

差分吸収ライダーによる NO 空間濃度
分布の連続計測Continuous monitoring of atmospheric NO
spatial distribution using a DIAL

鳥海良一、周永海*、田井秀男、久世宏明*、竹内延夫*
R.Toriumi, Y.Zhou*, H.Tai, H.Kuze*, and N.Takeuchi*
東京ガス IT 研、千葉大学環境リモートセンシング研究センター*
ITRI, Tokyo Gas and CEReS, Chiba University

Abstract

We measured atmospheric NO spatial distribution in an urban area near CEReS, Chiba University using an all solid-state differential absorption lidar (DIAL). The UV light was generated through second-harmonic generation (SHG) of sum-frequency mixing (SFM) between the fundamental of a Nd:YAG laser and a Ti:sapphire laser which is pumped by the SH of a Nd:YAG laser.

1. はじめに

大気汚染の代表的な物質として NO_x が注目されて久しいが、都市部を中心に環境基準を満たしていない地点が依然として存在しており、その監視は重要な課題となっている。

差分吸収ライダー (DIAL) による測定手法は測定対象に影響を与えずに時間的に連続して空間濃度を測定できる点で優れており、その実用化が期待されている。

我々は、NO_x 計測用差分吸収ライダーを固体レーザーで製作し^{1,2)}、千葉市 (千葉大学西千葉キャンパス) において空間濃度分布の計測を行っている。ライダーとともに NO_x 計、風速計の値を使用し、より詳細な解析を行った。

2. 差分吸収ライダーシステム^{1,2)}

DIAL システムは、送光部、受光部、信号処理部から構成される。送光部は Nd:YAG レーザーの第 2 高調波励起 Ti:サファイアレーザーともう一台の Nd:YAG レーザーの基本波を非線形結晶 KD*P によって和周波させ、さらに非線形結晶 BBO を利用して 2 倍波の紫外光 (226.8 nm) を得る。受光部は受光望遠鏡、光電子増倍管 (PMT)、データ取得部から構成される。受信信号は A/D 変換後、コンピュータに転送され、処理が行われる。また、エアロゾル変動による誤差を打ち消すため、Ti:サファイアレーザー共振器部分を改造し、10Hz 動作で 1 パルス毎に 2 つの波長を瞬間的に切り替えられる装置を組み込んだ。以上のように、信頼性、操作性に優れた固体レーザーの使用により安定なレーザー出力が達成された。測定は 1500 パルス対で濃度分布を求めた。システムのブロック図を Fig.1 に、仕様を Table.1 に示す。

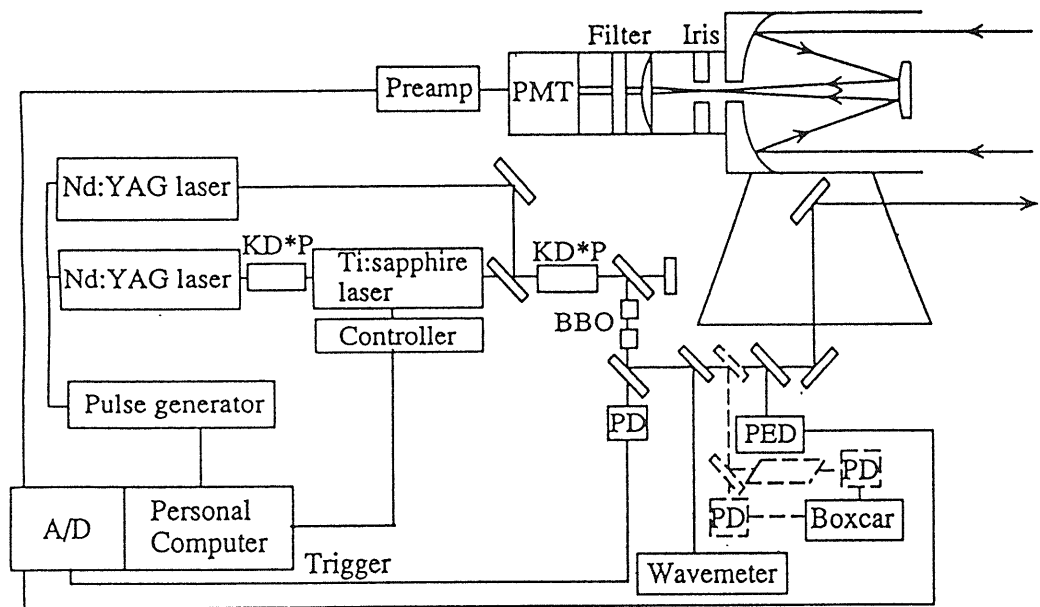


Fig.1 Schematic diagram of the DIAL system.

