

# 全球大気輸送モデルによる GOSAT 衛星の 二酸化炭素鉛直濃度データの評価

久世・齋藤研究室  
14YM1330 杉村亮  
指導教員 齋藤尚子

## 1. はじめに

今日、温室効果ガスの増加がもたらす地球温暖化及びそれに伴う気候変動は人類にとって深刻な問題となっており、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) によると、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) は最も温暖化に寄与する人為起源の温室効果ガスであるとされている。大気中の CO<sub>2</sub> は、地上の様々な排出源や吸収源及び大気中の輸送により全球の濃度分布が決まっており、全球の濃度分布を観測するにあたり人工衛星によるリモートセンシングは有力な手段となっている。このような背景のもと、大気中の温室効果ガスを観測することを主目的とした世界初の日本の人工衛星 GOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite) が 2009 年 1 月 23 日に打ち上げられた。

GOSAT 搭載の TANSO-FTS センサーの熱赤外バンド (TIR バンド) のスペクトルから導出された CO<sub>2</sub> 鉛直濃度分布データを空港上空の航空機観測データと比較したところ、対流圏中層に負バイアスが存在することがわかった。そこで本研究では、全球で TIR バンドの CO<sub>2</sub> データの濃度バイアスを評価するために、全球大気輸送モデル NICAM-TM (Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model-based Transport Model) の信頼性が高い全球 CO<sub>2</sub> 濃度データ (NICAM-CO<sub>2</sub>) [Niwa et al., 2011] との比較を行った。全球でバイアス評価を行うことで、TIR バンドの CO<sub>2</sub> データを CO<sub>2</sub> 地表面フラックス推定などの科学的解析に利用できるようにすることが本研究の目的である。

## 2. TIR バンドの CO<sub>2</sub> データの全球バイアス評価

本研究では、航空機観測データの CONTRAIL (Comprehensive Observation Network for TRace gases by AIRliner) データ [Machida et al., 2008] との比較をもとに TIR バンドの CO<sub>2</sub> データの濃度バイアス補正値を求め、補正値適用前後の TIR データを NICAM-CO<sub>2</sub> データと比較すること

で、TIR データの補正の効果を全球で評価した。図 1 に、濃度バイアス補正値を決定する際に利用した空港の位置と補正値を適用する際の緯度帯区分を示す。図 1 の緯度帯区分について、それぞれの緯度帯に含まれる空港上空の比較結果に基づいたバイアス補正値を同緯度帯の TIR データの CO<sub>2</sub> 濃度に適用することで、TIR データの補正を行っている。

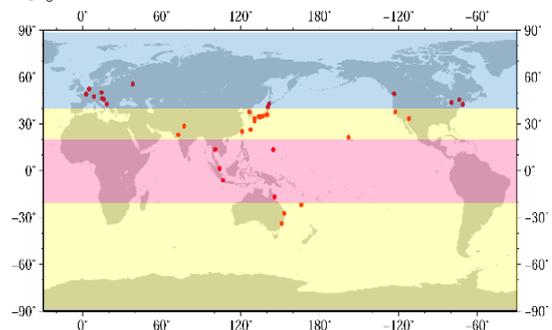


図 1. バイアス補正値算出に使用した空港 (赤点) と補正値適用の緯度帯区分 (色分け)。

図 2 は、2010 年 3–5 月の 500 hPa 面のバイアス補正前後の TIR データと NICAM-CO<sub>2</sub> データの濃度の緯度経度分布を示した図である。図 2 から、バイアス補正前の TIR データは NICAM-CO<sub>2</sub> データよりも濃度値が全球で低く、特に低緯度帯でこの傾向が強いことがわかる。一方、バイアス補正後の TIR データは、10–20°S を除く低緯度帯で、NICAM-CO<sub>2</sub> データと良い一致を示したが、逆に北半球高緯度では TIR データが NICAM-CO<sub>2</sub> データよりも高くなる結果となった。

## 3. TIR バンドの CO<sub>2</sub> データの領域別比較

本研究では、上部対流圏の CO<sub>2</sub> 濃度の季節変動に着目し、上部対流圏で特徴的な濃度変動を示す領域の 200 hPa 面の CO<sub>2</sub> データの解析を行った。ここでは、強い上昇流と雨季や乾季の存在から、上空の CO<sub>2</sub> 濃度の変動が大きい [Niwa et al., 2011; Patra et al., 2011]、「東南アジア北部」(10–20°N, 90–160°E) 及び「インド」(10–30°N、

70–90°E)、「サハラ南方」(5–20°N, 10°S–40°E)と、TIR バンドのリトリーバル時の先験値である NIES-TM05 [Saeki et al., 2013]と NICAM-CO<sub>2</sub> の濃度の季節変動が異なる「南アフリカ」(35–15°S, 10–40°E)に着目した。なお、ここでは 200 hPa の TIR データの濃度バイアス補正は行っていない。バイアス補正值の決定に用いる空港上空での上昇/下降時の航空機データには 200 hPa 付近のデータが乏しいこと、また水平飛行時の航空機データとの比較から 200 hPa 付近では TIR データの濃度バイアスが小さいためである。

