

Na ライダー観測のための レーザ方向自動制御装置の開発実験

Development of the auto-alignment technique of the emitted laser beam
in the FOV for a continuous sodium lidar observation

○ 荻野 勇人⁽¹⁾、北原 司⁽²⁾、川原 琢也⁽¹⁾

H.Ogino⁽¹⁾, T. Kitahara⁽²⁾, T.D.Kawahara⁽¹⁾

(1)信州大学工学部, (2)鳥羽商船高専

(1) Faculty of Engineering, Shinshu University

(2) Toba National College of Maritime Technology

We measure the temperature of mesopause region with a sodium lidar. For the purpose of 24h observation including daytime, auto-alignment technique of the emitted laser beam is being developed. This technique is used to keep the laser beam in the telescope viewing area. The basic function is confirmed using Mie scattering from the cloud.

1 はじめに

我々のグループは、ナトリウムライダーを用いて、中間圏ナトリウム原子層(高度 80~110km)の共鳴散乱を計測し、大気温度の高度分布を導出している。現在は夜間観測のみであるが、太陽光の背景光を排除した観測を行う事で、昼間観測への拡張を目指している。

レーザを射出する光学系は、昼間観測時の直射日光による光学系の加熱により、容易に射出ビーム方向がずれ易い。その結果、受信望遠鏡の視野からレーザ光がはずれないように、観測者による頻繁なアライメント調整を必要とする。そのため観測者の負担は非常に大きく、連続観測の大きな障害となる。これを解決するために我々は、オシロスコープでレイリー散乱光をモニターし、その強度が最大になるように PC 制御によりレーザ方向を自動調整し、望遠鏡視野内に保つシステムを開発している。これは、ライダーの完全自動観測、ならびにライダーの 24 時間観測を行うための基盤技術となる。

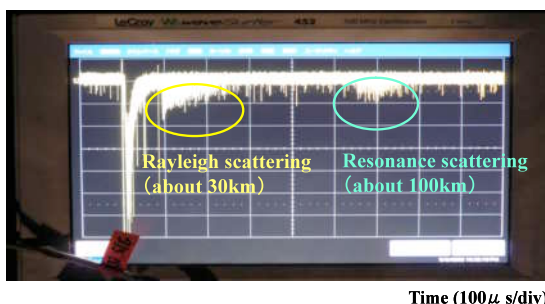


Fig.1 Na and Rayleigh signal observed using an oscilloscope.

2 制御原理

レーザビームの視野合わせは、通常オシロスコープで受信信号をモニターし、約 90km 高度にピークをもつ Na 層からの共鳴散乱光が最も強くなるようにミラーの調整をする(図1)。しかし、Na 層からの信号が弱い場合や、背景光が強い昼間の場合、目視では調整が困難となる。そこで、より信号光強度の強いレイリー散乱信号を視野調整に用いることで Na 層高度の視野調整をするアルゴリズムを組んだ。図2に示すように、30km 高度でレーザビームを望遠鏡視野の中心付近にあわせれば、Na 層高度でもレーザビームが視野にはいつている事がわかる。

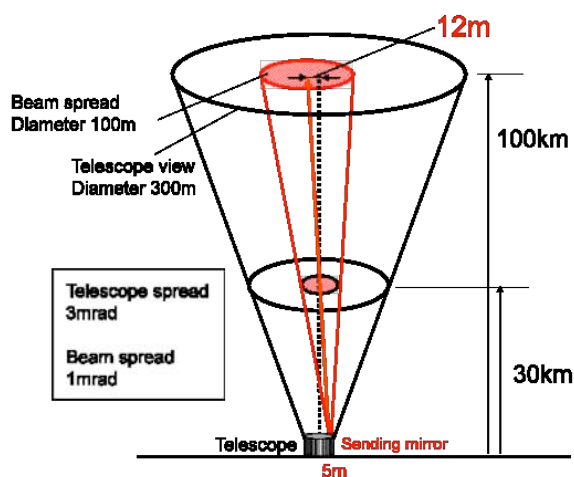


Fig.2 Observational principle.