Transmitter	
Laser (Ti:sapphire)	Continuum TS60
Laser (Nd:YAG)	Continuum Surelite I-10
Rep. rate	10 Hz
UV output energy	5 mJ (at 226.8 nm)
Divergence of the output beam	<0.6 mrad
Laser spectral width	2 pm (at 226.8 nm)
Receiver	
Diameter of the telescope	254 mm
Field of view	2 mrad (variable)
PMT type	Hamamatsu R955 (NO),
Filter: FWHM	8.8 nm (at 226 nm),
Filter: transmission	18 % (at 226.8 nm),
Digitizer	10 bit, 100 Msample/s (Iwatsu Co. DM7200)

Table.1 Characteristics of the lidar system.

3. 実験結果

DIAL システムによるNOの連続計測は1996年12月16日の15:30から翌17日の6:00まで、千葉大学西千葉キャンパスにおいて受信望遠鏡の仰角を 30° に保って約30分毎に行われた。当日は日本の上空が移動性高気圧に覆われていたため窒素酸化物の高濃度発生が予想された。風向は北風が卓越し、風速は最小1 m/s, 最大4 m/s (1時間の平均値)であった。Fig. 2は12月17日2:00-2:06の濃度分布の平均値を示した結果である。

この濃度は距離分解能を60mとし、2波長における吸収断面積の差を $5 \times 10^{-22} \text{ m}^2$ として、計算されたものである。実測データの標準偏差の計算に

より、測定精度は10ppb程度が得られた。当日の連続測定結果をFig.3に示す。Fig. 4は千葉大近くのNO_x計で計られたNO濃度である。風速、風向及び気圧は窒素酸化物の濃度に大きく影響するが、Fig. 5に示したようにライダー測定値と風速の間に相関があることが確認された。

