

A 9

降雪雲観測用レーザレーダの新システム

New Laser Radar System for Observation of Snow Cloud

清野 和宏 熊谷 晃一 遠藤 茂 丹野 直弘

Kazuhiro SEINO, Kouichi KUMAGAI, Shigeru ENDO, Naohiro TANNO

山形大学工学部

Faculty of Engineering, Yamagata University

1. はじめに

局所的な降雪雲の挙動について、我々は、これまで試作した簡便な偏光解消度測定用レーザレーダシステムによって観測を行なった。本報告では、これらのデータを基に大気透過率の補正による実験データを示す。また、雪雲の偏光解消度の測定が、降雪現象の予測に有効であることが確かめられ、この結果を基に、新たな降雪雲観測用レーザレーダシステムとドームの完成をみたので、それらについても報告する。

2. 降雪雲観測データの大気透過率補正

レーザレーダで測定される受信光強度は、次のようにレーザレーダ方程式で表わされる。

$$P_r(R) = P_o L K A_r \beta(R) T^2(R) Y(R) / R^2 \quad (1)$$

ここで、 P_o はレーザパルスの出力パワー、 L はレーザパルス空間長の半分の長さ、 K は光学系の全効率、 A_r は受光望遠鏡の有効面積、 $\beta(R)$ は体積後散乱係数、 $T(R)$ は大気透過率、 $Y(R)$ は幾何光学的全効率である。

大気透過率は、通常大気の消散係数 α_n 、微小距離を ΔR 、方程式の全定数を C として、近似的に求めることができる。部分透過率 T_n は

$$T_n = T_{n-1} \exp(-\alpha_n \Delta R) \quad (2)$$

$$\alpha_n = 4\pi P_{rn} (n \Delta R)^2 / (1.5 C T_{n-1}^2)$$

となる。以上の様に、初期値 $n=1$ の設定によって、実験的に次々とそれぞれの値を求めることができる。

次に、雲の相について識別する方法について述べる。直線偏光されたレーザ光の偏光方向に平行な散乱光強度を $P_{r//}(R)$ とし、垂直な散乱光強度を $P_{r\perp}(R)$ とすると、レーザレーダ方程式より、偏光解消度 δ は、

$$\delta = P_{r\perp}(R) / P_{r//}(R) = \beta_{\perp}(R) / \beta_{//}(R) \quad (3)$$

となり、透過率や距離などの項が相殺されるので、距離補正が不要で、かつSN比の向上が期待できる。ここで、 $\beta_{//}$ と β_{\perp} は、レーザ光の偏光に平行と垂直な後散乱係数である。

実験データを基に計算した降雪雲の散乱係数と大気透過率を図1に示す。

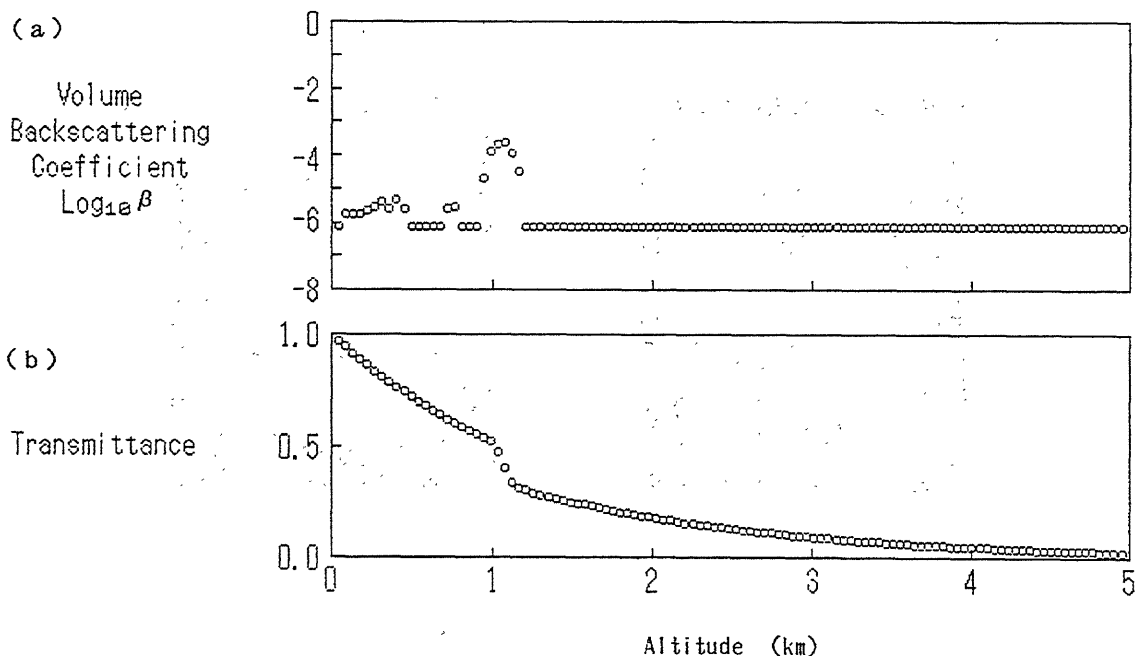


図1. 降雪雲の後方散乱係数と大気透過率

3. 新システムの構成

我々は、新たに観測用ドームを本学屋上に完成させ、さらに、ドーム内に新しいレーザーダシステムを完成させた。新システムは、送受光系に二枚の回転できるミラーを用いることにより、全方位の観測が可能である。従って、RHIモードによる観測も可能である。現在のところ、送受光用ミラーは調整中の段階であるが、THIモードによる観測は可能である。観測用ドームの写真を図2に、システムの構成を図3にそれぞれ示す。

