

都立大学における金属原子ライダー

Lidar for Metaric Atoms Observation of Tokyo Metropolitan University

長澤 親生 阿保 真

Chikao NAGASAWA Makoto ABO

東京都立大学 工学部

Tokyo Metropolitan University

Abstract Resonant fluorescence lidar measurements of several metaric atoms and ions have been prepared at Tokyo Metropolitan University. The purpose of these measurements and present state of the preparation are reported.

1. はじめに

一般に共鳴散乱断面積は、他の散乱形態に比べて圧倒的に大きい散乱断面積を持つ。ライダー測定にこれを利用して遠方の微量成分の遠隔測定が行われている。その代表的な成功例は、高度約90 km付近に成層するナトリウム原子層の地表からの測定である。これまでにライダーによりなされた中間圏金属原子及びイオンの観測は、ナトリウム、カリウム、リチウムとその同位体、カルシウムとそのイオン、鉄等数種類に及んでいるが、ナトリウム以外は観測グループがフランスの1グループ、1地点に限られておりその追試は行われていない。

中間圏の大気パラメータを測定する道具としては、ライダー、M Uレーザやロケットが利用されてきたが、ライダーは、他の測定法に比べ多くの優れた点を持っている。その中でも、共鳴散乱ライダーによりナトリウム層を測定しそれをトレーサにして中間圏の大気パラメータを測定する方法は、他の方法にくらべ経済的であり、長期観測や多点観測、飛行体搭載による移動観測等今後の利用の拡大が考えられる。

2. 研究対象

共鳴散乱ライダーにより測定可能な主な中間圏金属原子と同調波長をTable 1に示す。これらの測定対象にたいして以下の測定及び開発を計画している。

①できるだけ多くの金属原子層の測定を行い、まだ不確定要素を多く含むその生成論に対する決定的な糸口を得ると同時に、中間圏の大気波動のトレーサとしてナトリウム層以上の結果が期待できる金属原子を確認する。

②中間圏の大気波動のトレーサとしてのナトリウム層の定常観測とナトリウム層の温度測定を行う。

③これらの測定に不可欠な波長同調技術やデータ解析技術の開発を行う。

3. 装置

共鳴散乱ライダーにより測定可能な金属原子の共鳴波長は、紫外域から近赤外域まで広く分布している。共鳴波長がM gとそのイオンのように、成層圏オゾン層の強い吸収帯と重なる紫外域にあるものは、衛星搭載ライダーとしては有用であるが地表からの測定には不向きである。その他の金属原子の測定の可能性は、ほとんどレーザの性能に依存している。

我々の準備しているレーザの性能表をTable 2に示す。高出力Y A Gレーザを基本として、その二倍波で色素レーザを励起し、そのまた二倍波をとることによりTable 1に示した金属原子の全ての共鳴散乱波長をカバーすることができる。ナトリウム層の温度を測定するには、更なる波長の狭

帯域化を必要とするが、K、Na、Liの分布測定については十分な性能を有していると考えられる。受信鏡が、現在のところ直径28cmのものしか準備されていないため、K、Na、Li以外の金属原子の測定については、大型受信鏡が必要である。共鳴散乱ライダーにおいて重要な波長同調システムは、シーダとしてTiサファイアレーザを用いるインジェクションシーディングによって試みている。この方法によれば、 Δf が3pmの精度でチューニング可能が容易である。

4. まとめ

レーザ技術及びライダー技術の進歩により、中間圏ナトリウム層の測定に限れば比較的容易なものとなりつつあるが、その他の金属原子層の測定や層の温度測定等、まだ開発が遅れている課題があり、今後これらのライダーの開発を行うと同時に付随する技術の開発を行う予定である。

参考文献

M. C. W. Sandford and A. J. Gibson, *J. Atmos. Terr. Phys.*, **32**, 1423-1430 (1970)
 G. Megie et al., *Planet. Space Sci.*, **26**, 27-35 (1978)
 C. Y. She et al., *Geophys. Res. Lett.*, **17**, 929-932 (1990)

Table 1 Resonance lines of metallic species

species	resonance lines λ (Å)	species	resonance lines λ (Å)
K	7664.91 7698.98	Ca ⁺	3968.47 3933.67
Li	6707.84	Al	3944.03
Na	5889.95 5895.92	Fe	3082.16 3859.91
Cr	4274.80 4254.35	Mg	3719.94 2852.13
Ca	4226.73	Mg ⁺	2795.53
Mn	4033.07 4030.76		

Table 2 Specification of laser system

Nd:YAG laser	Energy	1.06 μ m	1.0 J / pulse
		0.53 μ m	500 mJ / pulse
	Repetition rate	10 Hz	
DYE laser + SHG	Wavelength	380 nm ~ 900 nm	
	Efficiency	28% ~ 10% (pumping efficiency by SHG of Nd:YAG laser)	
	Line width	0.07 cm^{-1}	