

14 大気汚染研究のための レーザーレーダーシステム

Laser Radar System for Studies of Air Pollution

山中千代衛^{*}, 井沢靖和^{*}, 佐々木孝友^{**}, 佐部市朗^{**}
西村正太郎^{**}, 鈴木胖^{**}, 村上吉繁^{**}, 北村新三^{***}

Ch. Yamanaka^{*}, Y. Izawa^{*}, T. Sasaki^{**}, I. Sabe^{**}

M. Nishimura^{**}, Y. Suzuki^{**}, Y. Murakami^{**} and S. Kitamura^{***}

* 大阪大学工学部レーザー工学研究施設

** 大阪大学工学部電気工学教室

*** 神戸大学工学部計測工学教室

* Institute of Laser Engineering, Osaka University

** Department of Electrical Engineering, Osaka University

*** Department of Instrumentation Engineering, Kobe University

1. まえがき

近年、レーザー工学の進展に伴い、レーザーレーダー方式による大気汚染物質の検出法が追求されてきた。従来の計測機器とは異って、レーザーレーダーを用いることにより、短時間に、大気の三次元的構造を解析することが可能となる。この目的のために、レーザーレーダーによるオンライン観測システムを開発してきたが、ここでその概略を紹介する。

2. レーザーレーダーシステムの概要

システムは、固定 (Fig.1, Fig.2) および移動 (Fig.3) の観測局よりなっており、現在、ルビールーザーを用いたミュー散乱方式のレーダーを装備している。Fig.4 はデータ処理を中心としたブロック図を示す。

