

火力発電所上空における CO₂ 測定用レーザセンサを用いた航空機観測

Airborne flight measurements over thermal power plants

using a CO₂ differential laser absorption spectrometer

境澤 大亮¹、川上 修二¹、中島 正勝²、田中 智章^{3,1}、井上 誠³、森野 修³、内野 修³

1: 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター

2: 宇宙航空研究開発機構 宇宙利用推進センター

3: 国立環境研究所 地球環境研究センター

Daisuke Sakaizawa¹, Shuji Kawakami¹, Masakatsu Nakajima², Tomoaki Tanaka^{3,1},

Makoto Inoue³, Isamu Morino³, Osamu Uchino³

1: JAXA/EORC, 2: JAXA/SAPC, 3: NIES/CGER

Abstract: We performed airborne measurements to demonstrate plume detection of variations of CO₂ absorptions over the thermal power plants using a 1.57- μm continuous-wave laser-based differential laser absorption spectrometer. In previous airborne measurements the uncertainties of column-averaged CO₂ mixing ratio were 0.68% from the surface to 1-3km altitude and 1.1% to 7 km altitude. In the measurement over the thermal power plants, CO₂ absorption at 2km altitude is 5% greater than that obtained above sea. More details about measurements and analysis will be presented in this presentation.

1. はじめに

軌道上から対流圏下層の二酸化炭素 (CO₂) を正しく計測する技術と、その高精度化は陸域、海洋における CO₂ フラックスを定量的に把握していくために重要な役割を果たす。温室効果ガス観測技術衛星 (Greenhouse gases Observing SATellite: GOSAT) はその最初の一歩として全球観測データの提供を開始している (1)。一方 GOSAT を含む受動型観測システムによる観測では、太陽天頂角の季節依存性に伴う北半球高緯度帯の不感領域があること、気柱量観測が晴天時に限定されること、観測光路中の散乱体に対して極めて正確なモデル化が求められること、などが観測結果に大きな影響を与え、かつ避けられない導出要因となっている。そこで我々はレーザを用いた観測システムを開発し、これを用いてその有用性や性能評価を実施してきた。本発表では航空機にシステムを搭載した観測結果について述べる。

2. 観測システム

航空機に搭載したシステムは波長 1.57- μm 帯の半導体レーザとファイバー増幅器を光源とし、容易に移動が可能な小型システム (開発: 三菱電機) である (2、3)。本装置を航空機に搭載した測定では観測量として光学的厚さと飛行高度が得られ、CO₂ 混合比は以下の式を用いて求める

$$\bar{q} = \Delta\tau_{\text{ob}} \left(\int_0^{z_a} \Delta\sigma(z) N_{\text{dry}}(z) dz \right)^{-1}$$

$\Delta\tau_{\text{ob}}$ は CO₂ の光学的厚さ、 $\Delta\sigma$ は観測で使用する二波長の CO₂ の差分吸収断面積、 N_{dry} は

乾燥空気分子数、 z_a は飛行高度である。式中の積分で表される項は使用するレーザ波長により高度方向に異なる感度を持ち、観測値に寄与している主な高度はどこかを示す。航空機には同時に国立環境研究所の CO₂ 連続測定装置と、フラスコサンプリング装置が搭載されている。火力発電所上空の観測では連続測定装置により飛行機周辺の CO₂ 濃度を取得した。

3. 飛行試験

本発表では 2010 年 1~2 月にかけて実施した飛行試験について述べる。使用した航空機はビーチクラフト式 King Air 200T 型（ダイヤモンドエアサービス（株））で、茨城県の鹿島工業地帯にある鹿島火力発電所及び、常陸那珂火力発電所上空を飛行した。それぞれ飛行高度 1km、2km の水平飛行で煙突周辺を飛行し、ブルーム観測の可能性とその性能の評価を目的とした。

飛行高度 2km で鹿島火力発電所上空を通過した際の光学的厚さ ($\Delta\tau_{ob}$) と受信信号強度の SNR を Fig.1 に示す。図に示したデータは水平飛行時、途中の空白域は飛行機が旋回しているときに得られたデータでここでは取得していない。観測の詳細や得られたデータの解析値は、講演で報告する。

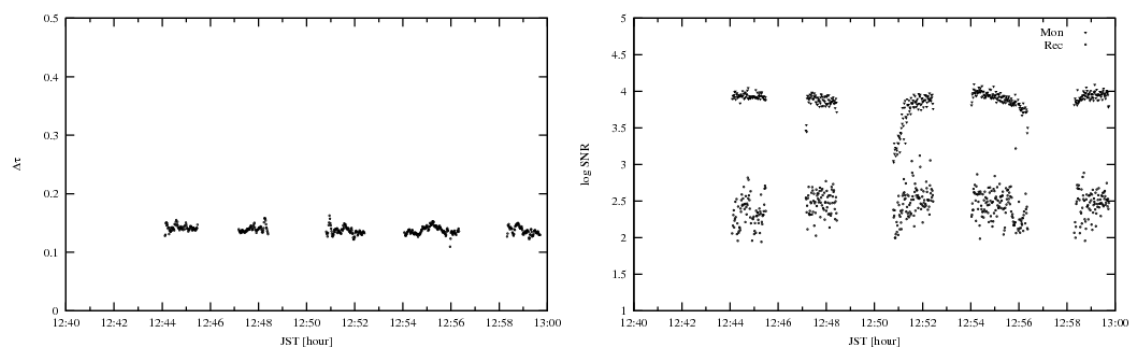


Fig. 1 Observed differential absorption optical depth (left) and signal-to-noise ratio of monitored & received signals (right).

参考文献

1. <https://data.gosat.nies.go.jp/GosatUserInterfaceGateway/guig/GuigPage/open.do>
2. Daisuke Sakaizawa, Shuji Kawakami, Masakatsu Nakajima, Yosuke Sawa and Hidekazu Matsueda, "Ground-based demonstration of a CO₂ remote sensor using a 1.57 μ m differential laser absorption spectrometer with direct detection", J. Appl. Remote Sens. 4, 043548 (2010)
3. Shumpei Kameyama, Masaharu Imaki, Yoshihito Hirano, Shinichi Ueno, Shuji Kawakami, Daisuke Sakaizawa, and Masakatsu Nakajima, "Performance improvement and analysis of a 1.6 μ m continuous-wave modulation laser absorption spectrometer system for CO₂ sensing," Appl. Opt. 50, 1560-1569 (2011)