

気温観測ライダー用ファラデーフィルタの磁場安定度依存性

Magnetic Field Dependence of Faraday Filters for Temperature Lidar

首都大院シスデザ ○阿保 真, 有賀幸輝, Phong Pham Le Hoai, 長澤親生, 柴田泰邦

Tokyo Metropolitan University ○M. Abo, K. Aruga, P. Pham Le Hoai, 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、最近は大規模な竜巻、局地的大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、高度分布の連続測定が可能で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、高スペクトル分解能ライダー(HSRL: High Spectral Resolution Lidar) ^[1]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し、各フィルタを透過した光信号強度比の温度依存性から大気温度を求めている。

我々は、HSRL用の狭帯域フィルタとして、従来の原子・分子吸収フィルタの代わりに異常分散ファラデーフィルタを用いることを提案した⁽²⁾。これにより強いミー散乱成分を抑えつつ狭い帯域幅を得る事が可能になり、日中における背景光を大幅に除去し昼間の観測が可能となることを示した。

ファラデーフィルタは、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(Fig. 1)、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、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透過特性が決まる。我々は、試作したカリウムファラデーフィルタの透過特性について弱磁場における理論値と実験値の違いを、ゼーマン分裂した超微細構造の遷移確率を考慮することにより修正することに成功した。また、気温による空気分子散乱スペクトルの広がり、従来は単純なドップラー広がりを用いていたが、実際のスペクトルに近いS6モデルを採用した。さらに、フィルタにかかる磁場の安定度が気温測定誤差に与える影響について検討した。その結果、従来提案していたフィルタの組み合わせでは磁場が1%変動しても大きな測定誤差を生じることがわかったため、磁場の変動の影響が少ないフィルタを検討した。

Fig. 2 に磁場の変動±1%に対する気温測定誤差の高度毎のグラフを示す。ここで気温の高度分布は標準大気を用い、フィルタのセル温度は110℃、セル長7.5cm、磁束密度93Gおよび240Gで、この組み合わせは気温2℃(高度約2km)で誤差が最も少ない組み合わせである。この組み合わせにより高度0~6kmの範囲で誤差が1K以内に抑えられている。

現在は、小型気温観測ライダーの実用化に向けて、金属蒸気レーザと半導体アンプを用いた小型パルスレーザ光源(波長770nm)の開発を並行して進めている。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費26550014の助成を受けている。

参考文献

1. H. Shimizu et al., Appl. Opt. Vol.22, No.9, p.1373, 1983.
2. 阿保他, 第61回応用物理学関係連合講演会, No.17p-D1-9, 2014.

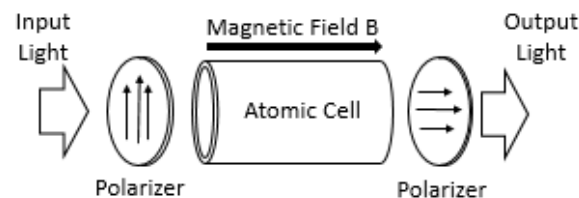


Fig.1 Schematics of the Faraday anomalous dispersion optical filter.

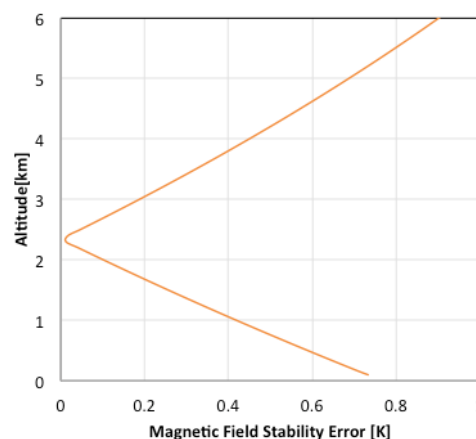


Fig.2 Temperature error of the HSRL using optimized potassium Faraday filters for 1% of magnetic field fluctuation.