各領域について、TIR データ、CONTRAIL データ、NICAM-CO<sub>2</sub> データ、NIES-TM05 データの比較を行った。図 3 に、インド上空での CO<sub>2</sub> 濃度の時系列の比較結果を示す。インド上空では、TIR データの CO<sub>2</sub> 濃度の季節変動は先験値である NIES-TM05 データの季節変動よりも、高精度なその場観測データである CONTRAIL データや NICAM-CO<sub>2</sub> データの季節変動と極めて良い一致を示していることがわかる。

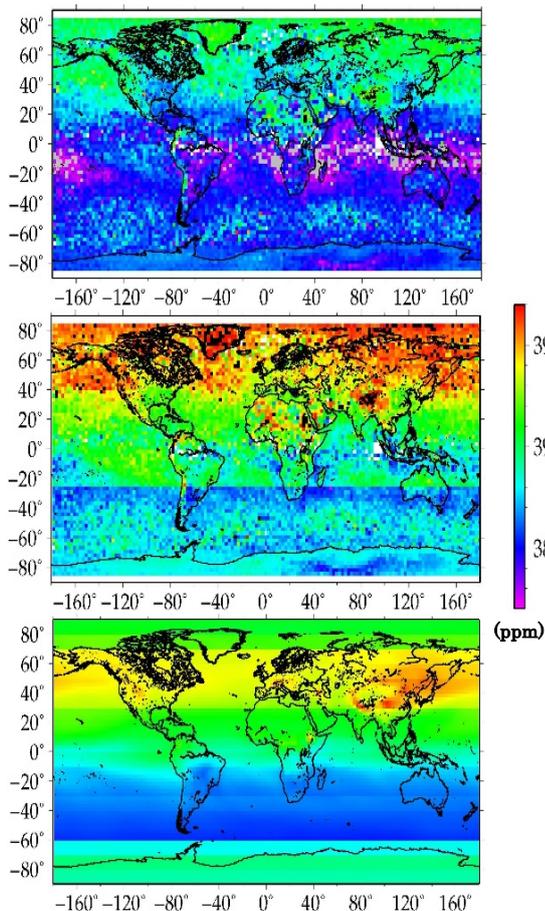


図 2. 2010 年 3–5 月の 500 hPa 面のバイアス補正前後の TIR データと NICAM-CO<sub>2</sub> の CO<sub>2</sub> 濃度分布。(上段：TIR データ (補正前) 中段：TIR データ (補正後) 下段：NICAM-CO<sub>2</sub> データ)

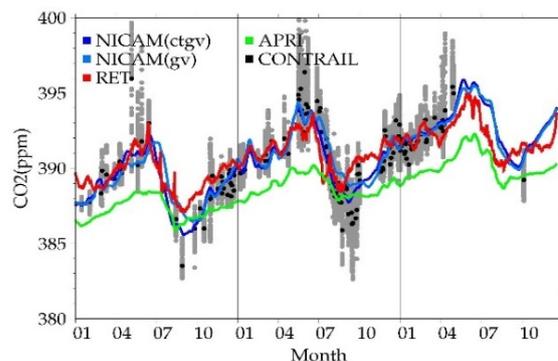


図 3. インド上空 200 hPa 面の CO<sub>2</sub> 濃度の時系列。TIR、NICAM-CO<sub>2</sub>、NIES-TM05 データについては 15 日間を窓長とした単純移動平均、CONTRAIL データについては 1 日平均値と個々のデータを示している。(青色：NICAM-CO<sub>2</sub>\_GV-CONTRAIL、水色：NICAM-CO<sub>2</sub>\_GV、赤色：TIR、緑色：NIES-TM05、黒色：CONTRAIL (日平均値)、灰色：CONTRAIL (個々のデータ))

一方、サハラ南方では、TIR データ、NICAM-CO<sub>2</sub> データ、NIES-TM05 データの三者で似た傾向を示しているが、季節変動の振幅の大きさが TIR データと NICAM-CO<sub>2</sub> データで異なっていることがわかった。さらに、南アフリカ上空では、NIES-TM05 データには見られず、TIR データと NICAM-CO<sub>2</sub> データには見られる CO<sub>2</sub> の季節変動成分が存在することから、TIR バンドによる観測によって CO<sub>2</sub> 濃度に関する新たな情報がもたらされたことが示唆された。

#### 4. まとめ

GOSAT/TANSO-FTS の TIR バンドスペクトルから導出された CO<sub>2</sub> データの濃度バイアス補正值を空港上空の CONTRAIL データとの比較をもとに決定し、補正值適用前後の TIR データと NICAM-CO<sub>2</sub> データを比較したところ、バイアス補正を適用することで TIR データは概ね全球で NICAM-CO<sub>2</sub> データに近づく傾向を示した。しかし、気圧面や緯度帯によっては、空港上空データの比較に基づいて決定した濃度バイアス補正值が必ずしも適切ではなかった。次に、上空 200 hPa 面の CO<sub>2</sub> 濃度の解析から、アジアのモンスーン気候の地域では、TIR データの CO<sub>2</sub> 濃度の季節変動の振幅が CONTRAIL データや NICAM-CO<sub>2</sub> データの振幅と極めて良く一致していること、モンスーン気候と似た気候を持つサハラ南方では、三者の濃度の季節変動の振幅は異なるものの濃度の変動パターンは概ね近い傾向を示すことがわかった。