

カリウム原子フィルターを用いた気温観測用ライダーの開発
Development of High-Spectral-Resolution Lidar for Temperature Measurement
with Potassium Absorption Filter

阿保 真, 長澤親生, 柴田泰邦

Makoto Abo, Chikao Nagasawa, and Yasukuni Shibata

首都大学東京・システムデザイン研究科

Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

Abstract

The multi-purpose lidar system for survey of atmospheric structure over troposphere, stratosphere, mesosphere and low thermosphere over Kototabang (100.3E, 0.2S), Indonesia in the equatorial region has been constructed. The Rayleigh and Raman lidar are used for stratospheric and mesospheric temperature measurements and the Fe Boltzmann lidar for temperature measurements in the mesopause region. A high-spectral-resolution lidar (HSRL) with a potassium atomic absorption filter is proposed for temperature measurements in the lower troposphere. This lidar system consists of a Ti:sapphire laser as a transmitter and potassium vapor cell as an atomic absorption filter. The preliminary observation example using this temperature lidar is shown.

1. はじめに

我々は赤道直下のインドネシア・コトタバングに高機能ライダーを設置し、対流圏から中間圏界面までの広い高度領域の観測を行ってきた。現在のシステムでは、共鳴散乱ライダーによる中間圏界面領域、レイリーライダーによる成層圏～中間圏領域、ラマンライダーによる対流圏上部～成層圏の気温分布観測が可能となっているが、対流圏下部はエアロゾルの影響により上記手法では測定が不可能である。しかし、赤道域の対流圏下部の気温プロファイルは、境界層の発達機構の解明、高度5～6km付近に発生する雲の発生機構の解明、水蒸気混合比の短周期変動機構の解明などに必要な情報である。そこで、赤道インドネシアのライダー観測施設にあるTi:sapphireレーザーとカリウム原子吸収フィルターを組み合わせた、地表面付近から境界層までの気温観測を目的としたライダーの開発を行った。

2. カリウム原子吸収フィルターを用いた気温測定

気温の測定原理は従来ヨウ素フィルター等を用いて行われている高スペクトル分解能ライダーと同様であるが、波長770nmに共鳴波長を持つカリウム原子を用いている点が異なる。カリウム原子吸収フィルターはFig.1のように温度を変えることにより帯域幅を変えること出来る。原子吸収フィルターによりミー散乱成分を吸収させ、気温により変化するレイリー散乱スペクトルの裾野の成分を、温度の異なる2つのカリウムフィルターにより測定しその透過光信号強度比から気温をもとめる。特にエアロゾルの多い下層域ではミー散乱成分の除去ができる本方式は他のエタロン方式や回転ラマン方式に比べて有利である。Fig.2にライダースステムのブロック図を示す。送信レーザー光の波長は吸収フィルターの中心に合わせる必要があるため、インジェクションシーディング方式のNd:YAG-SHG励起Ti:sapphireレーザーを用いている。受信系には異なる温度に制御した2つのKフィルターを用いている。

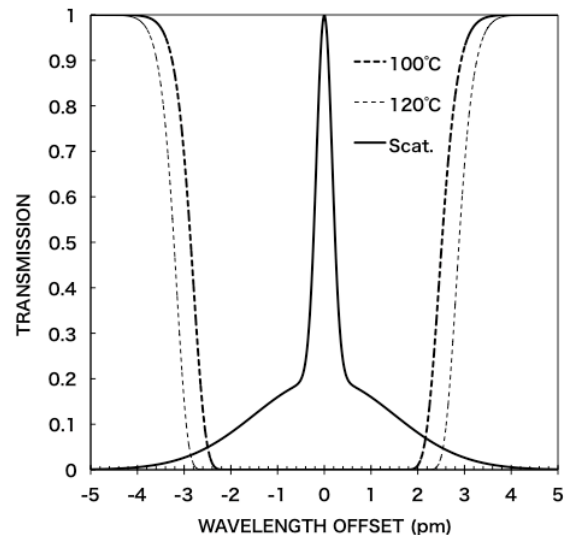


Fig.1 Rayleigh/Mie light scattering spectrum of air molecules consisting of a sharp aerosol peak and a broadened molecular Rayleigh spectrum. The transmission curves of two potassium atomic filters at lower temperature and higher temperature are shown.

