

中間圏カリウム層観測用擬似ランダム変調共鳴散乱ライダーの検討

小祝 翔 [1]; 阿保 真 [2]; 柴田 泰邦 [2]; 長澤 親生 [2]
[1] 首都大・システムデザイン; [2] 首都大・システムデザイン

Pseudorandom modulation resonance scattering lidar for the mesospheric K layer observations

Sho Koiwai[1]; Makoto Abo[2]; Yasukuni Shibata[2]; Chikao Nagasawa[2]
[1] System Design, Tokyo Metropolitan Univ; [2] System Design, Tokyo Metropolitan Univ.

Feasibility study of pseudorandom modulation continuous-wave (PMCW) Na lidar for the mesopause-region temperature and wind measurements has been already carried out[1]. But a high power CW laser for Na observation (589nm) is difficult to get. We prepare a diode laser and a high power tapered amplifier for PMCW K lidar (770nm).

In the PMCW lidar, the scattering signal from one range bin is received with the background noise in other range bins. In order to block out the unwanted stronger Mie and Rayleigh scattering signal, we need to separate the transmitter and receiver. Using the PMCW lidar system with laser power of 1.5W (@770nm), telescope aperture of 50 cm, range-resolution 1km, and accumulation time of 30min, the K density error is 6% at altitude of 91km (K layer peak). We will build the PMCW K lidar system and challenge to measure the K density profile.

Reference

[1] C. Y. She et al, Mesopause-region temperature and wind measurements with pseudorandom modulation continuous-wave (PMCW) lidar at 589 nm, Appl. Opt., Vol.50, No.18, 2916, 2011.

高度 90km 付近の中間圏界面領域に存在する Na, K, Fe などの金属原子の観測には、従来パルス光を用いた共鳴散乱ライダーが用いられている。一方、近年半導体レーザーおよび波長変換技術の進歩によって、高出力 CW レーザを用いたライダーシステムが注目されている。半導体レーザーベースの CW レーザを用いることで、電気 光変換効率が改善されるため、小型化や航空機など飛翔体搭載も可能になる。しかし、CW レーザはピーク出力が低く、そのままパルス変調したのでは十分な平均パワーを得ることができないため、擬似ランダム符号変調を用いる方法が提案されており、低出力の半導体レーザーを用いた小型ライダーでは実績がある。

擬似ランダム変調を用いた共鳴散乱ライダーは、Na を用いた中間圏界面の気温と風の測定についてのシミュレーションによる検討がすでに行われているが [1]、Na の共鳴波長 589nm の生成には波長混合が必要であるため光源の入手が容易ではなく、実験はまだ行われていない。それに対し、K の共鳴波長 770nm は直接半導体レーザーから得ることが可能であり、さらに最近では高出力の Tapered Amplifier の入手も可能となってきた。そこで本研究では擬似ランダム変調を用いた K 共鳴散乱ライダーの実現可能性について検討した。

擬似ランダム変調方式ではすべての高度の散乱信号を同時に受信するため、90km 付近にある金属原子層からの共鳴散乱光に対して非常に大きい信号となる、観測には不要な低高度のレイリー・ミー散乱信号を受信しないようにレーザーと受信視野の重なり関数を調整する必要がある。現時点で実証実験が可能な、レーザー出力 1.5W (@770nm)、望遠鏡口径 50cm のシステムで、高度 30km 地点でレーザーと受信視野が重なるように設定し、夜間で、距離分解能 1km、積算時間 30 分としたときに、K 層のピークである高度 91km で 6%、密度がピークの半分となる高度 86km で 10% 以下の測定誤差で密度測定が可能であることがわかった。今後実際のレーザーシステムを構築し、レーザーと受信視野の重なり調整などの実験を行い、K 層測定に挑戦する。

参考文献

[1] C. Y. She et al, Mesopause-region temperature and wind measurements with pseudorandom modulation continuous-wave (PMCW) lidar at 589 nm, Appl. Opt., Vol.50, No.18, 2916, 2011.