

Abstract

We report on a High Spectral Resolution Lidar (HSRL) using an Iodine absorption filter and a tunable, narrow bandwidth Nd:YAG laser. A molecular iodine filter is used as a narrow band blocking filter for rejecting Mie scattering component in lidar signals. Observation of cirrus with the HSRL will be reported.

1. はじめに

Rayleigh 散乱は分子の運動速度に相当する ~GHz 程度のドップラー幅を持ち、Mie 散乱はエアロゾルの運動速度に相当する ~MHz 程度のドップラー幅を持つため、GHz 以下の鋭い構造を持つフィルターを用いることにより、Rayleigh散乱とMie散乱を分離することが可能となる。高スペクトル分解能ライダー

(HSRL) は、高分解の分光素子と狭帯域のレーザーを用いることにより、Rayleigh 散乱とMie 散乱を分離して観測する。これにより従来の方法に比べ、エアロゾルの消散係数と後方散乱係数の比を仮定することなく、これらの量を定量的に求めることが可能となる。本報告では、分光素子としてヨウ素の吸収を利用したフィルターを用いる高スペクトル分解能ライダーの製作と、このライダーを用いた観測結果について報告する。

2. 高スペクトル分解能ライダーシステム

製作した HSRL の光源には、インジェクションシーダー (Lightwave Electronics社model 100-4) を搭載した Continum 社の PL7010 pulsed Nd:YAG レーザーの第二高調波 (532nm) を用いた。インジェクションシーディングを用いることにより、レーザーのスペクトル線幅は約 ~200 MHz となっている。また、インジェクションシーダーの温度を調節することによって、レーザ波長をヨウ素の吸収線に同調した。

ヨウ素分子フィルターは、ヨウ素分子蒸気 (I₂) を長さ45 cm、内径 5 cm の真空に引いたパイレックス製のセルに封入したもので、セル内の I₂ 蒸気圧は室温 (30°C) で 0.47 Torr である。

観測中は、送信レーザー波長をヨウ素の吸収線に正確に同調し、その波長を保つことが重要である。そのために、A/Oモジュレータを用いた波長モニターを製作した。波長モニターでは送信レーザー光の一部を、キャリア周波数 270 MHz の A/O モジュレータに通して周波数変化のない 0 次光と、周波数が 270 MHz シフトした 1 次光とに分け、それぞれをヨウ素セルに通してそのパワーを測定する。0 次光の周波数を吸収のピークすなわち信号強度が極小となる周波数に同調させたとき、1 次光は吸収のピークから 270 MHz ずれるので、その信号強度の変動をとらえることによって、波長のずれとずれの方向を検知することが可能となる。この方法は飽和分光などの手法を用いるにはスペクトル幅の広すぎるパルスレーザーの波長制御法として有効である。

波長モニターを用いてヨウ素の吸収スペクトルを測定した結果を、Fig. 1 に示す。横軸はインジェクションシーダの温度で波長に対応する。また、Fig. 1 中に、A/Oモジュレータによって波長シフトしたレーザー光の吸収も示した。ヨウ素分子は Nd:YAG レーザーの第二高調波帯に強い吸収を持ち、その吸収の幅は約 1 GHz である。観測された吸収線は、ヨウ素の吸収線番号 1110 と 1111 (Gerstenkorn and Luc, 1978 による表記) と同定された¹⁾。

3. 観測実験

製作した HSRL を用いて、北海道札幌市の北海道大学において観測実験を行った。設置場所の関係上、送信レーザー光は 45 度の角度で窓ガラス越しに大気中に送信された。Fig. 2 は観測結果の一例である。散乱光をヨウ素フィルターを通過せずに検出する Rayleigh + Mieチャンネルでは高度約 8~11 km 付近にシーラスと思われるピークが現われている。一方、散乱光がヨウ素フィルターを通過した Rayleigh チャンネルにはこのピークが現われておらず、シーラスによる消散と思われる信号の減衰が観測されている。現在、成層圏エアロゾルは微量であるためこのシーラスの光学特性について解析を試みた。

