

スバルバルにおける極成層圏雲のライダー観測

Lidar Observations of Polar Stratospheric Clouds over Svalbard

藤原玄夫¹⁾, 岩坂泰信²⁾, 柴田隆²⁾, 白石浩一¹⁾, 足立宏²⁾, 酒井 哲²⁾M.Fujiwara¹⁾, Y.Iwasaka²⁾, T.Shibata²⁾, K.Shiraishi¹⁾, H.Adachi²⁾ and T.Sakai²⁾

1) 福岡大学理学部応用物理学教室

2) 名古屋大学太陽地球環境研究所

1) Department of Applied Physics, Fukuoka University

2) Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Polar stratospheric clouds (PSC's) and background aerosols over NyAlesund, Svalbard (79° N) have been observed by Nd:YAG lidar since January 1994. The appearance of PSC's depends on the background temperature but not the amount of background aerosols. Types of PSC's observed are twofolds: the layer of liquid droplets of relatively larger sizes the top and bottom sides of which are frozen and the layer of frozen particulates. The latter appeared in the initial stage of stratospheric cooling and the former in the fully developed stage. Other important results of observation will also be reported.

1. はじめに

南極オゾンホール形成に果たす極成層圏雲の役割の重要性はよく知られたところである。北極圏成層圏では、南極圏ほど温度が低下しないこともあって、南極のように厚い極成層圏雲が発達せず、従ってオゾンホールも形成されてはいないが、極渦内では一時的には極成層圏雲が観測され、またミニ・オゾンホールともいふべきものも見出されていた。大気汚染物質が主として北半球で排出されることを考慮すると、条件次第では北極圏でのオゾン破壊が急速に進む可能性ありとするのも杞憂ではない。

我々は、ピナトゥボ火山が噴火した1991年から、成層圏の火山性エアロゾルを追跡するためにアラスカ（ポーカーフラット 65° N）でライダー観測を開始していたが、極渦内でのこの火山性エアロゾルの増加を原因とする極成層圏雲の頻繁な出現を予想し、北極圏のさらに高緯度での様子を調べるため、1993年、ノルウェイ・スヴァールバルのニオルセン（79° N）にライダーを設置し、1994年1月から観測を開始した。本稿では、主として極成層圏雲とバックグラウンド・エアロゾルのこれまでの観測結果を簡単にまとめて報告する。

2. ライダーシステム

Nd:YAG ライダー（基本波 1064nm, 第2高調波 532nm）のシステムとしては、受信望遠鏡（35cm）よりあとの光検出系を4チャンネルとして、初年度は、極成層圏雲を含むエアロゾルの、第2高調波に対する後方散乱係数 β および偏光解消度 δ の測定のために、2チャンネルを用いた。次年度からは、さらに粒状物質の粒径分布に関する情報を得るため、基本波の後方散乱の測定も始めた。成層圏観測用として計3チャンネルを用いている。基本波に対してはフォトマルの量子効率が悪いので、時間空間分解能のよいデータを取ることが困難であり、数時間のフォトンカウント積算値を用いても、地表近傍の大気の混濁度によっては、精度のよい波長に関する情報を得ることができないのが難点である。

また最初Aスコープ方式で受信していたの対流圏エアロゾル観測用のチャンネルは、小型の受信望遠鏡（29cm）を付加してこれを後方散乱係数 β と偏光解消度 δ の測定用のために2チ

チャンネルに分け、光検出系も光電子計数方式に変えた。その結果、現在は2個の望遠鏡に計5チャンネルの光検出系を用いている。その他のチャンネルでは、ラマン散乱による N_2 、 H_2O などの観測も試みている。

3. 観測結果

バックグラウンド・エアロゾル

1) 緯度変化

エアロゾルの観測結果を、同時期のアラスカ($64^\circ N$)と日本($33^\circ N$)と比較すると、ちょうどオゾン分布のように、緯度が高くなって圏界面高度が下がるにつれてエアロゾルの全量は増加しているが、おおむね極渦内にあるスヴァルバルでは、その極渦が優勢となる高度15 km以上では非常に少なくなっている。これは冬季における北方への輸送が極渦で遮断されることを意味するものと考えられる。

2) 経年変化

スヴァルバルにおける成層圏エアロゾルはおおむね減少の一途をたどっている。これは当然ピナトゥボ火山による地球的規模の擾乱がしだいにおさまって定常状態に近づいていることを示す。

極成層圏雲

1) 出現頻度

当初、ピナトゥボ火山起源エアロゾルを核とする極成層圏雲の生成により、極成層圏雲の出現頻度は年々減少する可能性をも考えたが、観測結果は、初年度は1-2月の観測期間の最後の一時期に出現しただけだったのに対して2年目以降は頻繁に出現した。これは極成層圏雲の生成がバックグラウンドエアロゾルの量よりもずっと強く成層圏の温度に依存しているためであろう。以後極成層圏雲は成層圏の冷却に伴って出現した。

