

1. 6 μ m DIAL による下層大気中の CO₂ 濃度と気温の鉛直分布同時測定 Simultaneous observation of vertical CO₂ concentration and temperature profile in the lower-atmosphere by a 1.6 μ m DIAL

首都大院シスデザ [○]柴田泰邦, 長澤親生, 阿保 真

Tokyo Metropolitan University [○]Yasukuni Shibata, Chikao Nagasawa, Makoto Abo

E-mail: sibata@tmu.ac.jp

下層大気中の CO₂ 濃度鉛直分布を観測する 1.6 μ m 差分吸収ライダー (DIAL: differential absorption lidar) を開発し、連続観測を行っている¹。CO₂ 吸収スペクトル分布は濃度・気温・気圧の3変数の影響を受ける。下層、特に境界層内は地上付近の地形や建造物の影響を受け、気温の鉛直分布が場所ごとに異なる。現在、茨城県館野においてラジオゾンデ観測により得られる気温・気圧分布を用いて吸収スペクトル分布係を導出しているが、測定精度をさらに上げるためにはライダー観測点である首都大学東京日野キャンパス (東京都日野市) 上空の気温・気圧分布が必要となる。Fig. 1 に茨城県館野で観測されたラジオゾンデの気温鉛直分布と、同時刻に東京都港区の東京タワーで観測された気温の鉛直分布の例を示す。都市域に当たる東京タワー上空の気温は郊外の館野に比べて 2℃ほど気温が高い。この温度差は CO₂ 濃度に換算して約 $\pm 0.1\%$ (± 0.4 ppm) の差となる。ライダー観測点の首都大学東京日野キャンパスは館野から南西に約 80 km、東京タワーから西へ約 34 km 離れているため、館野のラジオゾンデ気温データを用いて日野キャンパス上空の CO₂ 濃度分布を算出すると、 ~ 1 ppm 程度の不確定要素を含むと推測される。よって、下層大気中の CO₂ 濃度を高精度で観測するためには、ライダー観測点上空の気温分布を正確に知る必要がある。

現在 DIAL 観測に用いている吸収線の中心波長 λ_{on} と裾 λ_{off} (吸収の少ない波長) に、その中間波長 λ_T を追加し、 λ_{on} との受信強度を比較することで気温分布測定を行う。さらに、密度・気温の DIAL 観測結果と測高公式により求まる気圧鉛直分布から吸収線スペクトル強度が一致するように反復計算によって密度・気温を更新し、各々の測定精度を向上させることが可能であることを示す。

下層大気中の CO₂ 濃度鉛直分布の DIAL 測定精度について、以下に示す条件を用いて反復計算手法により求めた。仮定した CO₂ 濃度分布は Fig.2 上図の実線で示すような、境界層内で高濃度となるモデルを用いた。気温の真値 (Temperature model) は高度 1.5km で逆転層となる沈降性逆転層モデルを仮定した。反復計算における気温鉛直分布の初期値は U. S. Standard の値を用いた。ライダー信号には、出力 2 mJ、望遠鏡直径 25 cm、PMT 量子効率 8 %、距離分解能 100m、観測時間 30 分のアナログモードで日中に実測したランダムノイズを付加している。Fig.2 に気温と濃度の反復計算結果 (1st, 2nd, 3rd は反復計算回数) を示す。反復計算回数 3 回以上で気温と濃度の値は真値に対してそれぞれ 0.2 K 以下、0.2 ppm 以下に収束することが示された。以上の結果から、3 波長用いた CO₂ 濃度・気温の同時観測を行うことによって、境界層内の CO₂ 濃度鉛直分布をより正確に得ることが可能となる。現在、気温測定のためのシステムを追加中で、講演にてシステムの詳細および進捗状況について報告する。

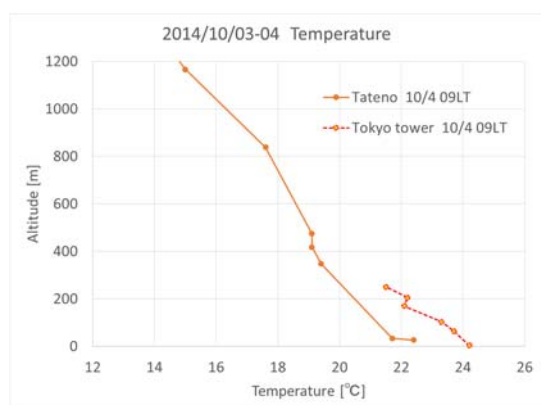


Fig. 1 Temperature profiles at Tateno and Tokyo tower.

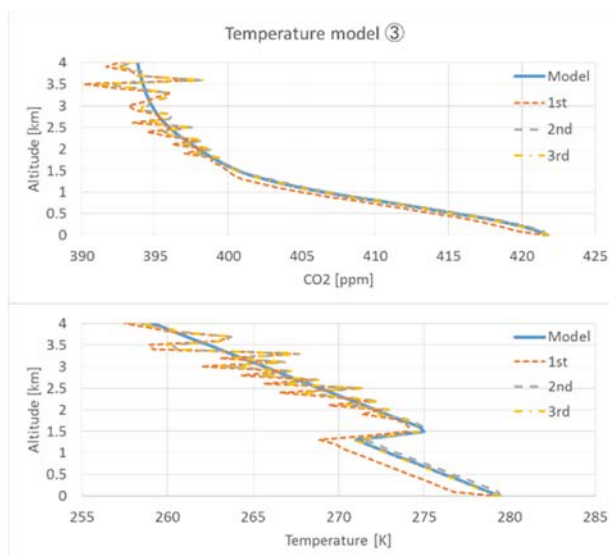


Fig.2 The retrieval analyses of CO₂ density and temperature profiles using precipitated inversion layer temperature model.

参考文献

1. 柴田他、第 76 回応用物理学会秋季講演会、16a-1E-5, 2015.