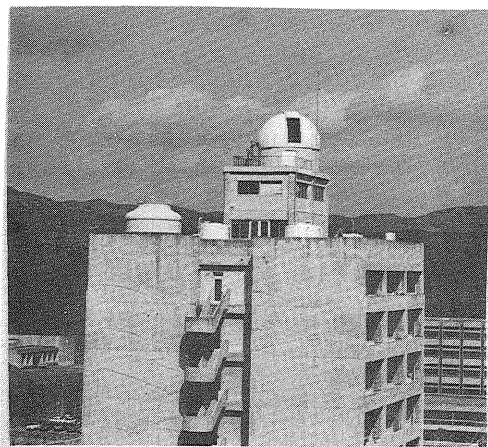


Fig.1 Radar Dome

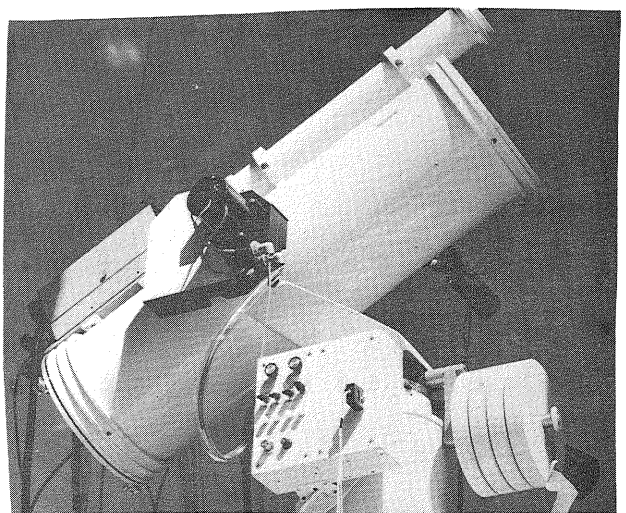


Fig.2 Laser Radar



Fig.3 Mobile Station

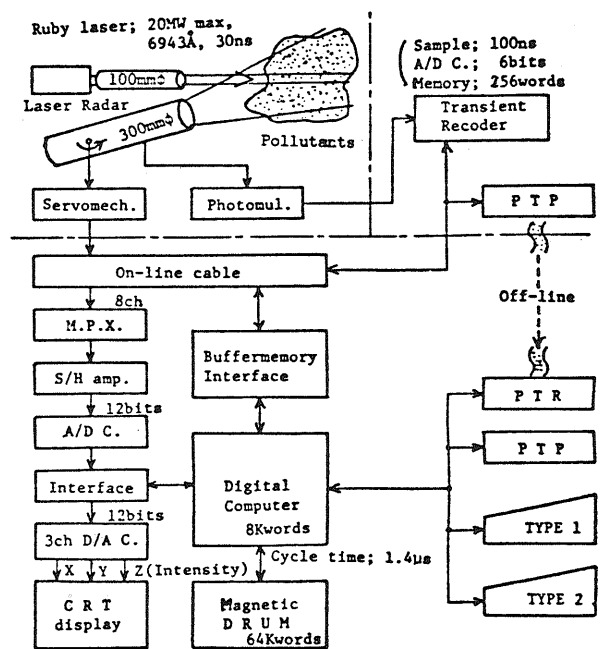


Fig.4 Block diagram of laser radar system

このシステムでは、光電子増倍管の出力電圧は、時間サンプリング(100ns), A/D変換(6bits)を受けてメモリー(256w)に入る。つぎに、

このデータはオンライン形式では、伝送線を通してデジタル計算機へ転送され、ドラムに入る。この場合の転送時間は1sec以内である。ドラムにはRHIに換算して、20面程度のデータを入れることができる。オフライン形式では、トランジェントレコーダー内のデータを紙テープに打出す。この場合の所要時間は6sec程度である。(移動局ではオフライン形式を用いる)。

計算機では、レーダー方程式

$$P_r(R) = E_t P_t A_r \frac{C}{2} N(R) \sigma(R) \cdot \exp\left[-2 \int_0^R \alpha(R') N(R') \sigma(R') dR'\right] / R^2$$

を解いて、各サンプリング点 R_i での散乱強度 $N(R_i) \sigma(R_i)$ を求める。このとき散乱係数 $\alpha(R_i)$ が未知であるので、これは視程を測定することにより、経験的に与えている。求められた $N(R_i) \sigma(R_i)$ は、THI, RHI または PPI の形で、CRTモニター上に輝度変調をかけて表示される。

システムの観測範囲は1~3km, 分解能は15m程度である。現在、この点の改良とデータ処理の高速化を計っている。

3. 観測結果の1例

このシステムで得た結果の1例を Fig.5, Fig.6 に示している。これは、冬期にスモッグ層を観測した結果で、Fig.5はTHI表示(横軸時間, 縦軸距離), Fig.6はRHI表示(横軸, 縦軸とも距離)である。これらの図は興味のあるパターンを示しているが、現在、未知のところも多い。

