

ナトリウムライダーによる南極域中間圏界面温度観測
 ～2000年から2002年の観測結果～

The mesopause temperature measurement by sodium lidar over Antarctica
 ～Results of measurement from 2000 to 2002～

北原司 川原琢也 小林史利 山下丈次 斉藤保典 野村彰夫
 Tsukasa KITAHARA, Takuya D. KAWAHARA, Fumitoshi KOBAYASHI,
 Jyoji YAMASHITA, Yasunori SAITO, and Akio NOMURA

信州大学 工学部
 Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract:

A sodium lidar measured temperature profiles from 80 to 110 km between March and September during 2000-2002 at Syowa station (69S, 39E) over Antarctica. From the averaged night temperature profile, the winter mesopause altitude was determined at about 99km and the mesopause temperatures were $\sim 175\text{K}$. The winter mesopause temperatures measured at Syowa station are lower than these measured in the northern hemisphere.

1. はじめに

ナトリウム原子層が存在する中間圏界面付近 (MLT :mesosphere and lower thermosphere) は、中間圏と熱圏を結合する重要な領域として研究が活発に進められているが、力学的、光化学的な過程は未知の部分が多い。この MLT 領域は、下層大気から大気波動によるエネルギーの流入、さらに極域ではオーロラ活動による磁気圏からの中間圏界面への高エネルギーの粒子の降り込みが起こる。これらの現象が極域の中間圏界面を介して中間圏、成層圏大気にどのような影響を与えているかを調べることは、MLT 領域を挟んで超高層大気と中層大気の結びつきを考える上で重要である。我々は、2000-2002年にかけて昭和基地(69S, 39E)においてナトリウムライダーによる中間圏界面温度観測を定常的に行ってきた。ナトリウムライダーで鉛直温度構造を観測し、他のリモートセンシング機器との同時観測を行い MLT 領域の気象要素 (温度と風系) の三次元的な解明を目指すことが目的である。本報告では、高度 80-110km の温度観測結果から南極域における中間圏界面温度の変化について述べる。

2. ナトリウムライダーシステム

ライダーシステムの主な仕様を Table1 に示す。昭和基地という特別な設置場所のため、設備環境、輸送を考慮に入れ固体レーザーをベースとした送信系を用いた。Injection-seed 型 Nd:YAG レーザーを 2 台用い、波長 1064nm と 1319nm を独立に発振させ、非線形結晶 BBO ($\beta\text{BaB}_2\text{O}_4$) に入射し和周波をとることでナトリウムの共鳴散乱波長 589nm を得ている。散乱信号は口径 0.5m の望遠鏡で集光し、PMT (Photomultiplier tube) で受信した後、MCS (Multi channel scalar) にて光子計数される。また、温度を求めるにはナトリウム原子の散乱断面積分布のドップラー拡がりを測定する。導出には She らによって提案された two-frequency 法¹⁾を採用した。

Table1 Specifications of the sodium lidar

Transmitter	
Laser	Flashlamp pumped Nd:YAG laser
Wavelength	589nm
Spectral Linewidth	0.1pm
Output Energy	40mJ
Pulse width	25 nsec
Pulse rate	10Hz
Receiver	
Telescope diameter	0.5m
Detection	Range-gated photocounts
Range Resolution	96m
Time Resolution	2.5min

3. 観測結果と考察

Fig.1 に昭和基地で観測された中間圏界面付近の温度変化 (5 月~9 月) を高度ごとに示す. 温度は 2000-2002 年の観測を行った日の一晚平均値をプロットしたものである. 観測は晴れた日の夜間に行われたため, 夏期の観測はなされていない. 中間圏界面以下の高度において温度は 3-5 月の夏の終わりから秋にかけて上昇し, 6-8 月の冬季において最低温まで下がり, 10 月には再び上昇している.

一方, 中間圏界面高度は 5 ヶ月を通して約 99km であった. 中間圏界面高度はこれまでの他の観測結果から 96-101km とされており, 北半球の冬の観測結果^{2,3)}と一致した. Fig.2 には冬季の例として 7 月の月平均温度プロファイルを示す. 2000, 2001 年とも中間圏界面の高度約 100km, 温度は約 175K となった. 他の月も含め昭和基地の結果を北半球の対称位置となるアンドウヤと比較すると 6-8 月 (アンドウヤでは 12-2 月) に約 20K 低い結果となった²⁾.