3 システム構成

図3にシステムを示す。受信には 35cm カセグレン望遠鏡を用い、PMT を用いたフォトンカウンティングで信号を受信する。PMT 信号をオシ

ロスコープに入力し、GPIB を通して PC に時系列信号を取り込む。このデータから 25-30km 高度のレイリー信号光のパルス数が抽出できる。打ち上げミラーの角度を変え、信号光強度が最も強くなる角度範囲の中心位置にミラー角度を合わせる。これを直交する X-Y 軸で行う事で視野の中心にビームを合わせることができる。

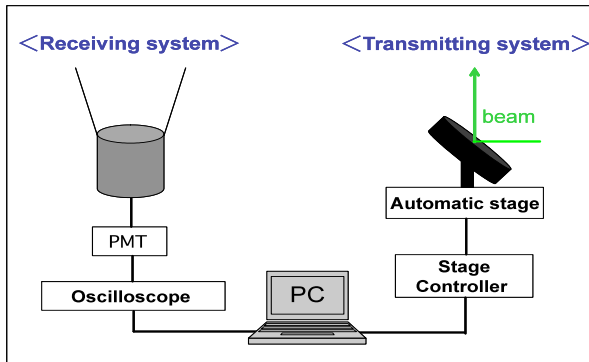


Fig.3 Schematics of experimental system

4 実験

京都大学宇治キャンパスに設置してあるナトリウムライダーを用いて、システムの動作実験を行った。ここに示す結果では、実験日の天候が悪かったため、高度 1.0 km での雲からのミー散乱光を望遠鏡の視野内判断基準に用いた。以下の図は横軸が振れ角 (mrad)、縦軸がオシロスコープでモニターした PMT の出力 (mV) である。

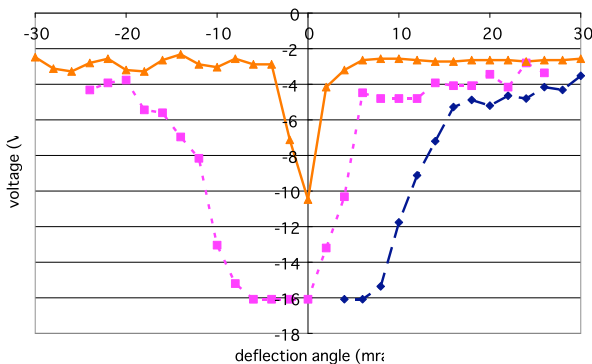


Fig.4.1 Mirror angle and observed PMT signal of X-stage.

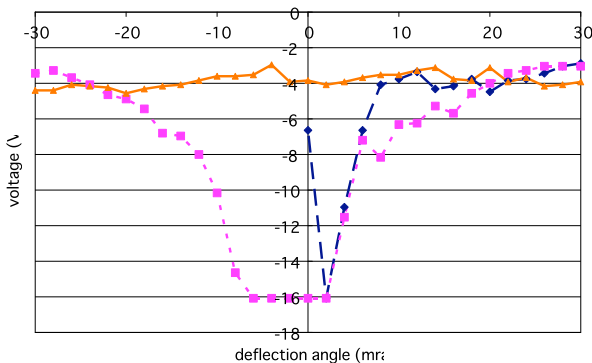


Fig.4.2 Same as Fig.4.1 except Y-stage.

5 結果

今回の実験は高度 1.0 km からのミー散乱光を望遠鏡の視野内におさめる実験をおこなった。Fig.4.1、4.2 は射出レーザービームを制御ミラーで 0~30mrad だけ動かし (◆線)、次に 30~0mrad 動かし (■線)、最後に -30~30mrad 動かした(▲線)時の信号光強度である。予想される通り、望遠鏡の視野から外れる方向に動くにしたがって信号光強度は小さい値になっている。散乱光強度の絶対値での再現性はないが、定性的な再現性は確認できた。

6 まとめ

自動ステージ上のミラーによってレーザーの射出方向を振り、信号をオシロスコープで取り込み、PC でそのデータを取得することに成功した。しかしステージを 1 軸上で往復させたときのデータの再現性は極めて悪かった。これは、今回の対象が安定した大気のレイリー散乱ではなく、雲からの散乱光を観測したためと考えられる。再度天候条件の整った夜に観測を行い、考察を加える必要がある。