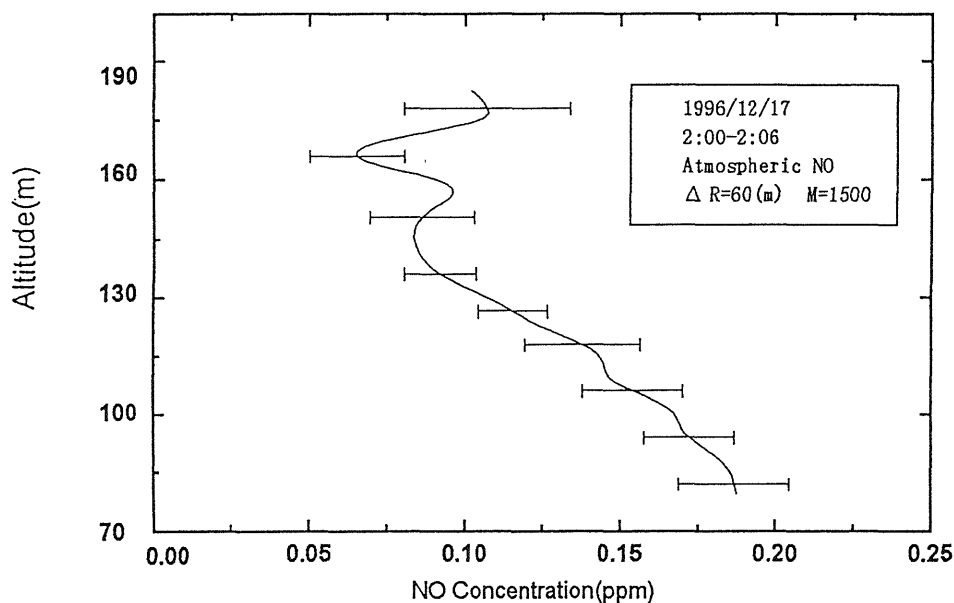


Fig.2 NO average concentration during 2:00-2:06 on 17 December,1996

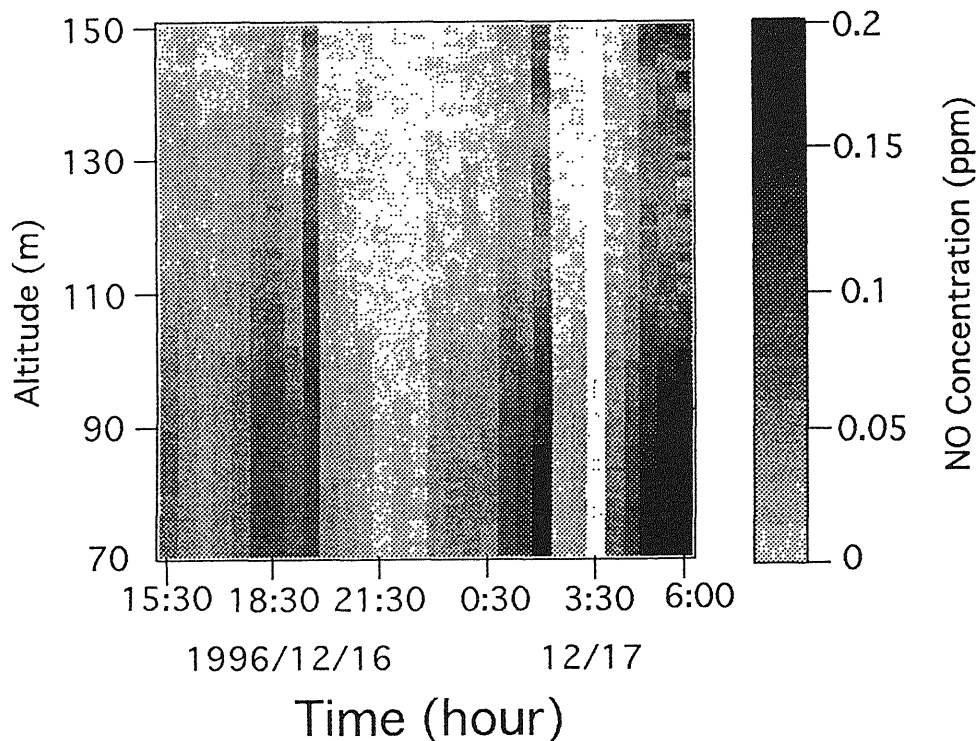


Fig.3 NO concentration distribution by DIAL

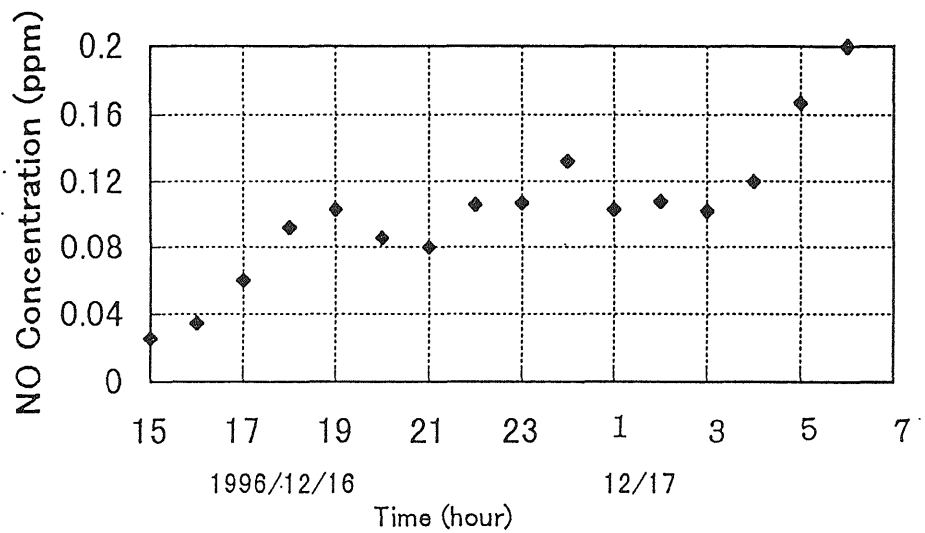


Fig.4 NO Concentration by a NOx analyzer

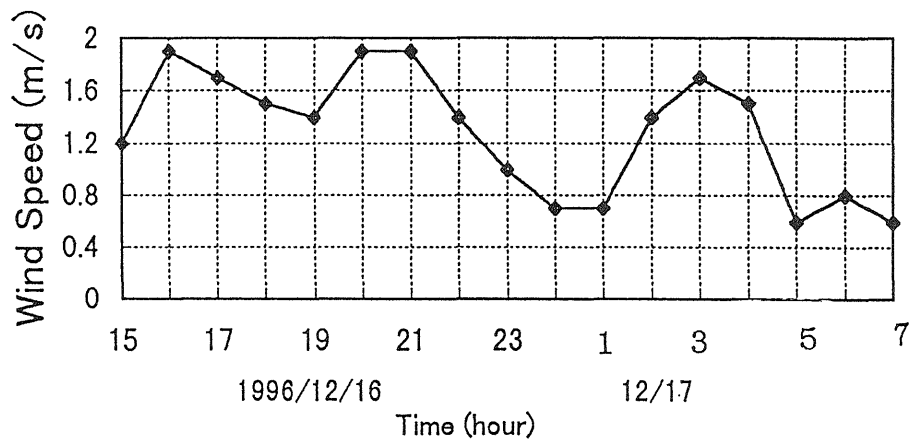


Fig.5 Wind speed on December 16 and 17,1996

4. まとめ

差分吸収ライダーで大気中の一酸化窒素の空間濃度分布の連続計測を行った。その結果、10ppb の感度で同時にNO x 計で測定されたNO濃度や風速とよい相関を示した。

参考文献

1. R.Toriumi, H.Tai, and N.Takeuchi, "tunable solid-state blue laser differential absorption lidar system for NO₂ monitoring", *Opt.Eng.***35**, pp. 2731-2735,(1996)
2. R.Toriumi, H.Tai, H.Kuze, and N.Takeuchi, "NO monitoring by Tunable solid-state DIAL" in *Advances in Atmospheric Remote Sensing with lidar*, pp. 419-422 Springer-Verlag(1997)