

Abstract :

We will observe the mesospheric temperature with a sodium lidar at Antarctica in 1999-2001. In this observation we can get the time histories of vertical profile of sodium density and mesospheric temperature. In this paper we show the principle of measuring temperature and the detail of an Antarctic Na temperature lidar system.

1. はじめに

1999年～2001年の3年間にわたって、南極昭和基地において中間圏ナトリウム原子層のライダー観測が行われる。この観測では、極域での高度80-100kmにおけるナトリウム層の密度および温度プロファイルを高空間分解能で測定しその時間変化を調べる。

中間圏では、大気波動により輸送される下層大気からのエネルギーが、風系や温度変動に影響をおよぼしている。特に極域では、オーロラに伴うジュール加熱により超高層大気から中間圏へのエネルギーの流入が、原因で起こる大気加熱も極域中間圏の風系や温度変動に大きな影響をおよぼしていると考えられている。この観測では、同時に行われるMFレーダーおよび光学イメージャー観測から得られる風系などのデータとの相互比較を行い、中間圏の大気力学を詳しく解明することを目的としている。

2. ナトリウム層温度観測

中間圏温度の観測をするにはナトリウム原子の散乱断面積のドップラー拡がりを測定する。Fig.1に示すナトリウム吸収スペクトルにおいて、波長を狭帯域化したレーザを散乱断面積の2周波数 $f_a(D_{2a}$ peak)、 $f_c(\text{crossover})$ に同調する。その2波長から受信する光子数の比が散乱断面積比 ($=\sigma_{fc}/\sigma_{fa}$) となり、この比はFig.2に示すように温度の関数となる¹⁾。

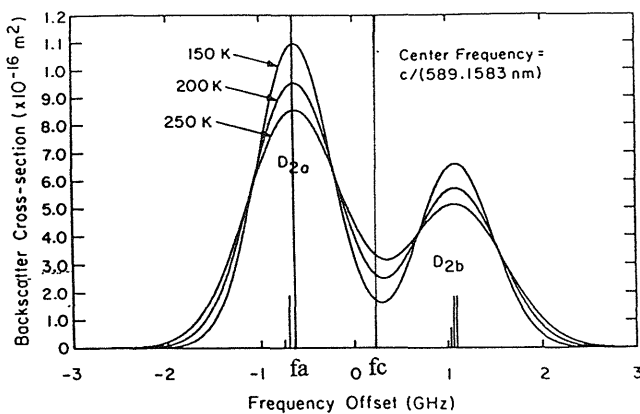


Fig.1 Doppler-broadened absorption spectrum of sodium D_2 lines (From Bills et al. 1991).

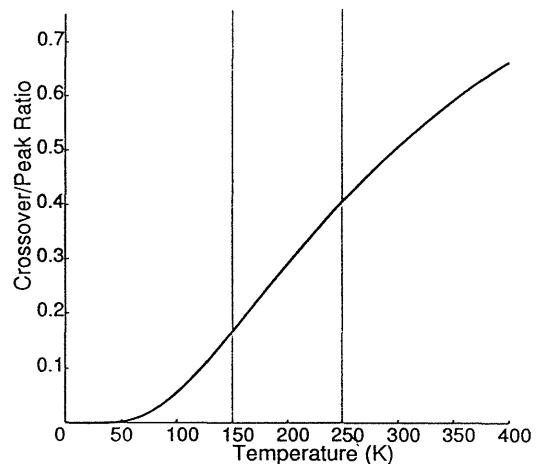


Fig.2 Na crossover to D_{2a} peak resonance signal ratio vs. Temperature. (The linewidth of laser is assumed to be 86MHz at FWHM.)

