

再使用観測ロケット搭載共鳴散乱ライダーの開発

阿保 真 [1]; 長澤 親生 [1]; 柴田 泰邦 [1]; 中村 卓司 [2]
[1] 首都大・システムデザイン; [2] 京大・生存研

Development of the resonance scattering lidar on the reusable sounding rocket

Makoto Abo[1]; Chikao Nagasawa[1]; Yasukuni Shibata[1]; Takuji Nakamura[2]
[1] Tokyo Metropolitan Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.

Ground observation is difficult such as metallic ions, smoke particles and trace elements over the mesosphere. If we can use a reusable sounding rocket for lidar observation of such targets, we could get knowledge of new aeronomy. We discuss about the possibility of the lidar observation for the above using a reusable sounding rocket by simulation. And to realize this lidar system, we are developing a portable tunable laser using solid dye.

我々は、日本及びインドネシアにおいて共鳴散乱ライダーによる、高度 80-120km 付近の温度、金属原子・イオン密度の観測を行ってきた。中間圏界面高度の大気状態は、中性の原子、分子を主成分とする下層大気の性質とイオンの性質が主要な性質を決定している電離圏との境界領域にあり、両方の成分が干渉した性質を示す。この高度領域に発生する主に金属イオンからなる sporadic E 層と中性原子からなる sporadic Na 層の関係は、この典型的な例である。

sporadic Na 層の成因は sporadic E 層の金属イオンが中性原子へと変化するものと考えられているが、地上からの観測では必ずしもその対応が良いわけではない。特に sporadic E 層を測定する電波は空間的に広がることも一因と考えられる。そこで、金属イオンと金属原子の同時観測が重要であるが、従来のロケット観測ではイオンの観測しかできていない。

金属元素を対象とする効率的なライダーとして共鳴散乱ライダーがある。中性の Na 層は、比較的精度よく地上からも測定可能であるが、広い高度範囲に分布していることが予想される Mg イオンは、共鳴線の 280nm がオゾン層の強い吸収領域にあるため、地上からの測定は極めて困難である。それだけに飛翔体からの測定は有意義である。

最近研究が進められている再使用型観測ロケットに共鳴散乱ライダーを搭載し、水平方向に観測することにより、小型の装置で高精度、高分解能の金属原子とイオンの同時観測が可能になる。今、ロケットは高度 120km まで達した後、姿勢を水平に保ちながらゆっくりと降下すると仮定する。Na と Mg イオンについて飛翔体からライダーで水平方向に観測した場合、レーザ出力 1 mW、距離分解能 1km、望遠鏡口径 30cm で、Na 原子の場合は、1mW、Mg イオンの場合は 10mW のレーザ出力があれば、高度 82~110km の範囲でそれぞれの密度が誤差 10% で測定できることがシミュレーションよりわかった。このシミュレーション結果から、波長 589nm で 1mW 以上、波長 280nm で 10mW 以上の回収型ロケット搭載可能な小型レーザがあれば再使用ロケット搭載の共鳴散乱ライダー観測が実現可能となる。

従来考えられている衛星搭載ライダーでは、寿命の点から波長変換素子として固体結晶が考えられていた。例えばチタンサファイア結晶を用いると 840nm の波長が得られ、この第 3 高調波より 280nm が得られる。しかし、第 3 高調波はその発生効率が低い。また、この結晶を用いて 589nm の波長を得ることはできない。しかし、再使用ロケットは観測時間が短く回収可能であるという特長があるため、必ずしも全て固体結晶を用いる必要はなく、効率が良く可視域で発振可能な色素レーザを用いることが可能である。最近では従来のように色素を液体に溶かすのではなく、樹脂で固体化された固体色素レーザが開発されている。これを用いることにより、589nm 及び 560nm の第 2 高調波を用いることにより、Na と Mg イオンが同時に観測可能な再使用型ロケット搭載の共鳴散乱ライダーが実現可能である。

固体色素レーザはまだ安定性の検証、狭帯域化の実験等が行われていないため、固体色素を用いた超小型波長可変レーザを構築し、その性能を評価するとともに、共鳴散乱ライダーに用いるために共鳴線への波長安定化システムを新たに作る必要がある。講演ではこれらの基礎実験結果を報告する。

また、中間圏の流星起源ダストはその存在が指摘されていないながら、その粒子径の小ささと密度の低さから、これまで地上設置ライダーやロケットでもうまく観測されていない。再使用観測ロケット搭載ライダーではこのダスト観測も期待できる。