引用文献 1) S. Gerstenkorn and P. Luc, 1978: Atlas du spectre d' absorption de la molecule d' iode (Center Nation de la Recherche Scientifique, Paris)

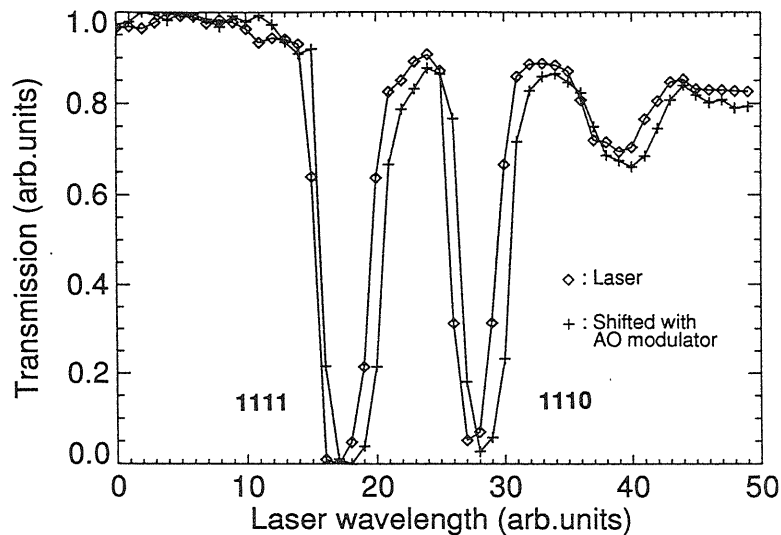


Fig. 1 Transmittance spectra of iodine filter. \diamond denotes the laser wavelength, + is shifted 270 MHz by the A/O modulator.

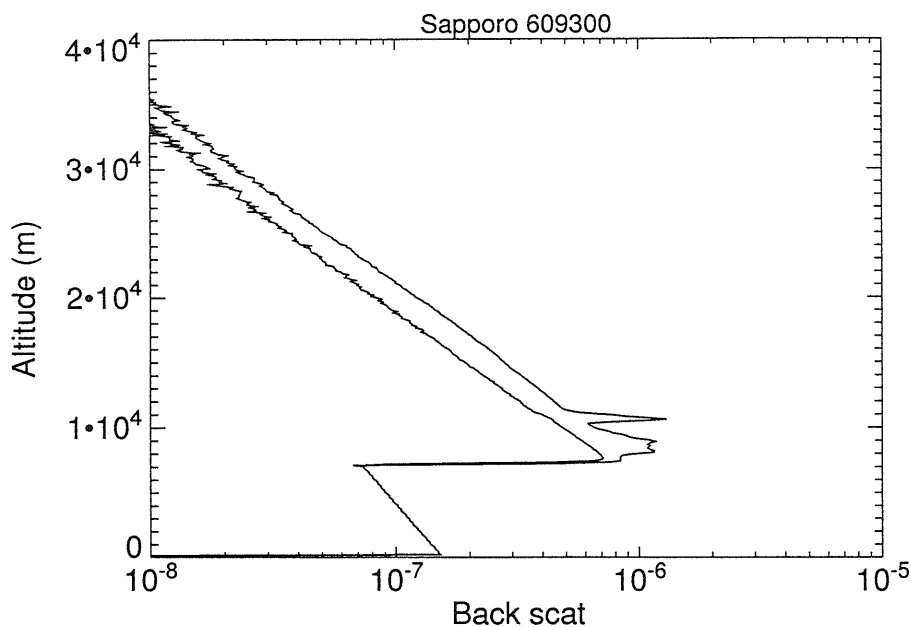


Fig. 2 Example of measured signals with the High Spectral Resolution Lidar.