエア

ロツルによるケイ光が問題となる。発電所からの排煙は集塵機を通しているため粉塵濃度はmg/m<sup>3</sup>程度であり、これによるケイ光強度はNO<sub>2</sub>濃度に換算してppm程度にすぎない。したがってケイ光法は排出源濃度の監視に充分利用可能である。



お3図 NO<sub>2</sub>検出システム



お4図 排煙のNO<sub>2</sub>相対濃度分布

1) S. Kitamura et al: Technol. Repts. Osaka Univ. 24, 545 (1974), 2) 井沢電気評論 60, 272 (1975), 3) 大谷地 昭 50 電気通大 487, 4) 内藤他: オ2回レーザーラボ 6 (1973) 5) 山本他: 総合研究報告「レーザーラボ 専攻会誌」 68 49.3