

Abstract: A new sodium temperature lidar was used to observe sodium density and mesopause temperature at Syowa station, Antarctica. The main objective is to examine the mechanisms of energetic interaction between the lower thermosphere and upper mesosphere through the mesopause region. The observation started in 2000 and continues to 2002. In the winter measurements in 2000, routine observations of more than 100 nights, 700 hours were successfully carried out.

1. はじめに

ナトリウム温度ライダーは、過去 10 年間あまりの技術進歩がめざましく、中間圏界面付近の温度観測が精力的かつ定常的におこなわれ、その大気構造が徐々に明らかになりつつある。しかし、限られた研究グループによる北半球中緯度の固定観測にとどまっており、これまで南極域では観測例がなく平均温度場でさえ未知で詳しいことはまだ明らかになっていない。我々は、新たに南極昭和基地での運用が可能なライダーシステムを開発し、南極でのナトリウム温度ライダー観測を 2000 年 2 月より開始した。極域中間圏界面の平均温度場とその大気波動などの擾乱による時間変動を調べ、この領域のダイナミクスを明らかにすることが目的である。

2. ナトリウム温度ライダーシステム

中間圏温度の観測を行うにはナトリウム原子の散乱断面積の Doppler 拡がり測定する。この手法は Fricke(1985)らによって提案された。後に She (1992)らによって Doppler 拡がりをもつナトリウムの散乱断面積内の 2 波長に対してレーザを同調し、その受信散乱信号比から温度を導出するという手法が確立され、中間圏の絶対温度を測定する強力なテクニックとして観測成果をあげている。我々は、南極でこの手法を用いての観測が実現可能なライダーシステムを開発した。システムの構成を Fig.1、仕様を Table1 に示す。ナトリウムの共鳴線である波長 589nm のレーザ光発振には injection-seed 型 Nd:YAG レーザを用いる。2 つの共振器から波長 1319nm と 1064nm を独立に発振させ、両者を非線形結晶 BBO(β BaB₂O₄)に入射することで和周波をとり 589nm を得ている。波長の狭帯域化には seeder レーザを共振器に注入することで行い、波長同調および波長のシフトは seeder レーザの温度制御で行う。送信レーザは、589nm の他に 532nm、1064nm も同時に発振可能であり、対流圏や成層圏、極域特有の雲などの観測も行う。受信信号は口径 0.5m の望遠鏡によって集光されダイクロイックミラーによって

Table 1 Specifications of the sodium temperature lidar

Transmitter			
Wavelength	589 nm	532 nm	1064 nm
Line width	<100 MHz	<100 MHz	<100 MHz
Pulse energy	40 mJ	50 mJ	50 mJ
Repetition rate	10 Hz		
Pulse length	30 nsec		
Beam divergence	<0.2 mrad		
Receiver			
Telescope diameter	0.5 m		
F.O.V	1-3 mrad		
Filter band width	1.0 nm		
Range resolution	96 m		
Time resolution	6 min.		

分光された後、波長ごとに PMT によって受信されカウンタでフォトンカウンティングされる。

3. 中間圏ナトリウム温度観測結果

2000 年は 2 月・10 月にかけて約 100 晩、700 時間の観測が行われた。ナトリウム層が存在する高度約 80・100 km を高度分解能 96m、時間分解能 6 分（スムージング時 1km、30 分）で測定した。5 月 28-29 日の観測(Fig.2)では大気波動によると思われる約 15 時間周期の温度変動を持った構造が観測された。この波動は 2-3 時間で繰り返されており、約 60K の振幅を持っていた。また、この日の平均温度(Fig.3)から高度 101km に温度 188K で中間圏界面が位置していることが観測された。これは北半球の観測で得られている冬の中間圏界面高度の値と近い。月毎の平均温度からは、2 つの温度の極小値が季節により変化しているのが観測された。秋から冬になるにつれて、下層の極小値の温度が上昇しており、これは北半球での観測結果と同様の傾向を示している。

4. まとめ

南極昭和基地でのナトリウム層温度ライダーシステムと 2000 年度の観測結果について述べた。ナトリウム層観測から中間圏界面の温度と高度を示した。しかしながら、現在の昭和基地での観測は 2 月後半から 10 月前半までの背景光の影響がない夜間に限られ、夏のデータが欠如している。2002 年度の観測では、金属原子セルを用いた狭帯域フィルタを用いて昼間観測を予定している。