2) タイプ

最初に検出した成層圏雲のタイプはショッキングだった。散乱比 R の高度プロフィールに鋭いピークを検出したが、それを上下から挟むように偏光解消度 δ のピークが見出された。これは液滴の層の上下だけが凍っていることを示唆する。その後のレーザー基本波による観測との比較から、この液滴の層は比較的大粒の粒子からなることが示唆され、また成層圏低温域が十分に発達したときはおおむねこのタイプの極成層圏雲が出現することがわかった。さらに低温化が始まった初期には、散乱比 R と偏光解消度 δ の高度プロフィールにおいてピークが一致する層、つまり氷粒からなる極成層圏雲が発達していく様子が見られた。まずやや高い高度に後者が出現し、低温域の降下とともに前者が低い領域に出現するように見える。天候の都合その他でこの両者を完全には連続的に観測していないので、この点は来冬以降の課題である。

さらに地表の一地点からの観測は、成層圏での水平方向の流れに乗った極成層圏雲の空間的な構造を見ていることになるから、これから生成のメカニズム、すなわち時間的な構造をどのように理解していくかということが、我々の最大の課題となる。

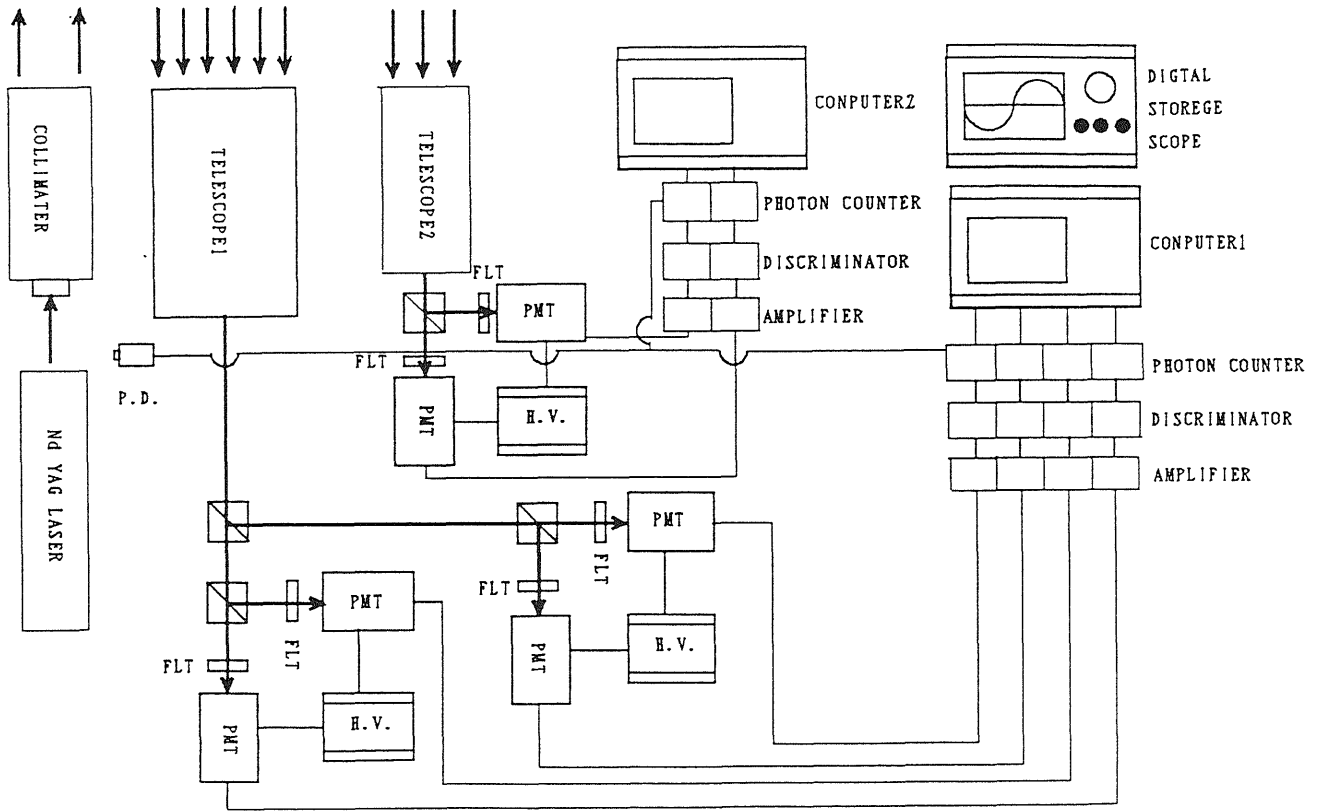


Fig.1 Block diagram of Nd:YAG lidar in the Arctic

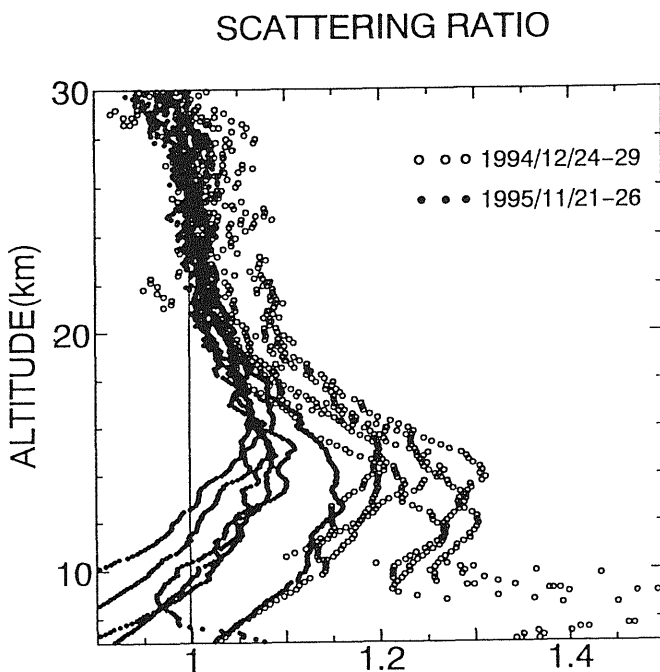


Fig.2 Profiles of background aerosols which show the annual decay of Pinatubo volcanic aerosols

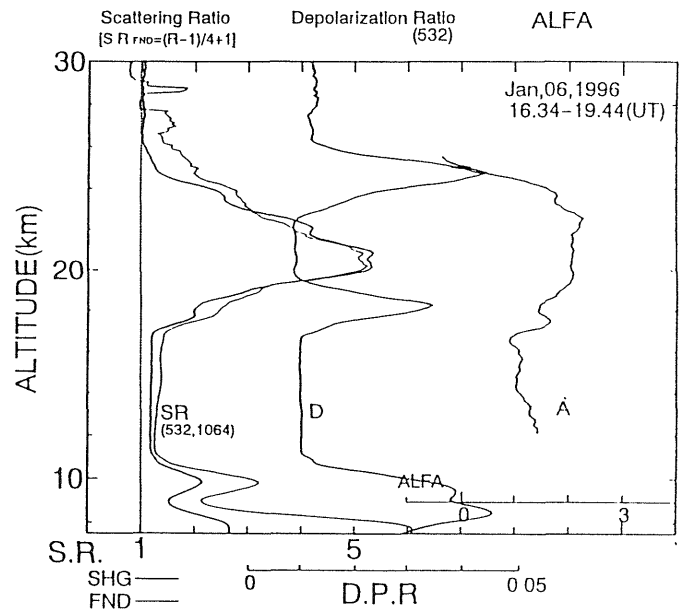
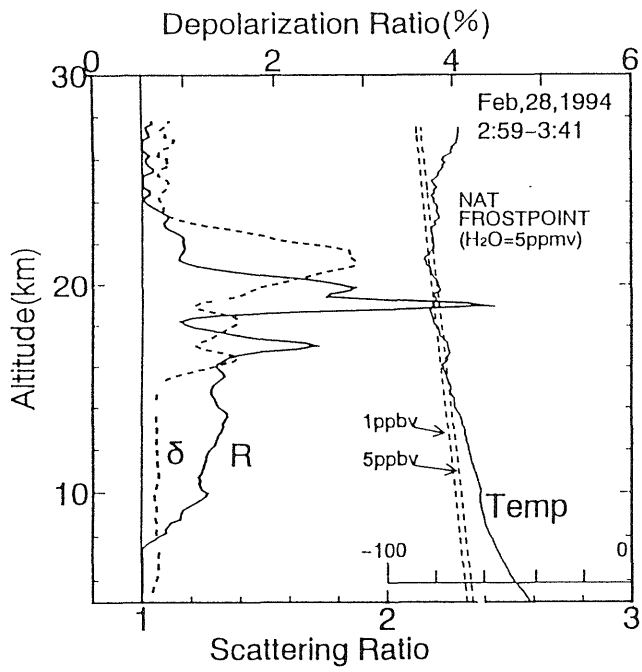


Fig.3 Typical profiles of PSC's in the developed stage of cooling

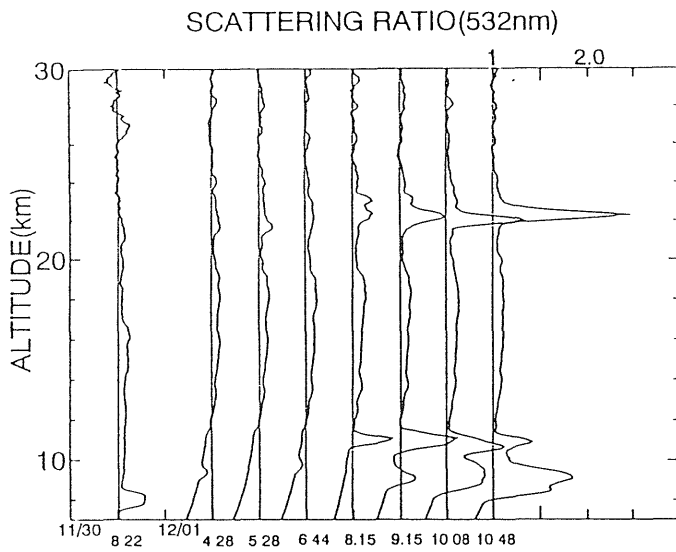


Fig.4 Typical profiles of PSC's in the initial stage

