

6. Mie散乱YAGレーザーによる大気中の多重不連続層検出
Detection of the Atmospheric Multi-Discontinuities
by Mie-Scattering with a YAG Laser Radar

後藤 顕也・樋口 義則

Kenya Goto Yoshinori Higuchi

東京芝浦電気株式会社 総合研究所

Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd. Research & Development
Center

要旨.

1.06 μm Nd³⁺:YAGの64pps 5MWレーザを使って開口径500mmの受光器(東芝XY走査YAGレーザ・レーダ試作3号機)で受信した大気からのMie散乱強度をA形表示し、種々の気象条件について比較した。風の強い日とか、降雪の翌日とかの大気の非常にきれいなときは大気の不連続層は観測できないが、それ以外は、ほとんどの日で上空100~1,000mに幾重にも重なった大気の不連続層や単純な不連続点が、レーザ・レーダの散乱強度の不連続な変化として観察できた。レーザ・レーダの水平および垂直走査を利用して、この不連続点の分布を調べるとFig. 10^(b)に示すようなはまり1層を形成していることがわかった。Fig. 10(a)はそのときの高さ方向の温度勾配を示したもので、大気汚染の煤煙等による層の上部と、大気温の鉛直分布の温度逆転とが、よく対応していることを示している。

いろいろな原因でできた大気温の逆転層が大気汚染の激しい地区に形成されると、そこから上へは汚染ガスや粒子が拡散されないで、つぎつぎと逆転層の下に堆積される。したがって汚染の初期には地上の視程計が非常によい透過率を示しているのにMie散乱レーザ・レーダの散乱強度は大きな値を示すという現象がよくみられる。(Fig. 3, 4, 5 参照)

また、これと反対に、地上視程が極端に悪くても、上空には逆転層や、散乱強度が特に強い層などがほとんど観測できない場合もある。(たとえばFig. 8, 9 など) したがって、上に述べた不連続層の発生と地上視程とは相関性がほとんどないということが、できる。

しかし、本実験で使用したような高くり返しシヤイアントパルスレーザを用いて大気からのMie散乱光強度を連続監視すれば、いち早く、大気の不連続層(=大気温の逆転分布のために発生するものと考えられる。)を検

出できるはずである。そうすれば、逆転層下に堆積する汚染ガスが、だんだんと地上まで到達する以前に排煙規制などの手段をとるこができる、スモッグ発生を事前に抑えるこができると思われる。

参考資料

- (1) 後藤：昭43年電気四学会連合大会講演予稿集 1. P. 1682.
「100pps シヤイアントパルス固体レーザー」(昭43年3月)
- (2) 後藤・樋口；昭43年電子通信学会全国大会講演予稿集 P. 688
「YAG 100pps GレーザーおよびそのSHG特性」(昭43年10月)
- (3) 後藤・平野・樋口：「高クハ返しGレーザーによるSHG」^{29回}行物学会講演予稿 1. P. 117
(1968年10月)
- (4) 後藤・樋口：「レーザーレーダ」昭44年電気四学会連合大会講演予稿集 P. 2028
(昭44年5月) (B形素子 YAGレーザーレーダ)
- (5) " : 「レーザーレーダ(Ⅱ)」昭45年電気四学会 " P. 1874
(昭45年4月) (PPI表示による帯状スモッグ検出)
- (6) " : 「レーザーレーダ(Ⅲ)」昭47年電子通信学会全国大会予稿集 P. 1000
(昭47年4月) (小形レーザーによる多重逆転層観測)
- (7) R. T. H. Collis, F. G. Fernald and M. G. H. Lidgda: "Laser Radar Echoes from a Stratified Clear Atmosphere", Nature, 203, 1274 (Sept. 1964)
- (8) T. Takahashi, K. Goto, Y. Higuchi: "An Experimental Scanning Laser Radar", ~~IEEE J. of Quantum Elect.~~ IEEE J. of Quantum Elect. QE-5, 328. (June, 1969)
- (9) 後藤・斎藤・辻・大越・高岡：「100pps シヤイアントパルス YAGレーザー(Ⅱ)」
第31回行物学会講演予稿集 II a. D9 (昭45年10月) P. 114

