

Wind Measurement using the Diode Laser Radar and CCD Camera

長澤 親生* 阿保 真* 内野 修**
 Chikao Nagasawa* Makoto Abo* Osamu Uchino**

*東京都立大学工学部 **気象研究所

*Tokyo Metropolitan Univ. **Meteorological Research Institute

SYNOPSIS: The random modulation diode laser radar can easily detect clouds up to 10km in altitude. We try to measure wind velocity at cloud altitude using the laser radar and CCD camera with image processing technique. This technique can be extended to the measurement from space.

1. はじめに

我々が製作した擬似ランダム変調半導体レーザレーダは、どこにでも自由に移動でき、約10 kmまでの雲底高度を分解能20 mで測定することができる¹⁾。今回は、雲の高さの風速を、このレーザレーダによって測定した雲底高度と、高感度CCDカメラと画像処理によって求めた見かけの移動量から求めることを試みたので報告する。

2. 測定方法

Fig. 1 に示すように、まずレーザレーダを目標とする雲の方向に向け、雲までの距離 R と仰角 θ を測定し、雲の高度 H を $H = R \sin \theta$ で求める。同時に CCD カメラで雲の静止画像 2 枚を時間間隔 ΔT で撮り、画像処理ボードを通してパソコンへ転送し、画像処理演算により雲の画像上の移動量を求める。画像取得装置の諸元を Table 1 に示す。移動量を求めるには、画像 B を固定し画像 A を平行移動させて、画像 A、B の全領域に渡る対応する画素の値の差の絶対値の総和が最小になる移動量、つまり差分最小の移動量を求めればよい。目標の雲が短い時間内に形が変わらずに水平に移動するものと仮定すると、画素単位の画像上の移動量 L から雲の移動速度 V は $V = L \times D / \Delta T$ で求めることができる。ここで D は 1 画素あたりの分解能で、本装置の場合レーザレーダから求めた雲底高度が H の時 $D = H \times 0.003$ で表わせ雲底高度が 1000 m の場合 3 m になる。

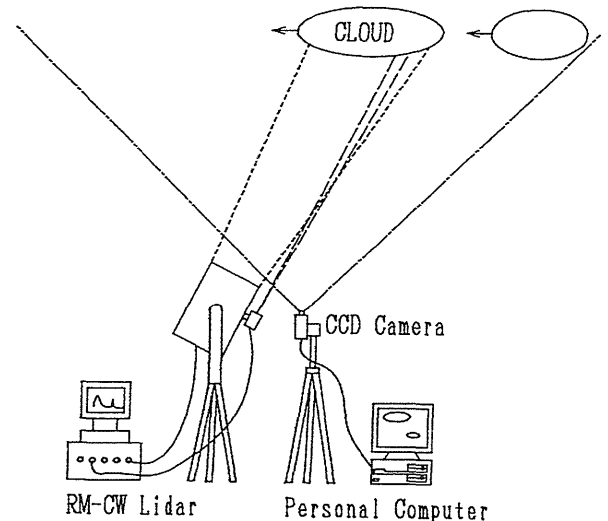


Fig.1 Schematic diagram of wind measurement system

Table 1 Specification of Image processor

Camera	: XC-57 2/3" CCD (SONY)
Lens	: f=8.5mm/F1.4
Field of view	: 75°
Image board	: FDM4-256 (PHOTRON)
Image memory	: 256 × 256 × 4 Byte
A/D converter	: 6bit
Sampling time	: 1/60 sec/plane
Computer	: PC9801VM (NEC)

3. 測定結果

Fig. 2 は時間間隔 60 秒で取得した 2 つの雲画像の輪郭で、この時雲は画面を右上から左下に移動しているのがわかる。Fig. 3 はその時の垂直上向きに設定したレーザレーダの測定結果で、雲の高さは約 3200 m である。この時は YAG レーザを使用して測定を行なった。これらから風速と風向を求めると北西の風 9 m となる。この測定は筑波の気象研究所で行なわれたものだが、この測定場所と同じ敷地内で UHF 帯電波を利用したウィンドプロファイラーによる風の測定が行なわれている。その結果を Fig. 4 に示す。風速、風向ともほぼ一致していることが確かめられた。

