

4A02

GOSAT 搭載フーリエ変換分光計による地球大気中温室効果ガスの観測

(国立環境研究所)○森野勇, 井上誠, 中前久美, 菊地信弘, 吉田幸生, 内野修, 横田達也

Observations of atmospheric greenhouse gases with a Fourier transform spectrometer onboard GOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite)

(National Institute for Environmental Studies)○Isamu Morino, Makoto Inoue, Kumi Nakamae, Nobuhiro Kikuchi, Yukio Yoshida, Osamu Uchino, Tatsuya Yokota

【序】 地球温暖化は最も重要な環境問題の一つであり、原因となる温室効果ガス濃度の実態把握、地球温暖化による自然生態系・人間社会への影響評価、温暖化対策が必要である。全球の温室効果ガスの時間・空間変動を把握するためには、全球にわたり高頻度の観測が可能な人工衛星を用いた分光リモートセンシング観測が最も有効である。このため、主要な温室効果ガスである二酸化炭素 (CO_2) やメタン (CH_4) の全球分布及びその変動特性等を明らかにすることを目的に、温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT, Greenhouse gases Observing SATellite) が 2009 年 1 月 23 日に打ち上げられ、現在も観測継続中でこれまで約 4 年半の観測データが蓄積されている。この GOSAT プロジェクトは、環境省 (MOE)、宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、国立環境研究所 (NIES) が共同で推進している。本発表では、GOSAT に搭載された観測装置と観測スペクトルの解析、観測結果について報告する。

【観測装置と観測スペクトルの解析】 GOSAT には、主観測装置である TANSO-FTS (Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation - Fourier Transform Spectrometer) と補助観測装置である TANSO-CAI (Cloud and Aerosol Imager) が搭載され、TANSO-FTS により地表面で反射された短波長赤外域 (SWIR、0.76、1.6、2.0 μm 帯の 3 バンド) の太陽光と、地球大気や地表面から放射される熱赤外光 (TIR、5.56 ~ 14.3 μm の 1 バンド) を波数分解能 0.27 cm^{-1} 、地表面での瞬時視野直径約 10.5 km で観測し、それぞれ CO_2 や CH_4 のカラム平均濃度 (XCO_2 、 XCH_4 、以後 GOSAT データ) と濃度高度分布を導出する。雲がある場合、これらを精度良く導出することは難しいため、現在雲のない領域のみを対象とした導出を行っている。全球大気輸送モデルの逆計算による亜大陸規模の CO_2 フラックス分布の推定や科学的利用のためには、高い精度の GOSAT データが必要であり、GOSAT データの不確かさを明らかにする検証を継続することが重要である。検証観測の概念図を図 1 に示す。GOSAT データの検証には、地上設置高分解能 FTS 観測網 (TCCON、Total Carbon Column Observing Network) [1] で取得された

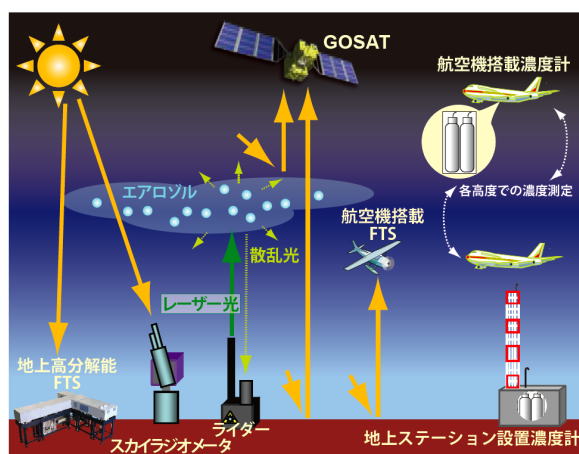


図 1. GOSAT データの検証観測の概念図 (GOSAT project パンフレットより)

XCO₂とXCH₄(TCCON データ)、及び民間航空機に搭載された観測装置を用いた航空機観測プロジェクト (CONTRAIL、Comprehensive Observation Network for TRace gases by AirLiner) や NOAA、DOE、NIES の航空機観測によって得られた濃度高度分布データをもとにして計算された XCO₂ と XCH₄を用いている[2]。

【観測結果】 TCCON データを用いた初期検証では、GOSAT XCO₂及びXCH₄のバイアス±ばらつきは、それぞれ -8.85 ± 4.75 ppm、 -20.4 ± 18.9 ppb であり、CO₂は-2%の大きな負のバイアスと1%程度のばらつきを示した[3]。これらの原因は、巻雲やエアロゾルの影響、分光パラメータ等によるものと考えた。

このため、つくば (36.051° N, 140.122° E) における TCCON XCO₂データ及び地上設置高分解能 FTS 観測と同時に取得した放射計 (skyradiometer) 及び lidar による巻雲やエアロゾルの光学特性や高度分布データと GOSAT XCO₂データを検証解析し、得られた知見をもとに GOSAT 解析アルゴリズムと参照値の修正と、これらを用いて導出された GOSAT XCO₂データの検証解析による確認を繰り返した。その結果、バイアスとばらつきが大幅に改善することを示した[4]。

上記と並行して、また上記で得られた知見を適時参考にして GOSAT データ解析アルゴリズムの改良と参照値の改訂によりバイアスとばらつきの低減が期待される項目について検討を実施した。アルゴリズム改良項目としては、エアロゾル高度分布、TANSO-FTS バンド 1 輝度オフセット項等、参照値改訂項目としては、太陽照度データベース、エアロゾル光学特性、分光パラメータ、TANSO-FTS 感度劣化特性等が挙げられる。これらの検討をもとに改良した解析アルゴリズムと改訂した参照値を用いて、TCCON サイト周辺における GOSAT XCO₂及びXCH₄の導出を行い、TCCON データを用いて評価した。GOSAT XCO₂のバイアス±ばらつきは -1.48 ± 2.09 ppm となり、バイアスとばらつき共に大幅に減少し、GOSAT XCH₄は -5.9 ± 12.6 ppb と、バイアスが大幅に、ばらつきが半分近く減少した[5]。これらの研究成果を反映させた GOSAT プロダクトは、新バージョン (Ver. 02.xx) として GOSAT プロジェクトにより 2012 年 6 月に一般に公開された。

更なる GOSAT データのデータ質の改善を目指して、観測条件の異なる地点における GOSAT、TCCON、skyradiometer、lidar で取得したデータの解析を行い GOSAT データの巻雲やエアロゾルの影響の調査を行っている。また、XCO₂及びXCH₄を導出するときに同時に導出した付随パラメータとの相関を解析し、GOSAT データのバイアスを改善するための経験的補正も試みている。これらの知見や感度解析をもとに、GOSAT データ解析アルゴリズムの改良と参照値の改訂を行っている。

検証を実施するにあたり、検証データをご提供頂いた方々に深く感謝いたします。

[1] D. Wunch, G. C. Toon, J.-F. L. Blavier, et al., *Philos. T. Roy. Soc. A*, **369**, 2087-2112 (2011).

[2] Y. Miyamoto, M. Inoue, I. Morino, et al., *Atmos. Chem. Phys.*, **13**, 5265-5275, (2013).

[3] I. Morino, O. Uchino, M. Inoue, et al., *Atmos. Meas. Tech.*, **4**, 1061-1076 (2011).

[4] O. Uchino, N. Kikuchi, T. Sakai, et al., *Atmos. Chem. Phys.*, **12**, 3393-3404 (2012).

[5] Y. Yoshida, N. Kikuchi, I. Morino, et al., *Atmos. Meas. Tech.*, **6**, 1533-1547 (2013).