

偏光素子を用いた昼間観測用ライダー受信計開発にむけた大気散乱光の測定

鈴木 秀彦 [1]; 山本 晃寛 [2]

[1] 立教大; [2] 信州大

Measurement of a sky light using a polarizer for a development of a lidar receiver for daytime observations.

Hidehiko Suzuki[1]; Akihiro Yamamoto[2]

[1] Rikkyo Univ; [2] Shinshu University

A lidar method is a powerful tool for an atmospheric study between troposphere and thermosphere which can deduce an altitude profile of temperature, density, and optical properties of clouds. An SNR of signal is significantly disturbed by continuum emissions from a daylight (Rayleigh and Mie scattering of the sun and the moon lights) and artificial lights from a city. In particular, a sky light from the Sun is greater about 5 orders than night time continuum emission which significantly reduces a precision of the lidar observations during daytime. Fabry-Perot etalon, and Faraday filter are often used in a lidar receiver to reduce a background light. In addition, a polarizer is also useful to cut background light because sun light scattered by an atmospheric molecules are polarized. In particular, a sky light which satisfies scatter angle of 90 degrees is nearly in linear polarized as shown in Figure. Therefore if a receiver telescope can track such direction with diurnal motion, a sun scattered light from the direction can be efficiently suppressed by the polarizer. However, it is necessary to control a transmitter (a laser) if we try to apply this principle to a lidar observation. And an off zenith observation can induces more loss of a signal due to an atmospheric absorption. However, in polar region, the solar angle is lower than mid and low latitude. Therefore, a zenith angle of the direction (scatter angle = 90deg) can be kept high (Figure (b)). In this paper, the result of a quantitative observation of a sky light using a polarizer and a consideration of an application to the lidar receiver are presented.

対流圏から熱圏までに至る大気温度や雲の観測に威力を発揮するライダーは、地上から打ち上げたレーザー光の各種散乱体による後方散乱光を受信することで、散乱体およびその周辺における大気パラメータ（温度、密度、消散など）の高度プロファイルを導出可能な手法である。ライダー受信計には、レーザーによる後方散乱信号の他に、太陽や月などが大気分子やエアロゾルによって散乱される光や、街明かりなどの連続光成分が同時に測定されるが、これらのバックグラウンド光は、レーザー光からの散乱信号のSNRを悪化させる要因となっている。特に、夜間に比べて昼間における背景光成分は5ケタ以上も強度が大きく、ライダーによる昼間観測における障壁となっている。ライダー観測で一般に用いられている背景光抑制の方法としては、ファブリペロエタロンやファラデーフィルターによる狭帯域化、視野の狭小化などがある。その他、偏光素子も背景光除去に効果を発揮する。偏光素子は、太陽光が大気によって散乱された光が偏光状態にあることを利用して、シグナルのもつ偏光面（＝レーザーの偏光面）以外の光（＝背景光）を除去するものである。背景光は主に太陽からの散乱光であり、太陽と観測者の見ている方角の関係にもよるが、ほとんどの場合、楕円偏光状態で望遠鏡に入射する。したがって、直線偏光であるレーザー光だけを偏光素子により透過させることによって、それ以外の成分（＝背景光）を最低でも1/2程度まで落とすことができると期待される。特に、図のように散乱角が90度となる場合、観測者から背景光をみると背景光は直線偏光しているように見える。したがって、この偏光面から90度ずらした偏光成分を取り出す素子を挿入すれば、大幅に背景光をカットすることができると考えられる。特に図a,bのように、散乱角が90度を満たす方向を追尾しつつ、偏光素子を用いれば、日中すべての時間帯においてレイリー散乱による大気放射強度を最大限抑制することが可能である。しかしこの方法をライダー受信系に应用する場合、送信レーザーも同時に制御する必要が生じる。また、観測方向が天頂角を持つことによって、大気消散による信号のロスが大きくなるなどの問題が生じる（Figure (a)）。ところが、高緯度帯では、太陽高度角は常に低いため、散乱角90度を満たす観測視野は、Figure (b)のように、高高度角を維持することが可能である。本発表では、国内における大気散乱光測定による、偏光プリズムによる大気散乱光強度の抑制率の定量的な評価結果と、ライダー受信計への応用に向けた検討状況を報告する。