3. 観測システム

3.1 送信系

南極観測に用いるシステムの概略図をFig.3、仕様をTable.1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インジェクション・シーダー型Nd:YAGレーザを用いる。波長1319nmと波長1064nmを独立に発振させ、両者をLBO結晶に入射する事で和周波を取り589nmを得ている。同調波長のシフトは

シーダーレーザの温度制御によって行われる。また、KDP 結晶により 1064nm の 2 倍波 532nm も発生させている。これらの 3 波長は同時に上空へ射出される。

3. 2 受信系

ナトリウム層からの信号は口径 500mm のカセグレン型望遠鏡によって集光される。ダイクロックミラーによって波長選別された光は、各波長ごとに Nd フィルター、干渉フィルターおよび偏光素子を介して PMT に受信される。また、光軸調整モニター用に CCD カメラを備えている。

従来、ライダー観測は夜間のみに限られており、大気波動などの観測を行う上で大きな制限となっていた。これを克服するために昼間観測では、背景光を大幅に減少させる狭帯域バンドパスフィルターとしてファラデーフィルターを PMT の前に挿入する。

3. 3 信号処理系

各 PMT からの信号は 3 台のカウンタによりフォトンカウンティングされる。それらのデータはそれぞれコンピュータに転送され各波長ごとに観測データを保存するとともに観測結果をリアルタイム表示する。そして、保存されたデータをもとにナトリウム密度および温度プロファイルの時間変化を求める。これらのデータは昭和基地の LAN を介して信州大学へ送られる。

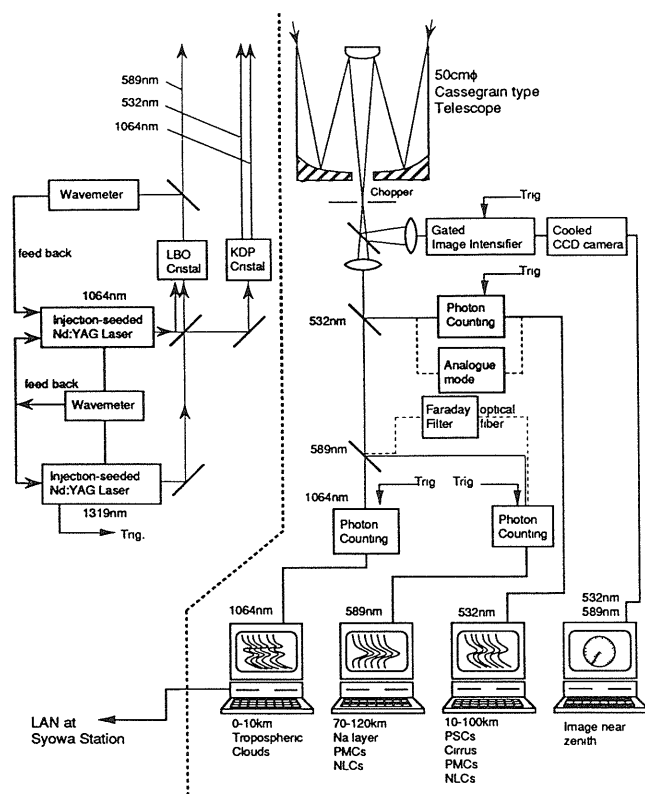


Fig 3 Schematic of Na Temperature Lidar System at Antarctica²⁾.

Table.1 Specification of the Na Temperature Lidar.

Transmitter	
Wavelength	589nm 532nm 1064nm
Linewidth	<0.150pm(589nm) <0.100pm(532nm 1064nm)
Tuning Width	±0.2nm(589nm)
Pulse Energy	40mJ(589nm) 50mJ(532nm 1064nm)
Pulse Rate	10Hz
Pulse Length	30nsec
Beam Divergence	< 0.2mrad
Receiver	
Telescope Diameter	0.5m
Aperture Area	0.20m ²
Field of View	1-3mrad
Filter Bandwidth	1.0±0.1nm FWHM
Na Faraday Filter	T _{peak} =12%
Bandwidth	2pm FWHM
Temperature Error	~5K
Range Resolution	96m
Time Resolution	(using gate width 0.64 μ sec) 3min (density measurement) 7min (temperature measurement)

4. おわりに

南極ライダー観測の計画、目的およびシステムの内容を報告した。現在、受信システムの構築が終了し、532nm レーザを用いてテスト観測を行っている。送信システムは今年秋までに完成する予定である。送受信システムが完成しだい信州大学において予備観測を行う予定である。

参考文献

- 1) Bills et al., Optical Engineering, 30, 13-21(1991)
- 2) 小林史利ほか、第 4 回大気ライダー観測研究会講演予稿集 B4(1997)