日中と月明りのある夜間においては、高感度 CCD カメラで、雲の形を捕らえることができた。月明りの無い夜間についても赤外用 CCD カメラを使用することにより測定可能である。輪郭が明瞭な雲に対しては移動量の測定は容易だが、濃淡が無く全体に広がった雲では測定は困難である。

レーザレーダでは半値幅 1 nm の狭帯域フィルターを受信部に用い、送信半導体レーザの波長をコントロールすることにより、昼間の測定も可能となっている。

4. おわりに

本方法では、簡単な測定装置で雲のある高度の風速を求めることができた。この原理を応用すれば、衛星などにレーザレーダとカメラを乗せることにより宇宙からより広い範囲の雲の流れの速さをより正確に測定することができる。

謝辞

ウィンドプロファイラーのデータを提供していただいた、気象研究所気象衛星・観測システム研究部第 4 研究室の上田室長並びに永井研究官に感謝致します。

参考文献

- 1) 阿保他、第 12 回レーザ・センシング・シンポジウム、No. D8 (1988)

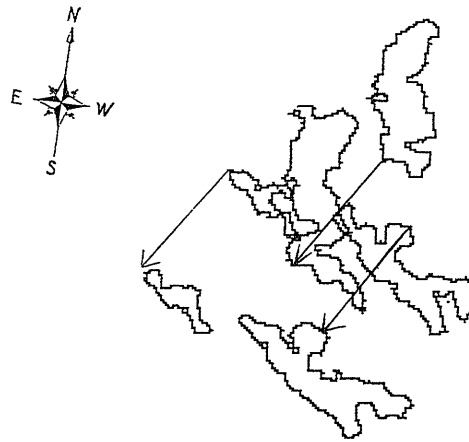


Fig. 2 Outlines of cloud image

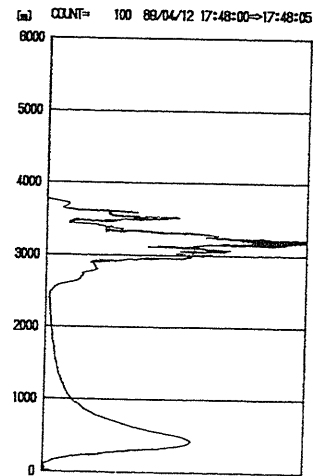


Fig. 3 Result of laser radar measurement

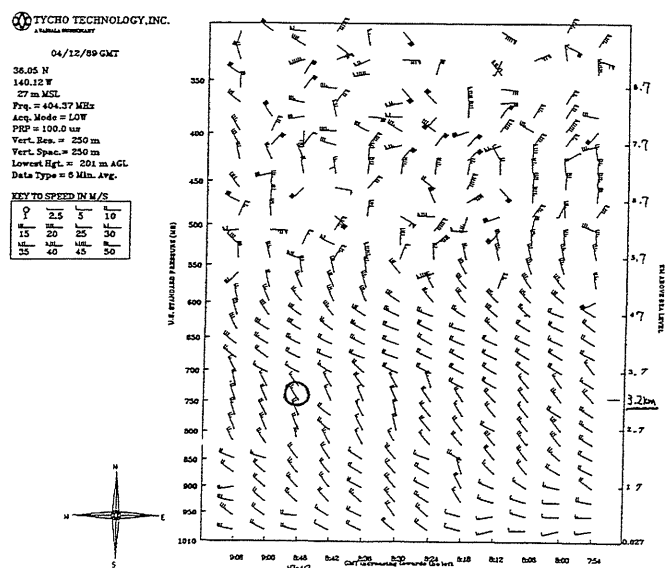


Fig. 4 Result of windprofiler