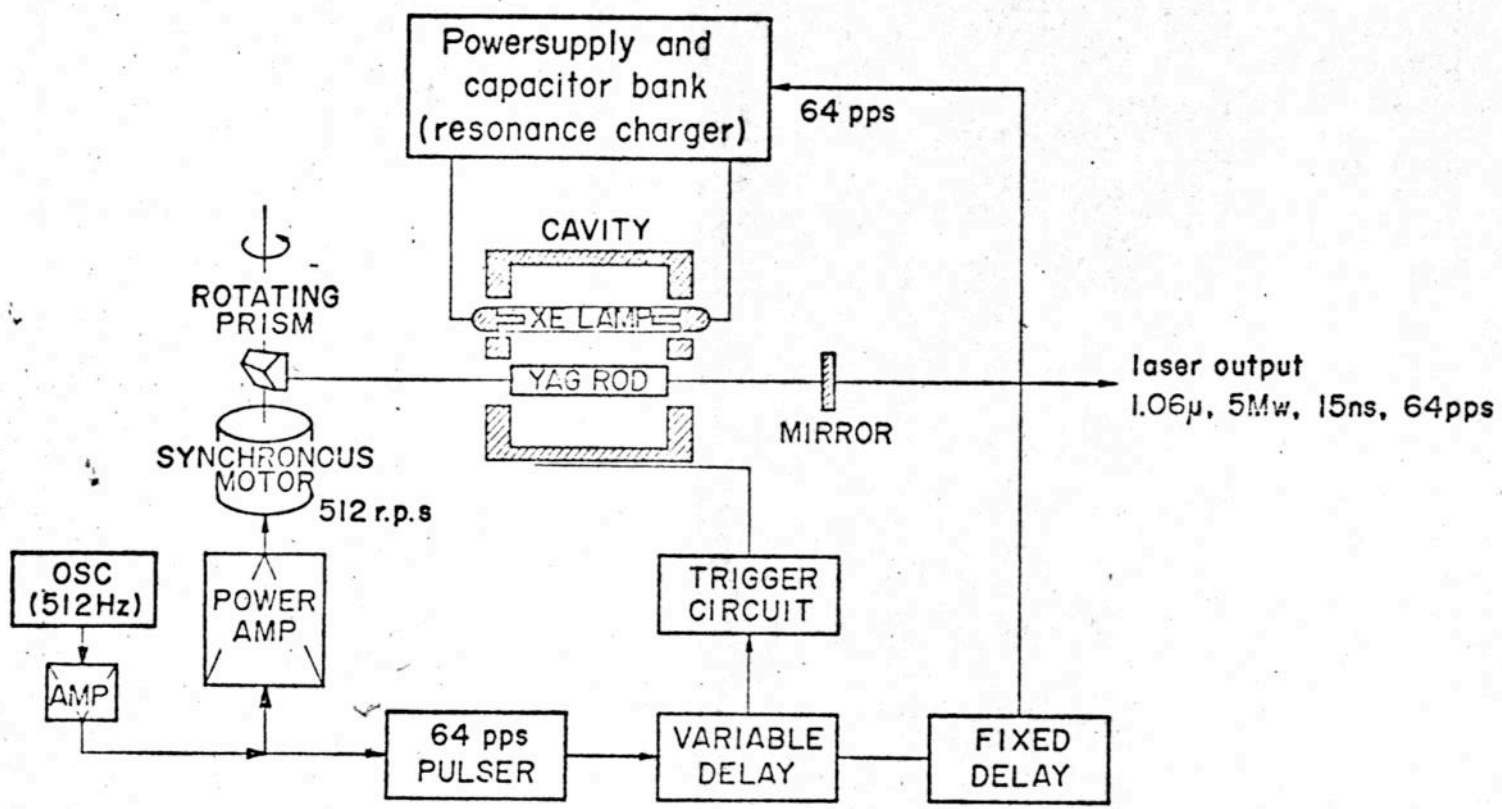


Fig. 1 (a) Experimental laser radar transmitter arrangement.

