

B 2

時間相関法レーザーレーダーによる 風向風速鉛直分布の測定

Conical-Scanning Time-Correlation Lidar for measuring
the vertical profile of the wind

松井一郎、杉本伸夫、笹野泰弘、清水浩

I.Matsui, N.Sugimoto, Y.Sasano, and H.Shimizu

国立公害研究所

National Institute for Environmental Studies

SYNOPSIS: A high-speed conical-scanning lidar for measuring the vertical profile of the wind was constructed and tested. The measurement is based on the time correlation method using the aerosol distribution pattern as a tracer. The wind direction and wind speed up to the height of 1km were measured by the lidar. The results agree with simultaneous pilot measurements.

エアロゾル分布パターンをトレーサーとした風向風速の鉛直プロファイルの測定を目的とするライダーを製作し、測定実験を行った。測定原理はライダーによりエアロゾルの高度分布の時間変化を複数の方向で測定し、時間相関法によりエアロゾル分布パターンの移動速度をすなわち風向風速を求めるものである。製作した装置では Fig. 1 に示すようなコニカルスキャン方式により 6 方向のライダー信号を高速で記録した（繰返し数 10 Hz で 1 ショット毎にスキャンした。スキャン角は全角 11.4 度とした）。レーザーは YAG レーザーの第 2 高調波（532 nm，出力約 200 mJ）を用いた。

高度毎に測定した 6 点のエアロゾル濃度の時系列データ（Fig. 2）の相互相関を 15 通りのすべての組み合わせで計算し、エアロゾル分布パターンの移動時

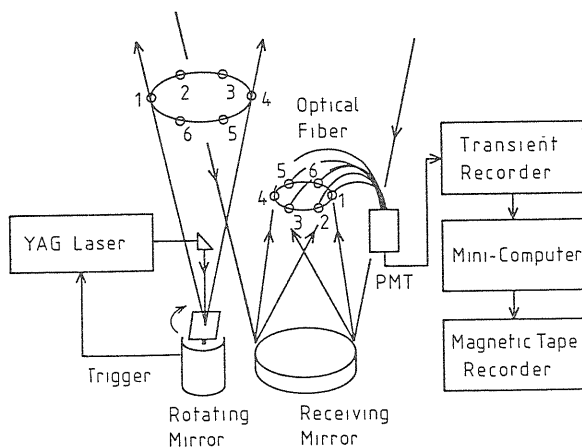


Fig.1 Block diagram of conical-scanning time-correlation lidar system.

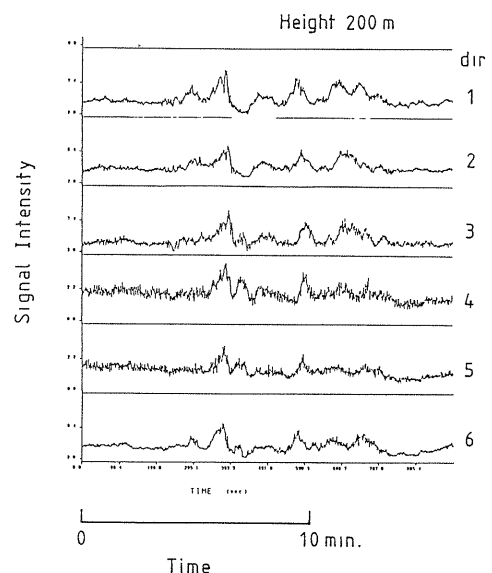


Fig.2 Temporal change of the received signal.

間に対応する時間遅れを求めた。Fig. 3に相互相関の計算例を示す。エアロゾル分布パターンの空間的相関が等方的である場合、風向を θ_0 、風速を v 、相関をとる2点間の距離を L 、2点間の方向を θ とすると時間遅れ t_m は理論的に、

$$t_m = (L/v) \cos(\theta - \theta_0) \quad (1)$$

と書ける (Fig. 4)。Fig. 5に高度200 mにおける t_m / L の実験値を θ の関数として極座標でプロットした。(1)式は円周を表すが、実験値は理論通りほぼ円周上に並ぶことがわかる。Fig. 5中に示した円はデータ点に最小2乗法でフィットした。円の中心の方向が風向を、円の直径が風速を表わす。各高度について同様の方法で風向風速が求められた。

Fig. 6は上の方法によりライダーで求めた風向風速の鉛直プロファイルのパイバルによる同時観測の結果と比較して示したものである。両者の測定結果はほぼ一致した。この実験ではエアロゾルをトレーサーとして高度約1 kmまでの風向風速が測定できた。また、雲のパターンをトレーサーとしたさらに上空(測定例では高度3 km付近)の風向風速の測定が行なえた。時間相関ライダーはパイバルに替わる測器として期待される。

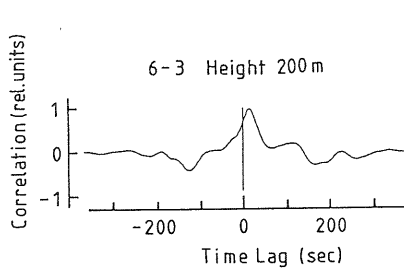


Fig.3 Example of the time correlation.

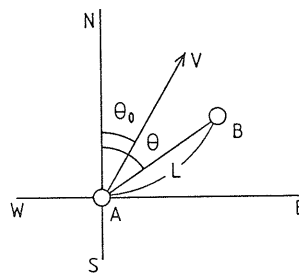


Fig.4 Explanation of Equation (1).

$$[\text{Time Lag}] = (L/V) \cos(\theta - \theta_0)$$

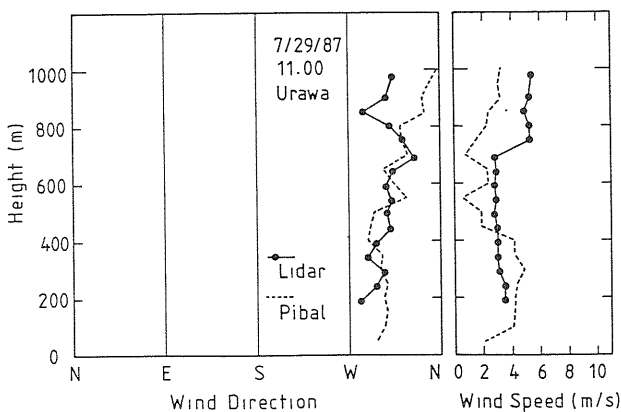


Fig.6

The wind profile measured by the lidar.

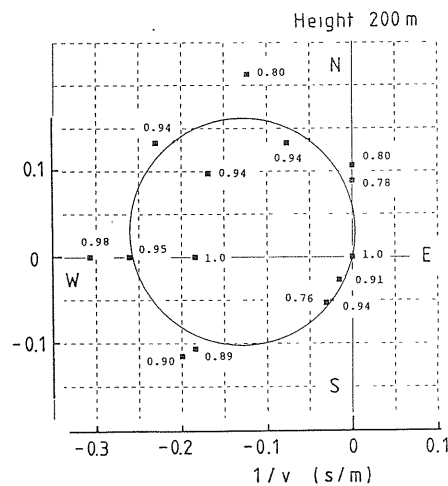


Fig.5 Timelag t_m/L plotted as a function of θ .