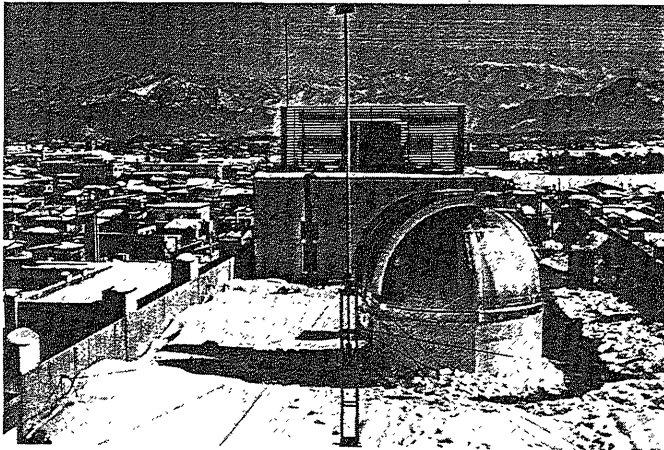


図2. 観測ドームの写真

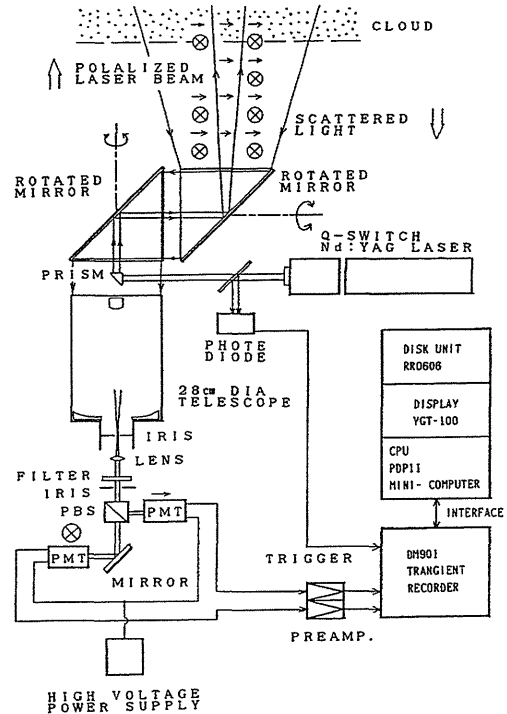


図3. 新システムの構成図

4. 観測結果

新システムで観測した降雪雲のデータ例を図4(a),(b)に示す。図(a)は距離補正ならびに、大気の透過率の補正をした受信信号強度であり、図(b)は偏光解消度を表わしている。

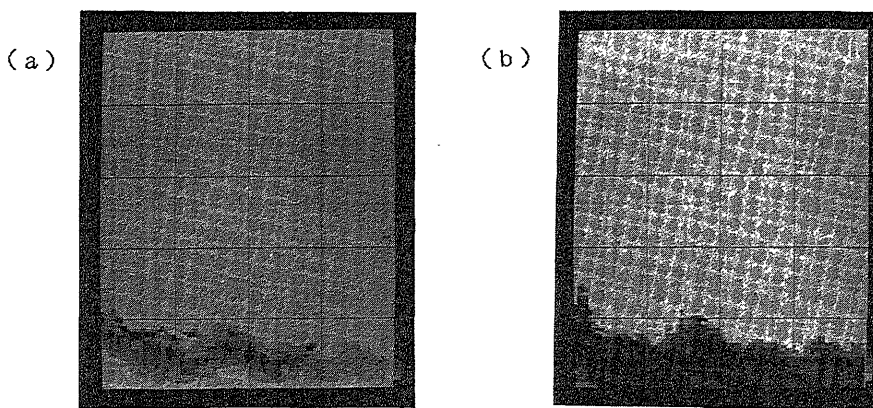


図4. 降雪雲の観測結果

5. むすび

新システムの製作にあたり、全方位の観測が可能な光学系をシステムに組み入れた。また、フィルタを入れることにより昼間の観測も可能となった。また、ソフト面でも、大気の透過率を求めて補正できるようにし、観測用プログラムでは、リアルタイム表示出来るように改良した。新システムは一部調整中ではあるが、THIモードでの観測は可能であることが確かめられた。さらに、調整をして定常観測が出来るようにするつもりである。