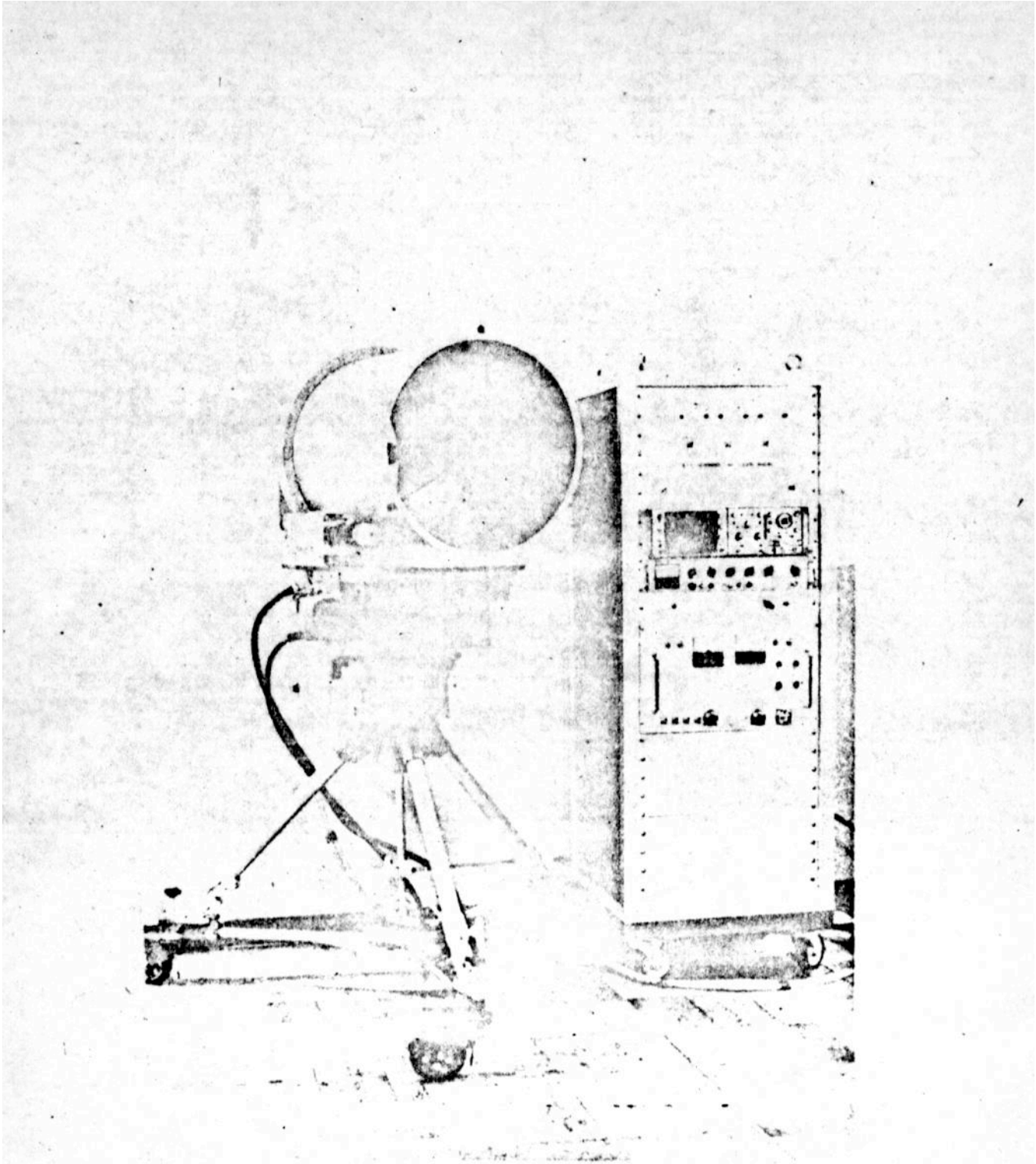
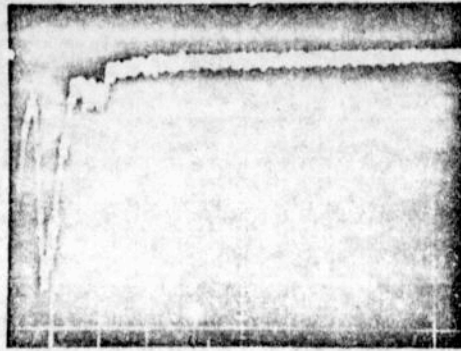
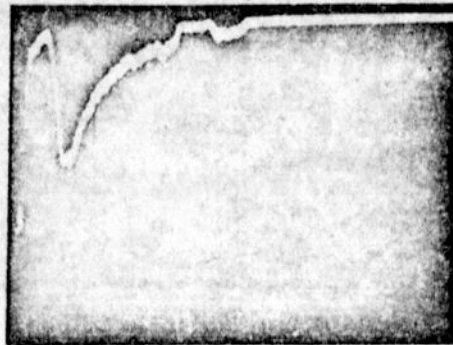


