

# G3 名古屋大学太陽地球環境研究所における

## ラマンライダー観測研究計画

Observational Plan: Atmospheric Environment Measurements with a Raman Lidar

岩坂泰信、林 政彦、長谷正博、中田 滉

Y. Iwasaka, M. Hayashi, M. Nagatani, H. Nakada

Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Multicomponents measurements have been desired to understand complicated atmospheric chemical system. STE laboratory is going to operate the lidar receiving raman scattering of atmospheric water vapor, carbon dioxide and so on. Scope and outline of the lidar system are described.

現在、名古屋大学太陽地球環境研究所で建設をすすめているラマンライダーの建設状況と、そのねらいをのべる。第2世代のライダーの必要性が指摘されはじめたのは、5年ぐらい前からである。新しく応用可能な「ライダーに応用すべき光と物質の相互作用」として共鳴散乱、吸収、ラマン散乱が挙げられていた。オゾンライダーに吸収が、Naライダーに共鳴散乱が応用されてすでにかなりの実績が蓄積されている。とりわけ、Na層の観測に使われているNaライダーはその時点でもすでに10年以上の歴史を持っていた。

それにくらべ、ラマンライダーの本格的な使用はかなり遅れていると考えねばならない。ラマンライダーの特長は、何といたっても多成分を同時に計測できる点にあり、そのような科学的・社会的要請がいまだ充分ではなかったために、開発が遅れてきたと考えられる。

この観測システムの大きなねらいは「大気エアロゾルの変質過程、大気エアロゾルを含む不均一反応の解明とそれが地球環境に与える影響」を観測することである。また、この第2世代のシステムを大気圏の観測にどのように応用するか「ラマンライダー応用法に関する技術・開発」も大きな目標である。

大気中の水蒸気は、下部対流圏ではきわめて濃度が高いが、対流圏上部から成層圏にかけて急速に濃度が減少する。水蒸気量は、大気中のさまざまな物理化学過程に関わっているもののその観測はきわめて困難である。現在行なわれている気象業務では、10km程度（南極のような場所では5km程度）が測定できる限界である。

大気中のエアロゾルは、水蒸気ときわめて関係が深い。地球大気の大気温度の変化幅が水蒸気の相変化点（あるいは、水和物のような水を含む物質の凝固点）に近いために、大気中のエアロゾルは水を凝縮させたり蒸発させたりする足場の役目をはたしている。

近年、黄砂粒子が大気を浮遊している間に大気中の硫黄化合物や窒素化合物を表面に吸着させていることがしばしば見つかり話題になっている。黄砂粒子表面でのこのような現象は、粒子表面での反応としても興味をもたれるが、黄砂粒子がこのようなガス状物質を吸着させることによって大気中のガス状物質の濃度を変化させたり、黄砂粒子が地表面へ落下することでガス状物質の地表面への沈着を加速させたりすることが考えられる

名古屋大学太陽地球環境研究所に導入されたライダーの主要諸元は、表1に示したとおりである

。

表1 大気環境ラマンライダー主要諸元

送信部	YAG 基本波	1.06 $\mu\text{m}$	360 mJ/pulse
		0.53 $\mu\text{m}$	100 mJ/pulse
		0.36 $\mu\text{m}$	150 mJ/pulse
	繰り返し	10 Hz (最大)	
	3波同時発振		
受信部	受信望遠鏡	有効径	100 cm [カセグレン型]
		合成焦点距離	400 cm以上
		最小錯乱円	1.0 mm以下
		視野絞り	0.2 - 5.0 mrad
	受信回転チョッパー	速度	400 Hz
		最大開時間	700 $\mu\text{s}$ 以上
	ミー・レーリ受信系	3波 (偏光解消度)	
	ラマン検出系	N <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、N <sub>2</sub> O、 CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub>	
		ラマンスペクトル検出系	

極域の成層圏では、厳冬期には氷を主体とした粒子が出現し、きわめて乾燥した成層圏を作ったり、表面反応を通して極成層圏での急激なオゾン破壊をもたらすのに一役買っているのはよく知られている。このようなエアロゾルの形成は、既存のエアロゾルのうえに成層圏の水蒸気が凝縮することによってなされると考えられているが、充分にはわかっていない。いずれにせよ、成層圏対流圏を問わずエアロゾルの成長や変質に水蒸気が重要な役割を持っていることは容易に想像がつくが、これらの微物理過程については不明な点がきわめて多い。本システムをもちいてなされる研究のひとつは、エアロゾルへの水蒸気の核形成過程とそれがきっかけとなって生じるエアロゾルの変質過程をあきらかにすることである。エアロゾルの分布について質の高いデータをえることは何よりも必要である。これまでなされてきたエアロゾルの濃度分布の推定は、レーリ散乱とミー散乱を分離することからはじめられていた。が、このシステムではそれに加えてO<sub>2</sub>やN<sub>2</sub>の分布が使用できることになりはるかに質の高いエアロゾル分布が観測できるであろう。

水蒸気の分布を同時に知ることもきわめて重要な点である。水蒸気の濃度は空間的にも時間的にもきわめて変化が早いため、エアロゾル粒子への核形成、凝縮、等を考えるうえではエアロゾルを観測している空間と同じ空間を観測することが必須である。レーリ散乱を利用した気温の観測はこれまでもしばしば試みられてきている。が、最大の問題点はミー散乱との分離が難しく、エアロゾル濃度の高い場所やそのようなことが予想される場所では必ずしも良質のデータがえられずにある。エアロゾルの変質過程や成長過程、あるいはそれに付随して起きるさまざまな不均一反応は気温によって大きく変わる。とりわけ気温の変化が、相変化を生じる付近であるときには、わずかの温度の違いが大きな変化が化学反応系全体に生じる。本システムにおいては、エアロゾルの妨害がより少ないO<sub>2</sub>やN<sub>2</sub>のラマン散乱線の強度分布を基に、気温分布を推定することを計画している。

ラマン散乱の本格的な大気計測は始まったばかりである。今後の応用面を検討することも重要な課題である。ラマン散乱スペクトラムは、これまでの「目的とする単一成分の観測」から発想されるイメージと比べ、多彩な大気化学像を作るのに役立つであろう。