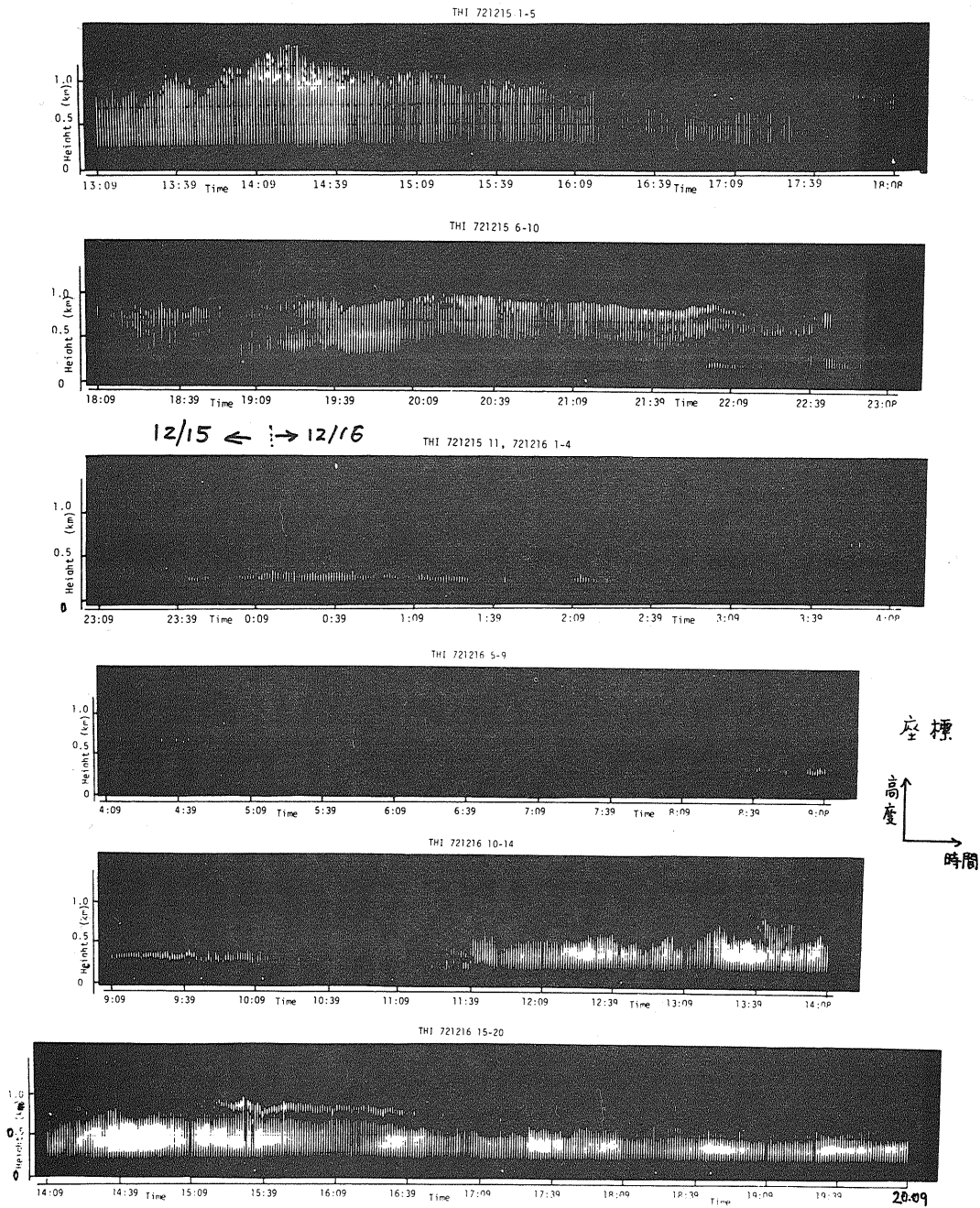


Fig.5 Time-Height cross section of the aerosol structure over Osaka University on December 15 and 16, 1972

4. 大気汚染現象の解析

ミー散乱方式のレーザーレーダーは大気の動きをつかまえる目的に適している。すでに、排煙流の追跡に応用した結果は多く報告されている。他方、従来、主として化学的な計測器によるポイントサンプリングのデータをもとにして、大気汚染のシステム解析がなされてきたが、レーザーレーダーを用いるなら、3次元的な情報を得ることが可能であり、より有効な解析が行える。我々のグループではこの線に沿って、大気汚染系のモデリングを中心とした研究を進めている。