Fig. 1 (b) 64 pps giant pulse YAG laser radar.



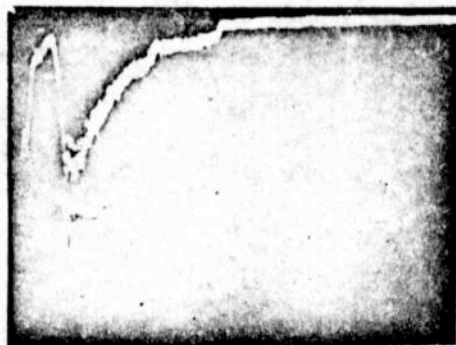
Feb. 8, 1972 23:18
 Fine
 $\theta = 25^\circ$
 Horizontal: $1 \mu\text{s}/\text{div}$
 Vertical : $10 \text{ mV}/\text{div}$
 Visibility : 10 km

Fig. 2 A laser radar observation on a fine day. A sharp discontinuity is observed at a distance of 300 m from the radar.



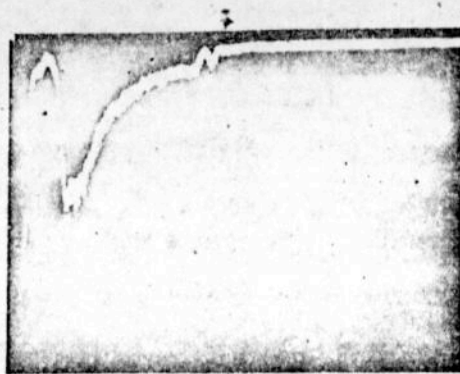
Nov. 25, 1971 18:25
 Fine
 $\theta = 30^\circ$
 Horizontal: $0.5 \mu\text{s}/\text{div}$
 Vertical : $50 \text{ mV}/\text{div}$
 Visibility : 20 km

Fig. 3 Multi-discontinuities in the atmosphere on a fine day.