3. 気温測定結果

現在国内（東京都日野市）において試験観測を行っており、ミー散乱のブロッキングと、測定感度の兼ね合いから、最適なフィルター温度の組み合わせを実験的に求めている。Fig.3 に気温の高度プロファイルの測定例を示す。ライダーデータの高度分解能は 150m、比較（キャリブレーション）のために同時刻の館野のラジオゾンデの結果を合わせて示した。高度 600m 以上では良く一致しているが、高度 600m 以下では測定場所の違いによる違いが出ている。

4. おわりに

国内における試験観測が終わり次第、受信フィルターをインドネシアに持っていき、熱帯域における気温観測を行う予定である。また平行して京都大学信楽 MU 観測所において、同じ場所でのライダーとラジオゾンデ及び RASS との同時観測を行い精度の検証等を行う。

また、本気温計測方式を発展させ、火山の噴気温度計測を目的とした、光源に CW の狭帯域半導体レーザーを用いた可搬型のバイスタティックライダーの開発を行っている。

謝辞 本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（19540465）の助成を得て行われている。

参考文献 H.Shimizu et al., Appl. Opt. Vol.22, No.9, p.1373, 1983

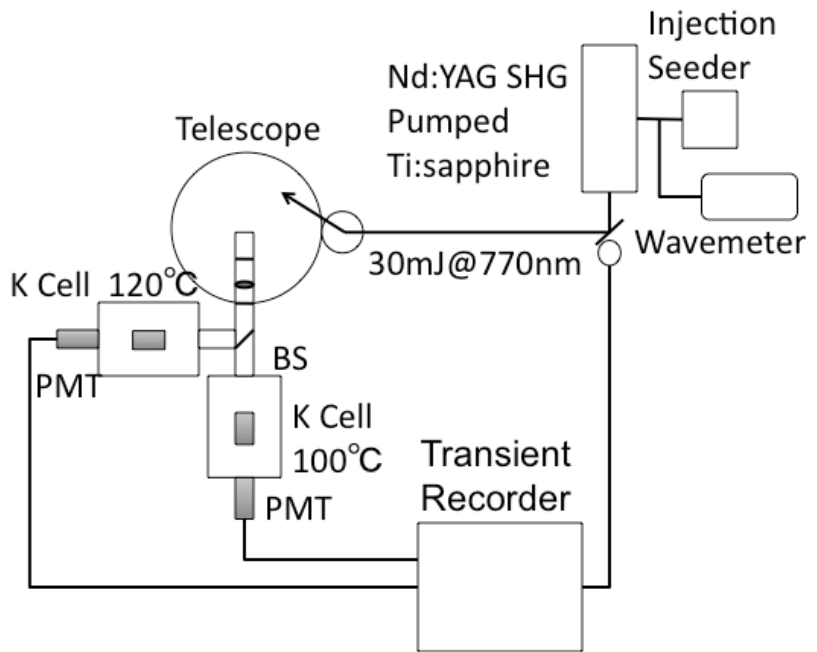


Fig.2 Block diagram of high-spectral-resolution lidar for temperature measurement with two potassium absorption filters.

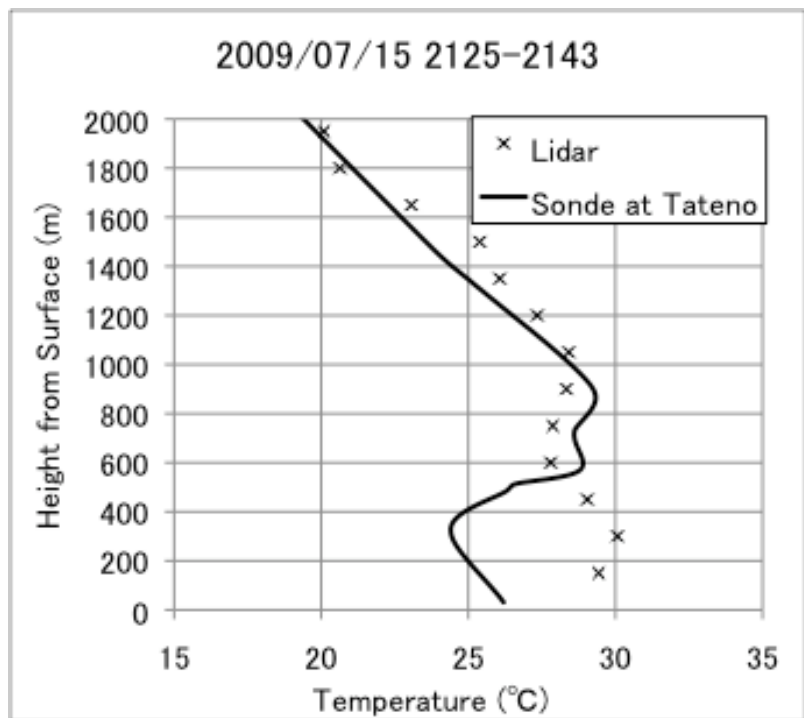


Fig.3 Lidar temperature profile (x) measured at Hino, Tokyo with a 150m vertical resolution. Radiosonde measurements were made at Tateno.