

F5 極成層圏雲(PSCs)における球形粒子と非球形粒子の時間変化

— Ny-Ålesund でのライダー観測 —

Observation of spherical and non-spherical particles of Polar Stratospheric Clouds - Lidar Measurement at Ny-Ålesund -

○足立 宏¹, 柴田 隆¹, 林 政彦¹, 酒井 哲¹, 田村耕一¹, 長谷正博¹,
白石浩一², 名倉義信², 進 和美², 藤野一啓², 鮎川 秀²,
R. Neuber³, 藤原玄夫², 岩坂泰信¹

○H. Adachi¹, T. Shibata¹, M. Hayashi¹, T. Sakai¹, K. Tamura¹, M. Nagatani¹,
K. Shiraiishi², Y. Nakura², K. Susumu², K. Fujino², S. Ayukawa²,
L. R. Neuber³, M. Fujiwara², Y. Iwasaka¹

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

Backscattering ratio of spherical or non-spherical particles is calculated by total backscattering ratio and total depolarization ratio under the assumption that PSCs consist of spherical and non-spherical particles which have a specific depolarization ratio. The continuous profiles of backscattering ratio of each particles show that a amount of each particles change in PSCs.

1. はじめに

名大STE研と福大理学部は、1994年1月から冬季に、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。

PSC粒子は、温度が下がるに従って硫酸粒子→硝酸粒子→氷粒子になるといわれている。当初は硝酸粒子は固相粒子である硝酸三水和物(NAT)であると考えられていたが、最近の観測・室内実験・理論モデルの研究では、HNO₃/H₂SO₄/H₂Oの三成分系液滴粒子等、その他いろいろな硝酸粒子が提案され、未だ組成・形成・成長過程は不明な点が多い。

今回の発表では、偏光ライダーを用いて、PSCs中の固相粒子(～非球形粒子)と液滴粒子(～球形粒子)それぞれの量的変化を解析する。まずその為に、従来の解析パラメータから、それぞれの粒子の量的変化を示すパラメータ“粒子の散乱比”の導出する。そのあと、1994/1995年冬季・1995/1996年冬季にNy-Ålesundで観測されたPSCs中の球形粒子の散乱比と非球形粒子の散乱比の時間変化を検討する。

2. 球形粒子の散乱比と非球形粒子の散乱比の導出

固有の偏光解消度を持つ2種類の粒子群(添え字1, 2)の混合状態の大気を仮定すると、偏光ライダーから得られるその大気的全散乱比R_T(～混合比)・全偏光解消度δ_T(～非球形性)は以下のように表すことができる。

$$R_T = 1 + \frac{\beta_{//1} + \beta_{\perp 1}}{\beta_{//m} + \beta_{\perp m}} + \frac{\beta_{//2} + \beta_{\perp 2}}{\beta_{//m} + \beta_{\perp m}} = 1 + R_1 + R_2$$

$$\delta_T = \frac{\beta_{\perp m} + \beta_{\perp 1} + \beta_{\perp 2}}{\beta_{//m} + \beta_{\perp m} + \beta_{//1} + \beta_{\perp 1} + \beta_{//2} + \beta_{\perp 2}} = (1 - R_T^{-1}) \left\{ \frac{\delta_1 \cdot R_1 + \delta_2 \cdot R_2}{R_1 + R_2} - \delta_m \right\} + \delta_m$$

ここで、βは体積後方散乱係数を示し、添え字//は平行成分、⊥は垂直成分、mは大気分子からの散乱を示す。δ_mは大気分子の偏光解消度、δ_i(i = 1, 2)はi種粒子群の偏光解消度で、以下のように定義する。

$$\delta_m = \frac{\beta_{\perp m}}{\beta_{//m} + \beta_{\perp m}} \quad \delta_i = \frac{\beta_{\perp i}}{\beta_{//i} + \beta_{\perp i}} \quad (i = 1, 2)$$

以上の関係より*i*種粒子群の散乱比 R_i ($i = 1, 2$)は、次のように表される。

$$R_i = \frac{R_T \cdot (\delta_T - \delta_j) - (\delta_m - \delta_j)}{\delta_i - \delta_j} \quad (i, j) = (1, 2) \text{ or } (2, 1)$$

上の解析法を用いると、全体の量的変化ではなく、質を仮定した粒子群の量的変化を考えることができる。

3. PSCs中の球形粒子と非球形粒子の散乱比の時間変化

今回の発表では、この解析法をNy-Ålesundの偏光ライダーにより、1994/1995年冬季及び1995/1996年冬季に観測されたPSCsの例に応用する。PSC粒子を、球形粒子群($\delta_{\text{spherical}}=0\%$)と非球形粒子群($\delta_{\text{non-spherical}}=35\%$)によって形成されていると仮定をし(大気分子の偏光解消度 $\delta_m=0.44\%$)、それぞれの粒子群の散乱比を求め量的変化をみた。Fig.1は1995年12月21日から2日間の球形粒子(a)と非球形粒子(b)の散乱比の時間変化である。非球形粒子のピークがNATの飽和点以下で現れるのに比べ、球形粒子のピークはNATの飽和点から約4deg下がった温度で現れていることがわかる。