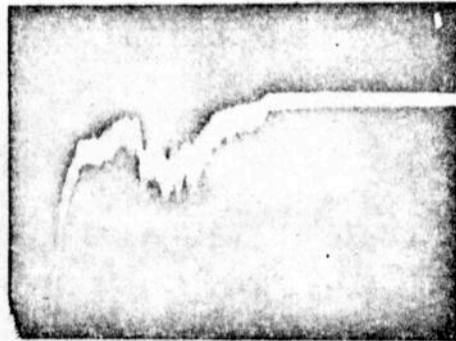
Nov. 25, 1971 18:55
 Fine
 $\theta = 30^\circ$
 Horizontal: $0.5 \mu\text{s}/\text{div}$
 Vertical : $50 \text{ mV}/\text{div}$
 Visibility : 20 km

Fig. 4 Stairlike discontinuities are seen in the back-scattered signals taken on a fine day when the visibility meter on the ground indicated 20 km.



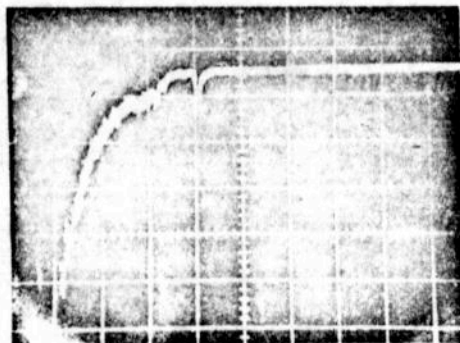
Nov. 25, 1971 18:50
 Fine
 $\theta = 30^\circ$
 Horizontal: 0.5 μ s/div
 Vertical : 50 mV/div
 Visibility : 23 km

Fig. 5 Vibrating discontinuities.



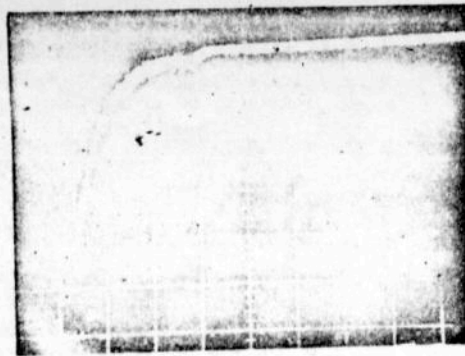
Nov. 27, 1971 20:01
 Fine
 $\theta = 11^\circ$
 Horizontal: 5 μ s/div
 Vertical : 5 mV/div
 Visibility : 3.5 km

Fig. 6 Complicated multi-discontinuities observed in the far atmosphere on a fine day.



Feb. 7, 1972 0:50
 Snow
 $\theta = 15^\circ$
 Horizontal: 1 μ s/div
 Vertical : 5 mV/div
 Visibility : 2.3 km

Fig. 7 Laser radar echoes on a snowy day. Both an atmospheric discontinuity and a cloud are observed.



Jan. 24, 1972 22:02

Cloudy

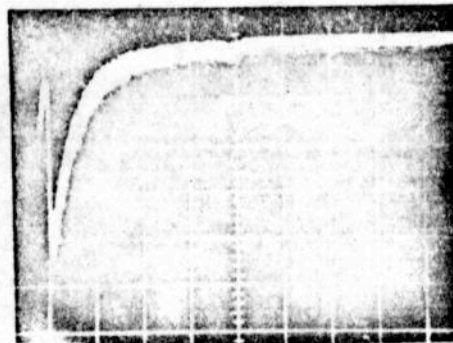
$\theta = 20^\circ$

Horizontal: $2 \mu\text{s}/\text{div}$

Vertical: $2 \text{ mV}/\text{div}$

Visibility: 4.8 km

Fig. 8 Laser radar echoes on a cloudy day. A sharp discontinuity is observed in which clouds are not shown in the picture because the height of the clouds is much higher than the discontinuity.



