

近赤外光を用いた長光路差分吸収分光法による 大気中二酸化炭素濃度計測の実証実験及び観測装置の開発

Experiment for measuring atmospheric carbon dioxide concentration using DOAS
method and development of an instrument for NIR-DOAS observation

千葉大学環境 RS¹, 静岡大学工学部², °齊藤隼人¹, 栗山健二^{1,2}, 久世宏明¹

CEReS, Chiba Univ.¹, Faculty of Eng., Shizuoka Unive.², °H. Saito¹, K.Kuriyama^{1,2}, H. Kuze¹

E-mail: haya_saito@graduate.chiba-u.jp

Abstract: Measuring concentration of CO₂ is important in relation to climate change studies. Sampling measurements can give local concentrations, while the satellite measurement such as GOSAT can lead to the column values on a global scale. In order to attain ground-based CO₂ concentration measurement on a regional level, here we propose the use of near infrared light beam that travels several kilometers along a near-horizontal path. In this work we report on the development of the instrument using a super-luminescent diode and a near-infrared array detector, as well as the result of laboratory absorption measurement.

1. はじめに

二酸化炭素は温室効果ガスの 1 種としてよく知られ、現在様々な手法で計測がなされている。特に広域での観測としては GOSAT 衛星を用いた観測があり、これにより地球規模での二酸化炭素濃度計測が可能となっている。一方で、衛星観測データの検証、比較に応用可能な広域での二酸化炭素濃度観測の手法は限られており、衛星観測データの高精度化を行う上での課題となっている。

2. 装置概要

本研究で使用する装置は、基本的には差分吸収分光法(DOAS: differential optical absorption spectroscopy) を踏襲する格好である。ただし、二酸化炭素の吸収に併せた近赤外 SLD(super luminescent diode) を光源とし、その投射装置、高分解能分光装置を新たに作成して応用している。投射装置は DOAS 観測望遠鏡のちょうど逆の構造を採用する形で、シングルモードファイバから射出された近赤外光を拡大、平行化する。分光装置はブーズドグレーティングを使用した分散型で、波長分解能 0.7nm 程度を実現している。なお、可視光でない光源を使用して観測を行うにあたり、その光軸調整のために双方向からグリーンレーザーを照射して目印とした。

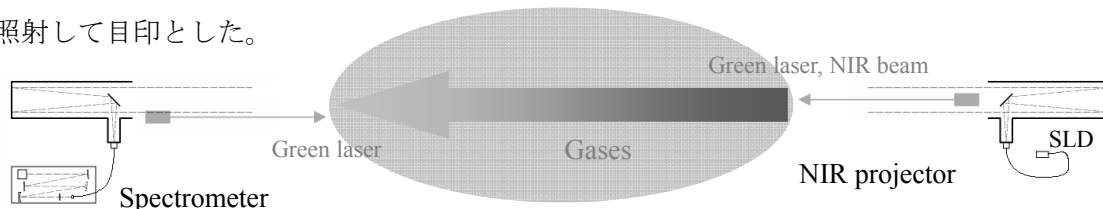


Fig. 1 Schematic drawing of NIR DOAS. NIR projector constitution is equal to reverse of the DOAS observation telescope.

3. 長光路伝搬実験

広域での二酸化炭素濃度観測のために、長光路における近赤外光の長光路伝搬実験を行った。結果、約 6400m の光路長で観測に十分な強度の観測光を受信することができた。

4. 室内吸収実験

分光器の性能試験、及び近赤外領域において二酸化炭素の吸収が観測できることを確かめるために、実験室内に設置したセルに近赤外光を通し、作成した分光器で観測を行った。波長分解能に若干の懸念を残しているものの、的確に吸収構造をとらえており、想定観測光路長(6400m)においても十分な精度で二酸化炭素濃度を測定可能であることが示された。

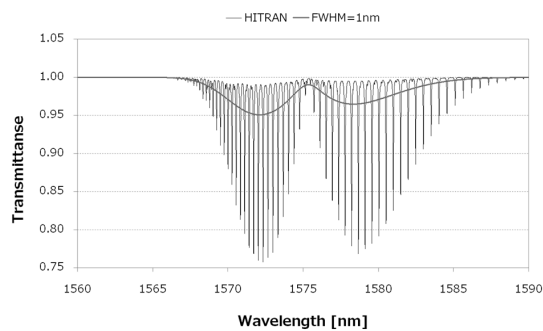


Fig. 2 CO2 transmittance calculated by HITRAN. Thick line means converted spectrum by Gaussian function (FWHM=1nm).

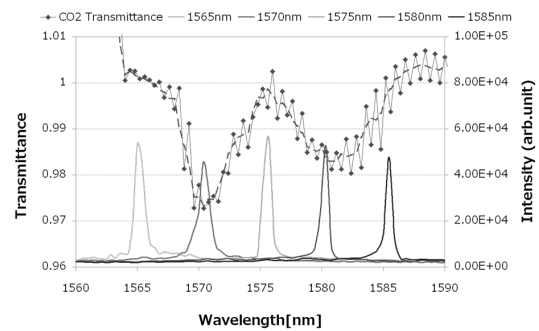


Fig. 3 CO2 transmittance observed by costumed spectrometer and wavelength references by ECDL.

5. まとめ

屋外における伝搬実験と、屋内における吸収実験より、DOAS 法によって広域での二酸化炭素濃度の計測が可能であることが示された。屋外において長期安定的に観測を行うためにはいくつかの技術的課題が残るが、今後それらを解決して都市域での継続的二酸化炭素濃度計測を目指す。

Reference

1. Jean L. McHale MOLECULAR SPECTROSCOPY Prentice Hall 1998
2. Gerhard Herzberg Molecular Spectra and Molecular Structure. Vol.2: Infrared and Raman Spectra of Polyatomic Molecules. Van Nostrand 1956
3. P. Werle et al.: "Near- and mid-infrared laser-optical sensors for gas analysis", Optics and Lasers in Engineering 37 (2002) 101–114
4. Dejian Fu et al.; "Ground-based solar absorption studies for the Carbon Cycle science by Fourier Transform Spectroscopy (CC-FTS) mission" Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer 109 (2008) 2219–2243
5. Report of Special Research from the NIES, Japan "Development of FTIR measurement techniques for monitoring air-pollutants and green house gasses"