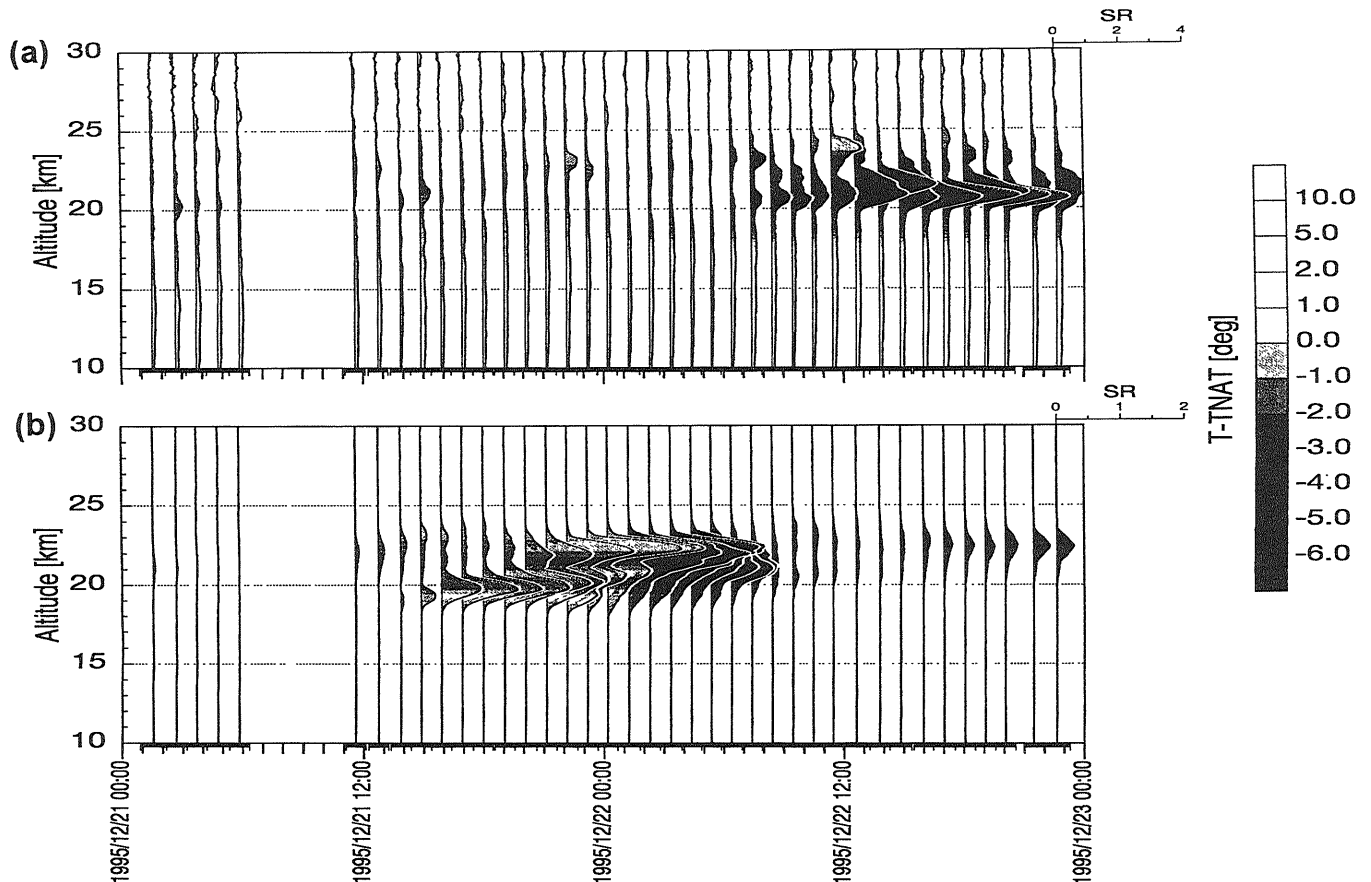


Fig.1: The continuous profiles of backscattering Ratio of spherical particles (a) and non-spherical particles (b) within 2 days from Dec. 21, 1995: These backscattering ratios are calculated by $\delta_m = 0.44\%$, $\delta_{\text{spherical}} = 0\%$, and $\delta_{\text{non-spherical}} = 35\%$. T-TNAT shows difference between temperature and NAT frost point.