Jan. 24, 1972 22:05

Cloudy

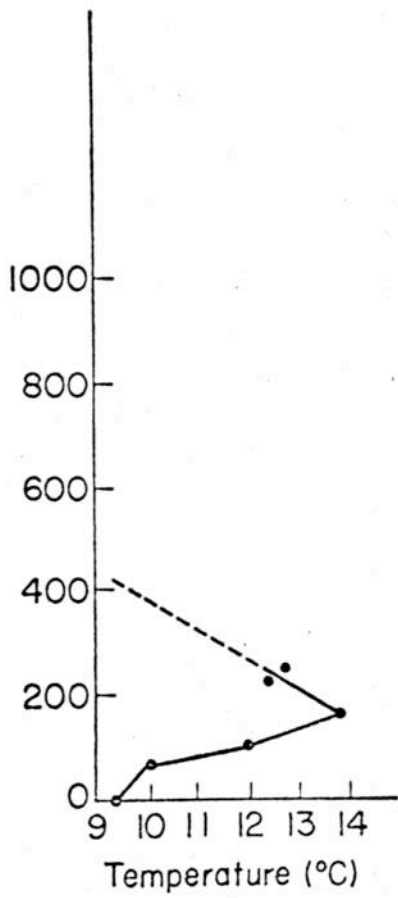
$\theta = 15^\circ$

Horizontal: $2 \mu\text{s}/\text{div}$

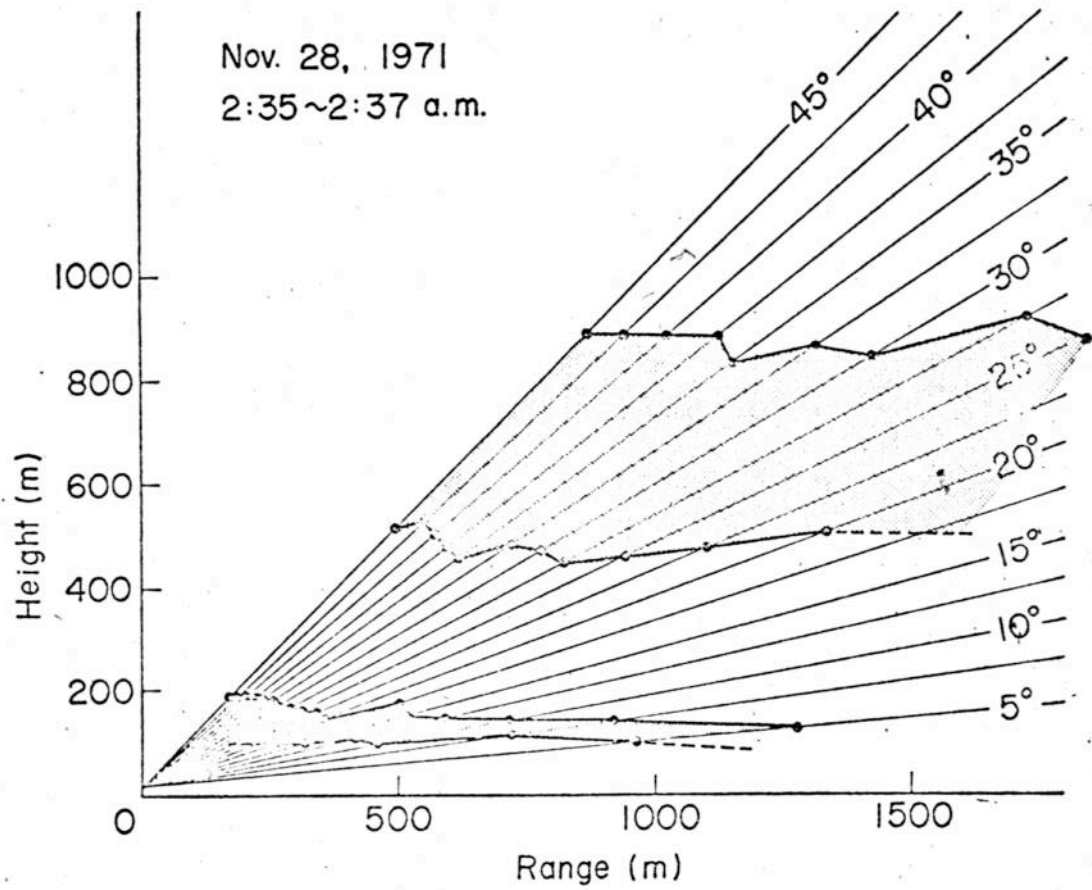
Vertical: $2 \text{ mV}/\text{div}$

Visibility: 4.8 km

Fig. 9 Echoes similar to those in Fig. 8. However, the position of the discontinuity from the radar is farther by a factor of 300 m, owing to the difference of the elevation angle.



