

# P27 北極ライダー観測 (スピッツベルゲン) VI -偏光解消度から見た多種PSCsの混合- Arctic Lidar Observation (Spitbergen)

## -Analysis of Mixing of various PSC Particles by Depolarization-

○足立 宏<sup>1</sup>, 柴田 隆<sup>1</sup>, 岩坂泰信<sup>1</sup>, 藤原玄夫<sup>2</sup>,  
林 政彦<sup>1</sup>, 長田和夫<sup>1</sup>, R. Neuber<sup>3</sup>, 長谷正博<sup>1</sup>, 中田 滉<sup>1</sup>,  
白石浩一<sup>2</sup>, 渡辺征春<sup>1</sup>, 酒井 哲<sup>1</sup>, 名倉義信<sup>2</sup>, 進 和美<sup>2</sup>  
○H. Adachi<sup>1</sup>, T. Shibata<sup>1</sup>, Y. Iwasaka<sup>1</sup>, M. Fujiwara<sup>2</sup>,  
M. Hayashi<sup>1</sup>, K. Osada<sup>1</sup>, R. Neuber<sup>3</sup>, M. Nagatani<sup>1</sup>, H. Nakada<sup>1</sup>,  
K. Shiraishi<sup>2</sup>, M. Watanabe<sup>1</sup>, T. Sakai<sup>1</sup>, Y. Nakura<sup>2</sup>, K. Susumu<sup>2</sup>

- 1 : 名古屋大学太陽地球環境研究所  
Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.  
2 : 福岡大学理学部  
Faculty of Science, Fukuoka Univ.  
3 : Alfred Wegener Institute, Germany

Polar stratospheric clouds (PSCs) are observed by a lidar at Ny-Ålesund in Dec. 1994 and Jan. 1995. Analysis of depolarization suggested that PSC particles are consist of some kinds of particles.

### 1. はじめに

名大S T E研と福大理学部は、1994年から冬季に、Ny-Ålesund (Svalbard, Norway :78.5°N, 12°E) にて、ライダーによるエアロゾル観測を実施している。この場所の上空の成層圏は、冬季のほとんどの場合北極渦のほぼ中心に位置し、-80°C以下の低温となることが非常に多い。このような低温域では極成層圏雲 (PSCs) が発生することが知られている。前回 (1993/1994年冬季) には、ライダーによってPSCsからの信号が数回検出された。

今冬季 (1994/1995年) は12月中旬から3月中旬にかけて観測を実施した。観測中、12月上旬から1月下旬まで、下部成層圏の温度が低温になった期間があり、その間にPSCsが断続的に出現した。ここでは全偏光解消度と散乱比を用いて、その時の混合したPSCs各粒子の特徴を考察する。

### 2. 観測装置及び観測データ

我々のライダーシステムは、Nd-YAGレーザと30cmカセグレン望遠鏡を使用し、下部成層圏以下のエアロゾル観測を主眼に作られた。2-30kmの以下のデータの高度分布を同時観測している。

- ①第2高調波(532nm)での散乱比 (R) : エアロゾルの混合比に対応
- ② " (532nm)での全偏光解消度 (δ) : 非球形性に関係
- ③基本波(1064nm)での散乱比 (R<sub>F</sub>) : エアロゾルの混合比に対応
- ④後方散乱係数の波長依存性 (α) : エアロゾルの粒径分布に関係

これらのデータは、PSCの微物理やPSC上での不均一反応を理解する上で貴重な情報を与えるであろうことを期待している。

### 3. 分析方法と考察

ここでは、散乱比 (R) 及び全偏光解消度 (δ) を用いてPSCの粒子構成の変化について考える。R, δは式変形により次のようになる。

$$R = 1 + \sum_i \frac{P_i + S_i}{P_m + S_m} = 1 + \sum_i M_i$$

$$\delta = \frac{S_m + \sum_i S_i}{P_m + S_m + \sum_k (P_k + S_k)} = (1 - R^{-1}) \left\{ \frac{\sum_i M_i \delta_i}{\sum_k M_k} - \delta_m \right\} + \delta_m = A \{ \overline{\delta_{aero}} - \delta_m \} + \delta_m$$

$$\delta_m \equiv \frac{S_m}{P_m + S_m} \quad (= \text{大気}の偏光解消度) \quad \delta_i \equiv \frac{S_i}{P_i + S_i} \quad (= i \text{種}粒子の偏光解消度)$$

$$\delta_{aero} \equiv \frac{\sum_i M_i \delta_i}{\sum_k M_k} = \frac{\sum_i (P_i + S_i) \delta_i}{\sum_k (P_k + S_k)} \quad (= \text{エアロゾル}の平均偏光解消度)$$

$$M_i \equiv \frac{P_i + S_i}{P_m + S_m} \quad (\sim i \text{種}粒子の混合比に対応) \quad A \equiv 1 - R^{-1}$$

