

全固体CWレーザーを用いた中間圏界面温度計測法

Mesopause temperature measurement using all solid CW laser

阿保 真^{1*}, 長澤 親生¹, 柴田 泰邦¹

Makoto Abo^{1*}, Chikao Nagasawa¹, Yasukuni Shibata¹

¹首都大学東京

¹Tokyo Metropolitan University

最近のレーザー技術の進展により、パルスレーザーに比べてメンテナンスが容易な高出力の全固体CWレーザーが入手可能となってきた。将来的に遠隔地や飛行体搭載でも利用可能な、高出力全固体CWレーザーを用いた中間圏界面温度の計測システムを提案し、その検討結果を示す。現在中間圏温度計測用の狭帯域レーザーとしては、リング色素レーザー (Na : 589nm) 又はTi:sapphireレーザー・アレキサンドライトレーザー (Fe : 372/374nm, K : 770nm) が用いられている。手法としては2(or 3)波長法 (Na, K, Fe)、波長スキャン法 (K, Fe)、ボルツマン法 (Fe) がある。各原子の得失を比較してみると、Naが感度はもっとも高いが、色素レーザーのメンテナンスが大変であった。一方Feはボルツマン方式の利用が可能 (レーザーの波長制御の要求精度が低い)、Kは高出力固体レーザーの利用が可能であるなどから、遠隔地での観測にはFeやKが適していると考えられてきた。

感度として最も適しているNaライダー用のレーザーとしては、従来はリング色素レーザー+Nd:YAGレーザー励起色素レーザー(アンプ) がもっとも高いパルスエネルギーが得られるため、調整・メンテナンスが大変であるにもかかわらず長く用いられてきた。それ以外にメンテナンスが容易なNd:YAGレーザー(1064nm)とNd:YAGレーザー(1319nm)のミキシングやファイバーレーザー(1180nm)の第2高調波の利用も提案、実用化されているが、パルスエネルギーがやや小さいのが難点である。

しかし最近、高出力の全固体CWレーザーが利用可能になってきたため、パルスレーザーを用いずに、CWレーザーをそのまま使う方がシステム構成がシンプルになり、メンテナンスも容易となる。CWレーザーそのままでは高度プロファイルを得ることができないが、符号変調方式を用いることにより実現可能である。この方式はすでに低出力の半導体レーザーでは実績がある。更に直交符号系を用いることにより2波長以上の多重化が可能であり、また波長シフトと変調を同時に行うことが可能になる。今回我々は、最新のレーザー技術を利用し、全固体CWレーザーを用いた中間圏界面温度の符号変調方式ライダー計測法を提案する。

本方式は、レーザーが全固体CWなのでメンテナンスが容易、レーザーは1台で実現可能、受信系も1系統で可能と、遠隔地自動観測や移動体搭載観測に適したシステムである。これを実現するための技術として、直交符号系列を用いた2波長同時観測、バイスタティック配置によるノイズの低減、波長シフトと光強度変調をAO変調器で同時に行う方法を用いる。

シミュレーションより、レーザー出力2.5W、望遠鏡口径50cmのシステムで、夜間に関しては十分な精度 (距離分解能 1 km、積算時間20分で温度精度 2 K) が期待されることがわかった。

キーワード: 中間圏界面, 温度, CWレーザー, 符号変調

Keywords: Mesopause, Temperature, CW laser, code modulation