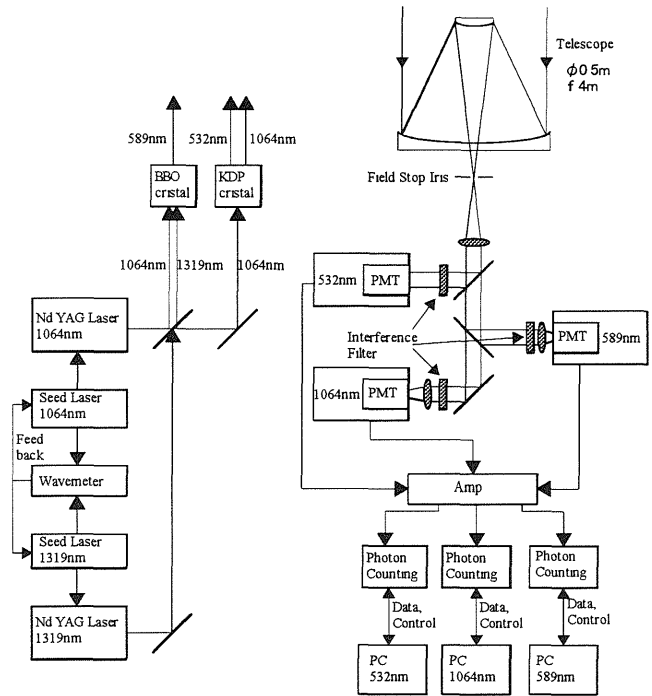


Fig.1 Schematic of sodium temperature lidar system

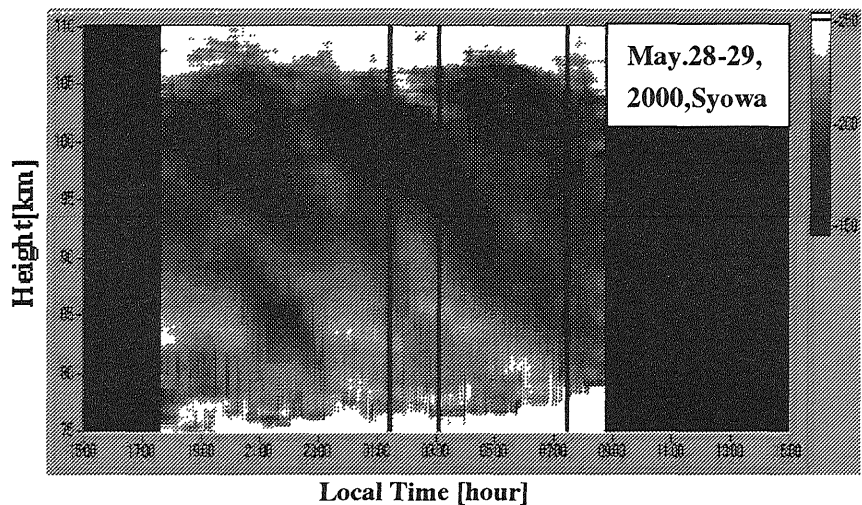


Fig2. time-height variation sodium temperature

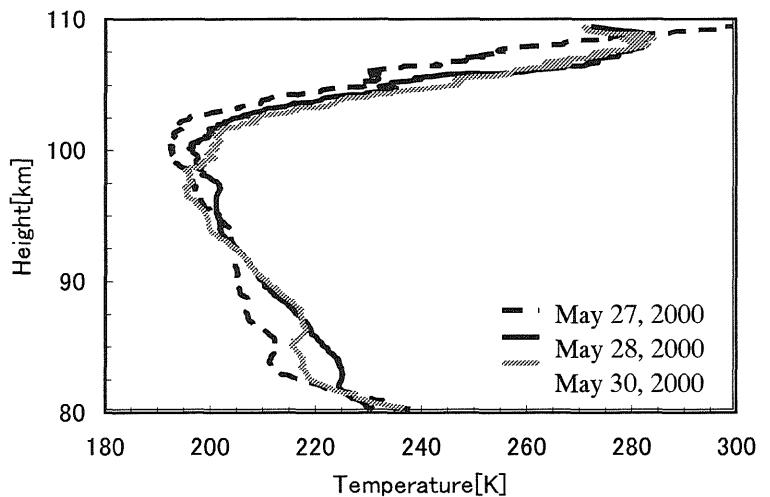


Fig3. Nightly averaged temperature profile