

対流圏エアロゾルの多波長ライダーと長光路差分吸収計測
**Measurements of tropospheric aerosols using multi-wavelength lidar
and differential optical absorption spectroscopy**

○馬淵佑作¹, 神谷義一¹, 齋藤隼人¹, 眞子直弘¹, Gerry Bagtasa¹,
入江仁士¹, 竹内延夫¹, 椎名達雄², 久世宏明¹

Y. Mabuchi¹, Y. Kamiya¹, H. Saito¹, N. Manago¹, G. Bagtasa¹, H. Irie¹, N. Takeuchi¹, T. Shiina², and H. Kuze¹

¹千葉大学環境リモートセンシング研究センター, ²千葉大学大学院融合科学研究科

¹ Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

² Graduate School of Advance Integration Science, Chiba University

ABSTRACT

Gas-to-particle conversion is one of the important processes that characterize atmospheric aerosols. In this paper, we report the simultaneous observation of nitric dioxide (NO₂) and aerosol, two most important species of air pollution in the urban area conducted at the Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University. For the aerosol part, detailed information is derived from the observation using a multi-wavelength lidar system recently developed at CEReS. At the same time, the methodology of differential optical absorption spectroscopy (DOAS) based on a flashlight yields concentrations of NO₂ and aerosol averaged over a light path of approximately 5.5 km.

1. はじめに

エアロゾルは地球の放射収支に直接的に影響を与えるほか、雲の凝結核として重要な役割を果たす。エアロゾルの放出源は海塩、土壌、植生や人間活動など様々である。千葉大学環境リモートセンシング研究センター (CEReS) ではこれまでにエアロゾル計測法に関する研究を行ってきた^{1,2)}。大気データ収集ライダー (ADCL) システムは、対流圏エアロゾルと雲の観測を目的とした多波長ライダーシステムで、付随する地上測定器によってデータを補いながら測定をすることができる。また、長光路差分吸収法 (DOAS) は、高層建造物に設置が義務付けられている航空障害灯を光源として、NO₂やエアロゾルによる光吸収を測定することで、その光路上での平均濃度や光学的厚さを推定する手法である。微量気体とエアロゾルの同時計測は、大気エアロゾルの生成過程の一つである気体の粒子転換過程について知見を得る上で有効である。本講演では、これら ADCL と DOAS による千葉市の対流圏エアロゾル測定について比較し、報告する。

2. 大気データ収集ライダー (ADCL)

ライダー信号解析のための一般的手法である Fernald 法³⁾では、エアロゾルが十分少ないと考えられる信号の領域を遠方に仮定して校正する必要がある。また、地上付近における重なり関数の影響やライダー比 (エアロゾル消散係数と後方散乱係数の比, S_1) を正確に見積もる必要がある。CEReS における ADCL システム⁴⁾では、通常の鉛直パスライダーに加えて、地上設置の測器によりエアロゾル光学特性を測定することでライダーの校正値を与え、スラントパスライダーによってその値を鉛直パスライダーへと橋渡しすることによって、地上からの積み上げ計測を実現する。ADCL は、3 波長ネフェロメータやパーティクルカウンターなどの地上エアロゾル計測装置、Nd:YAG レーザーによる紫外、可視、赤外の Mie 散乱計測のほか、偏光計測、窒素および水蒸気ラマン計測、高分解能ライダー (HSRL) を用いた S_1 プロファイルの直接計測、および、エアロゾル

水平面均一性を検証するための PPI (Plan Position Indicator) モード計測装置などから構成されている。

3. 長光路差分吸収法 (DOAS)

CEReS では人間活動によって都市大気中に排出される大気汚染物質の主要な成分である二酸化窒素 NO_2 およびエアロゾル (SPM) の DOAS による定常観測を行なっている⁵⁾。装置は建物 8F に設置されている望遠鏡と小型分光器で構成され、設置場所から北北東およそ 5.5 km の場所に位置する清掃工場煙突に設置されている航空障害灯光源 (Xe ランプ) の可視域の発光を観測している。発光は 1.5 s に 1 回であり、光路上での気体および SPM の平均濃度をおよそ 5 分間で 1 データ取得することができる。観測は、光源とする航空障害灯の光量が一定となる 6 時から 18 時ごろの日中において連続して行なっている。

4. 対流圏エアロゾルの計測

ADCL を構成する可視スラントパス後方散乱ライダー(北向き)と DOAS による同期観測例を Fig.1 に示す。この観測は 2012 年 7 月 17 日に行われたもので Fig.1 (a)はライダー、(b)は DOAS によってそれぞれ観測したエアロゾル消散係数プロファイルおよび、光学的厚さの時間変化を表す。ライダー信号は地上計測によって得られたライダー比と地上校正値に基づいて解析し、DOAS 信号はライダーと同じ波長 532 nm 帯のスペクトルを用いて光路 5.5 km における光学的厚さを求めた。この結果から、エアロゾルが時間とともにゆるやかに上空へ拡散している様子を知ることができる。

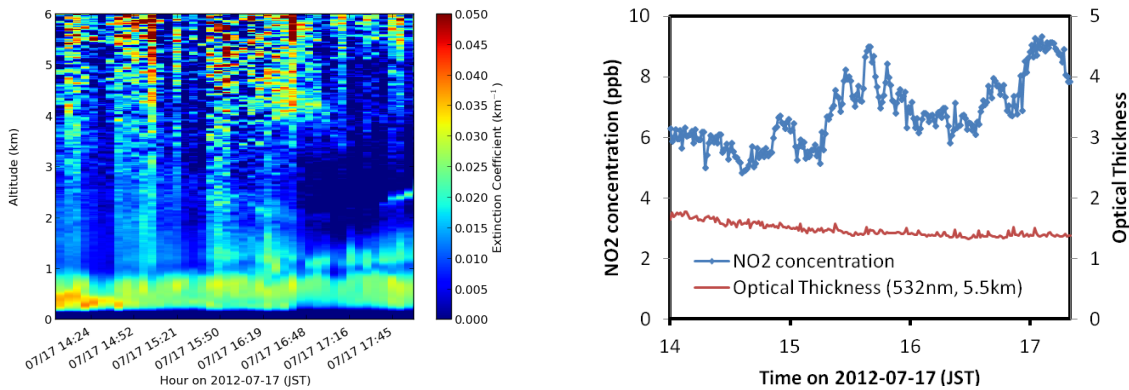


Fig1. An example of simultaneous ADCL and DOAS signals observed between 14:00 - 18:00 (JST) on July 17, 2012: (a) vertical distribution of aerosol extinction coefficient retrieved from 532 nm slant-path lidar (elevation 30°), (b) aerosol optical thickness and NO_2 concentration retrieved from DOAS.

参考文献

- 1) Yabuki, M., et al.: Determination of Vertical Distributions of Aerosol Optical Parameters by Use of Multi-Wavelength Lidar Data, Jpn. J. Appl. Phys., 42, pp. 686-694 (2003).
- 2) Manago, N., et al.: Seasonal variation of tropospheric aerosol properties by direct and scattered solar radiation spectroscopy, Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, 112(2), pp. 285-291 (2011).
- 3) Fernald, F. G.: Analysis of atmospheric lidar observation: some comments, Appl. Opt. Vol. 23, pp. 652-653 (1984).
- 4) 眞子直弘 et al.: 多波長ライダーと地上計測装置による対流圏のエアロゾル計測, 29LSS, pp.90-93 (2011).
- 5) Kuriyama, K., et al.: Pulsed differential optical absorption spectroscopy applied to air pollution measurement in urban troposphere. Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, 112(2), pp. 277-284 (2011).