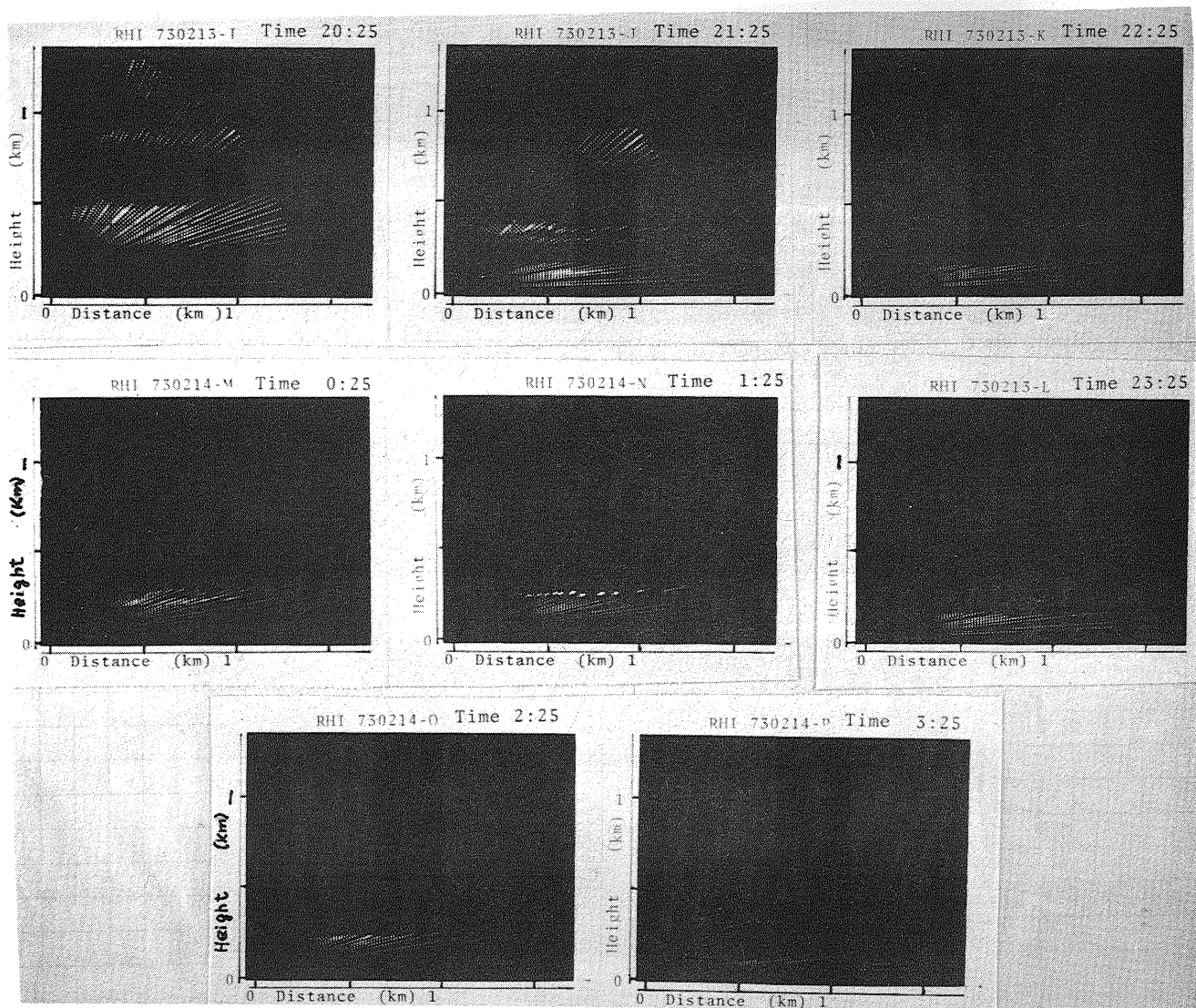


Fig.6 Range-Height cross section of the aerosol structure on February 14, 1973

5. あとがき

ここでは大気汚染解析を目的としたレーザーレーガンシステムの概要をのべた。ルビーレーザーを用いた観測システムはほぼ完成の段階にあり、固定、移動局の連繋により、大気汚染問題の解明に有力な手段となろう。さらに、大気汚染ガス分子を対象としたレーザーレーガンの実用化を計ることにより、大気汚染に対し幅の広いアプローチが可能となろう。

なお、本研究の遂行に際し、文部省科学研究費一般研究 46, 47年度、特定研究「環境汚染制御」47, 48年度補助を受けた。また、大阪大学工学部 中井貞雄助教授、山中章彦助教授、土師統一、小林純、後哲夫氏の協力を得たことを付記する。

参考文献：西村正太郎：レーザーレーガンによる大気域観測と環境システムの解析，特定研究「環境汚染制御」報告書，48年3月