同じライダー観測として, 南極点での観測⁴⁾においても中間圏界面が低温であることが報告されている. 昭和基地での観測結果に加え, この結果から冬季において中間圏界面の北半球と南半球による温度差の存在が示唆される.

4. まとめ

2000-2002 年における南極昭和基地でのナトリウムライダーによって得られた中間圏界面付近の温度変化を報告した. 観測された中間圏界面高度は約 99km で北半球の観測所での冬季の観測結果と良い一致を示した. 一方, 中間圏界面温度は 6 月~8 月の冬季において北半球の観測と比べ約 20K 低い結果となった.

参考文献

1. She, C.Y., H.Latifi, J.R.Yu, R.J.Alvares II, R.E.Bills, and C.S.Gardner, Two-frequency lidar technique for mesospheric Na temperature measurements, *Geophys. Res. Lett.*, 17, 929-932, 1990.
2. Lübken, F.-J. and U.von Zahn, Thermal structure of the mesopause region at polar latitudes. *J. Geophys. Res.*, 96, 20841-20857, 1991.
3. She, C.Y., S.Chen, Z.Hu, J.Sherman, J.D.Vance, V.Vasoli, M.A.White, J.Yu and D.A.Krueger, Eight-year climatology of nocturnal temperature and sodium density in the mesopause region (80 to 105 km) over Fort Collins, CO (41N, 105W), *Geophys. Res. Lett.*, 27, 3289-3292, 2000.
4. Pan, W., C. S. Gardner, and R. G. Roble, The temperature structure of the winter atmosphere at South Pole, *Geophys. Res. Lett.*, 29,16,49, 2002.

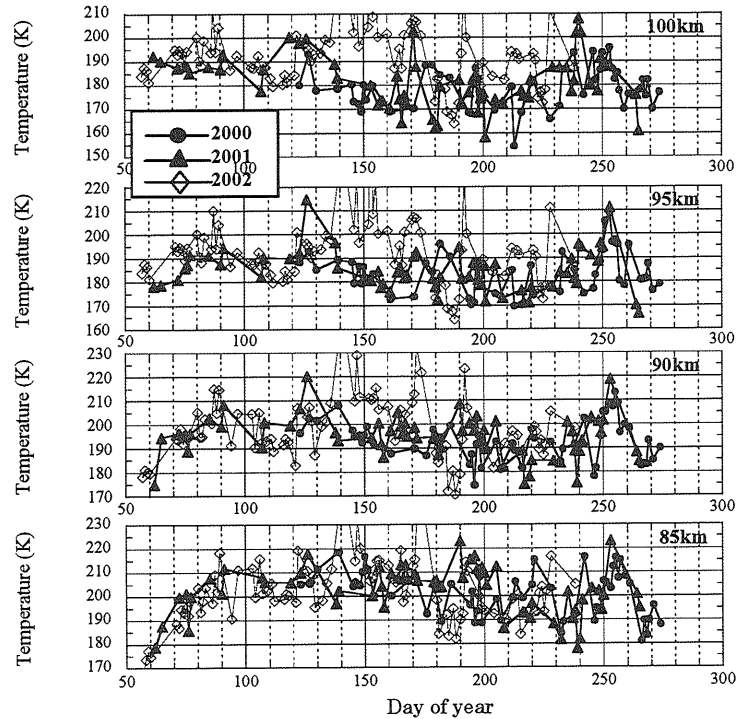


Fig.1 Temperature variations over three years (2000, 2001, and 2002).

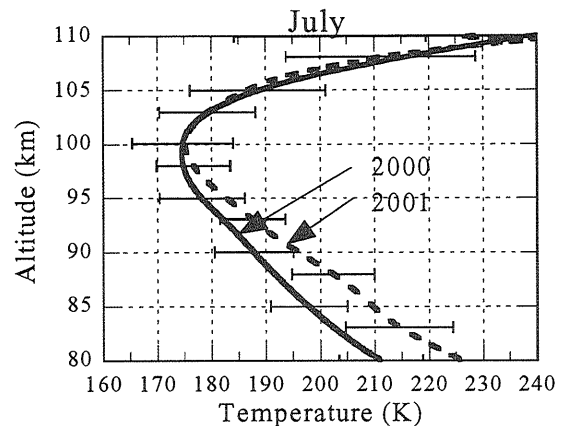


Fig.2 Averaged temperature profiles on July over two years (2000 and 2001).