

ファラデーフィルタを用いた気温観測用ライダー

High Spectral Resolution Lidar with Faraday Filters for Temperature Measurements

首都大院シスデザ °阿保 真, 石川隆大, 長澤親生, 柴田泰邦

Tokyo Metropolitan University °M. Abo, T. Ishikawa, C. Nagasawa and Y. Shibata

E-mail: abo@tmu.ac.jp

気温の高度分布測定は、気象予報の基礎データとして重要であるとともに、最近は竜巻、ゲリラ豪雨などの局地的な気象災害予測を行う上でも必要性が高まっている。現在、気温の高度分布測定は、主にラジオゾンデにより行われているが、限られた場所・時間におけるデータしか得られないため、高度分布測定が可能なライダーによる気温測定手法の確立が求められている。

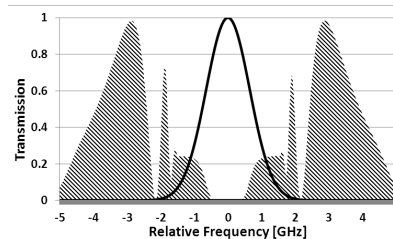
気温測定を行うライダーとしては、回転ラマンライダー、レイリーライダー、高スペクトル分解能ライダー (HSRL : High Spectral Resolution Lidar) ^[1]等が提案されている。この中でも HSRL は低高度に多く存在する雲やエアロゾルからの散乱による影響を受けずに測定が可能であるという特徴があり、時間的／空間的に変動の大きい対流圏の気温高度分布観測に適している。HSRL では大気からのレーザ散乱受信光を帯域幅の異なる 2 つの狭帯域フィルタに透過させ、大気温度により変化する大気分子からのレイリー散乱光のスペクトル広がり成分を測定する。各狭帯域フィルタを透過した光の信号強度比の温度依存性から大気温度を求めることができる。

従来の HSRL で使用する狭帯域フィルタにはエタロンや原子・分子吸収フィルタが用いられているが、フィルタの波長制御が容易であることからカリウムなどの金属原子やヨウ素などの分子フィルタが多く用いられている。しかし、従来の原子・分子吸収フィルタでは強いミー散乱成分を抑えつつ狭い帯域幅を得る事は困難であるため、日中における背景光の影響を受けてしまい、昼間の観測が困難であるという問題があった。

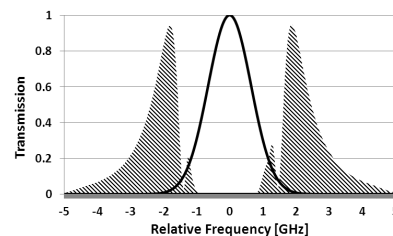
一方、異常分散ファラデーフィルタ^[2]は、原子吸収フィルタに磁場をかけ、前後に偏光子を置いた構造となっており、従来は昼間観測用の超狭帯域バンドパス型フィルタとして用いられている。磁場によって生じる異常分散効果、ファラデー効果、ゼーマン効果を利用したフィルタであり、かける磁場の強さ、フィルタ温度、フィルタ長さの条件設定により様々な透過特性を示す。

本研究では、地表面付近から対流圏界面までの大気温度を、日中においても高精度に計測することの出来る HSRL を実現することを目的とし、狭帯域フィルタとして従来の原子吸収フィルタを異常分散ファラデーフィルタに置き換えた気温観測ライダーシステムを提案する。

Fig. 1 にセル温度 120°C、セル長 7.0cm、磁束密度 50G および 300G としたカリウムファラデーフィルタの透過特性並びに気温-57°Cのレイリー散乱スペクトルを示す。レーザ出力 70mJ、波長 770nm、繰り返し 10Hz、望遠鏡口径 20cm (低高度) 50cm (高高度)、高度分解能 200m、積算時間 60 分で、高度 0~20Km の昼夜間の気温測定誤差を従来法と比較した。その結果昼間測定における測定誤差が、従来法に比べて高度 6km において 3.2K→0.9K、高度 12km において 8.7K→0.9K となることがシミュレーションにより確認できた



(a) B=300G



(b) B=50G

Fig.1 Transmission spectrum of the potassium Faraday filters.

【参考文献】

1. H.Shimizu et al., Appl. Opt. Vol.22, No.9, p.1373, 1983.
2. Zhang et al., IEEE J. Quantum Electron. Vol.37, No.3, p.372-375, 2001.