ここで、P、Sはそれぞれ信号の平行、垂直成分を示し、添字*m*は大気分子、*i*は*i*種粒子を意味する。

$\delta_m$ 、 $\delta_i$ が粒子固有のものと仮定すると、 $\delta$ -Aグラフの傾きを見ることで、粒子構成を考察することができる。 $\delta$ -Aグラフの傾きは、以下ようになる。

$$\frac{d\delta}{dA} = \sum_i \left\{ \delta_i - \delta_m - \sum_{j \neq i} M_j (\delta_j - \delta_i) \right\} dM_i / \sum_k dM_k$$

1度に1種類の粒子だけ増減すると仮定した場合、上式より傾きは一定となる。すなわち、傾きの種類の数だけ、粒子の種類が存在するといえる。また、*s*種の粒子だけの増加の極限は、

$\lim_{M_s \rightarrow \infty} \delta = \delta_s$  及び  $\lim_{M_s \rightarrow \infty} A = 1$  であるから、これを用いてその粒子の偏光解消度を考察できる。Fig.1

の(d)は2種の粒子の混合、(e)は3種の粒子の混合と考えられる例である。また(e)により、3種の粒子の偏光解消度は、 $\delta_1 \sim 0\%$ 、 $\delta_2 \sim \text{数}10\%$ 、 $\delta_3 \sim 0.5\%$ と考えられる。

3種の粒子だけ存在するものと仮定したときの、偏光解消度の高い粒子の分布を考える。

Fig.1(e)より  $|\delta_2 - \delta_3| > |\delta_1 - \delta_3|$  がいえるから、下で定義するBは

$$B \equiv -\frac{\delta - \delta_3}{A - 1} = \delta_m - \delta_3 + M_1(\delta_1 - \delta_3) + M_2(\delta_2 - \delta_3) \approx C_1 M_2 + C_2$$

となり、第2種粒子の分布を示すものとなる。Fig.1(a,b,c)は、全偏光解消度とBの高度分布を比べたものである。全偏光解消度が小さくなった時に、偏光解消度の高い粒子が少なくなるとは限らないことがわかる。

Bの使用例として、硝酸3水和物(NAT)の霜点と温度との差との関係(Fig.2)をあげておく。

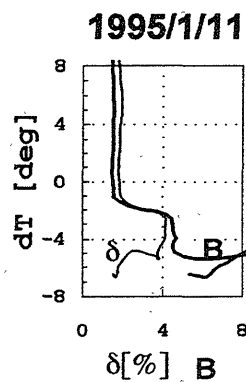
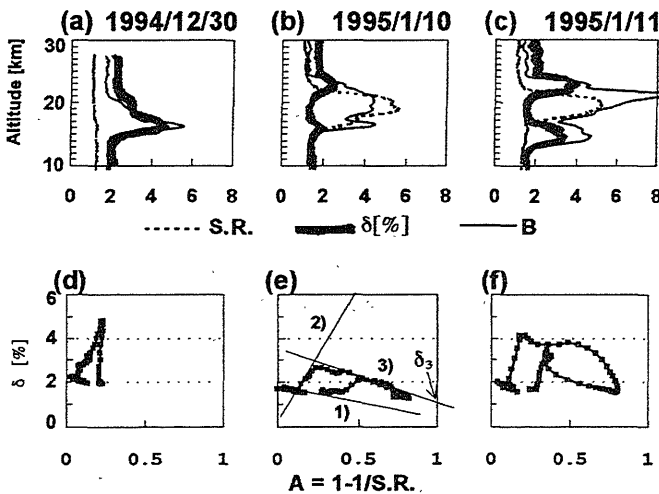


Fig.1 (a,b,c) : Height distribution of scattering ratio, depolarization and  $B \equiv -(\delta - \delta_3)/(A - 1)$ . B implies mixing ratio of high-dep. particle. (d,e,f) : Relation between depolarization ( $=\delta$ ) and  $A \equiv 1 - 1/S.R.$  (d) and (e,f) suggest mixing of two and three kinds of particles respectively. 1) Background aerosol ( $\delta_1 \approx 0$ ) 2) High-dep. particle 3) High-dep. particle ( $\delta_3 \approx 0.5$ )  
(a,d):1994/12/30 (b,e):1995/01/10 (c,f):1995/01/11

Fig.2 Relation between dT and B or depolarization ( $=\delta$ ) in 11 JAN, 1995. dT is defined as difference between temperature and NAT frost point. B implies mixing ratio of high-dep. particle.