(a) Temperature profile



(b) Profile of discontinuities of back-scattering

Fig. 10 Range and Height Indication of Atmospheric Inversion Layers.

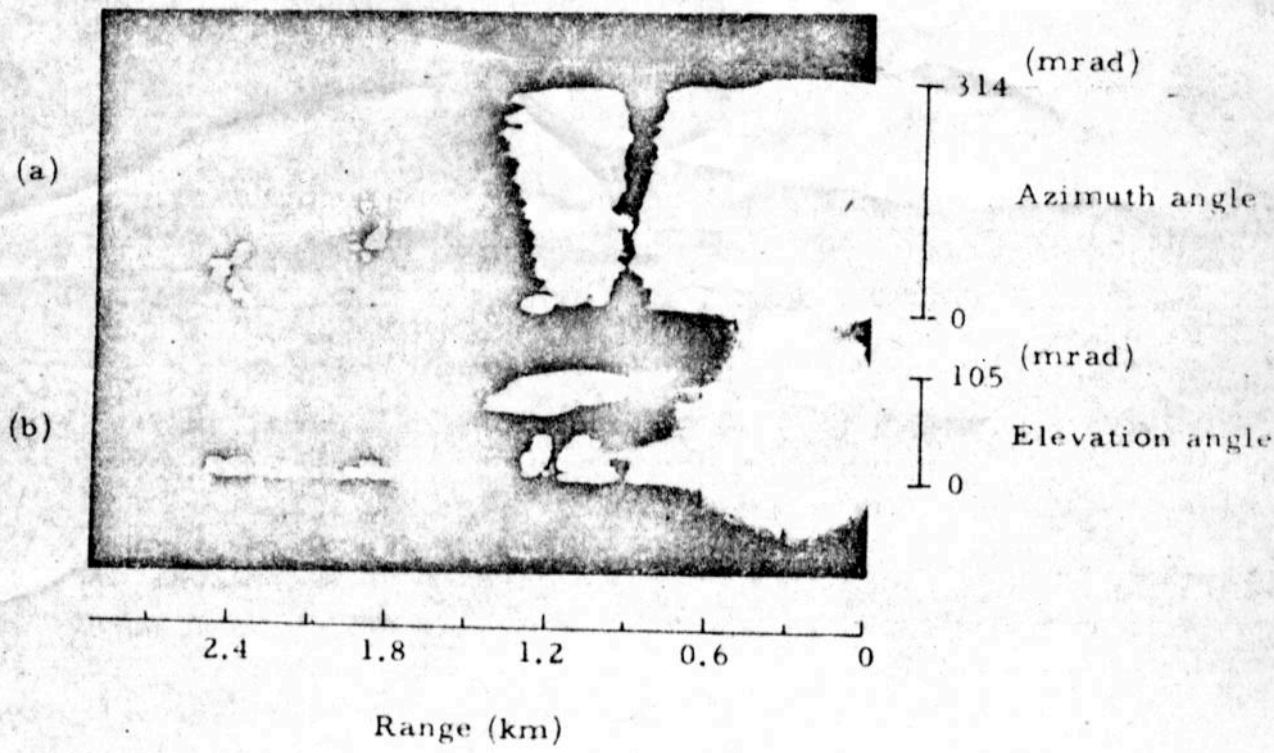


Fig. 11 E-scope displays of the horizontal and vertical distribution of air pollution. (a) corresponds to PPI display and (b) to RHI. The smog above buildings and exhaust gases from automobiles on the ground are shown in both B-scopes.