研究課題名：GOSAT による濃度データの高精度モデル予測と温室効果ガスの地表面吸収排出量の推定
（High resolution transport modeling for GOSAT retrieval and inverse modeling of surface greenhouse gas fluxes）

課題代表者：国立環境研究所地球環境研究センター　Shamil Maksyutov
共同研究者：国立環境研究所地球環境研究センター　白井知子・齊藤　誠・Rajesh Janardanan・石澤みさ・馬淵和雄・中山忠暢・金　憲淑
国立極地研究所北極観測センター　Dmitry Belikov
Indian Institute of Tropical Meteorology (India)　Vinu Valsala
Universities Space Research Association (US)　小田知宏
国際基督教大学教養学部　峰島知芳
Central Aerological Observatory (Russia)　Alexander Ganshin

実施年度：平成 25 年度～平成 27 年度

1.　研究目的

GOSAT プロジェクトでは，温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）の観測データに基づいたレベル 1 からレベル 4（L4）までの各種プロダクトを提供している. このうち L4 には A/B プロダクトがあり，L4A は，大気カラム濃度（レベル 2 プロダクト）と地上観測濃度データから推定した，亜大陸スケールの二酸化炭素（CO_2）・メタン（CH_4）の吸収・放出量を，L4B は，L4A から推定された 3 次元大気 CO_2・CH_4 濃度分布を，それぞれ提供している．現在は，地上観測濃度データを統合した陸域生態系モデルを利用して L4 プロダクトを検証している．なぜなら，亜大陸スケールの吸収・排出量は直接観測することが出来ないことから, L4 プロダクトの推定精度には依然として大きな不確実性が含まれている可能性が高いからである．また，この不確実性は全球炭素循環研究のボトルネックでもある．地上観測データのみならず，L4 プロダクトとは独立の様々な観測データやモデルを用いて L4 プロダクトの検証を進め，衛星観測に準拠した炭素循環モデルの精度を向上することが求められている．

2.　研究計画

L4A プロダクトから推定された大気 CO_2 濃度と, L4 プロダクトとは独立の観測データの時空間変動を比較・検証し，L4A プロダクトの再現性を実証する。この比較・検証実験では，プロダクト作成に使用した NIES-TM に内在するバイアスの影響を低減し, L4A プロダクトの独立性を担保するため，プロダクト生成とは別の大気輸送モデル NICAM-TM を使用する. また，CONTRAIL プロジェクトの航空機による観測データを基準値として使用する．観測データだけでなく，CarbonTracker 等の L4 プロダクトとは異なる手法で推定された全球 CO_2 吸収・排出量も合わせて比較・検証に用いることを検討している。

3.　進捗状況

2015 年 6 月のベクトル計算機 SX-ACE 運用開始に伴い，それまでスカラー計算機で運用していた NICAM-TM をこの新しいベクトル計算機へ移植した．これにより，モデル計算に要する時間が半減することが確かめられた．また移植に伴い，各種前処理・後処理に係るシステム構築として, NICAM-TM の境界条件に使う L4A プロダクトのデータ整形，比較・検証に使用する CONTRAIL データの整理・整形，CONTRAIL データの時空間情報に対応したモデル出力結果の導出を行った．

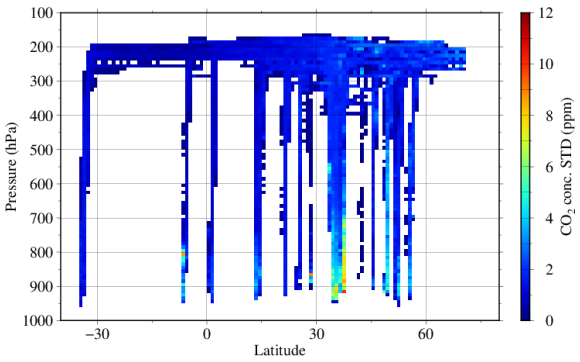

図 1. 2009 年 6 月から 12 月における、観測－モデル間の大気 CO_2 濃度差（ppm）のバラツキ（標準偏差）。
バラツキは緯度および高さ (hPa) ごとに計算している。

現在は，大気 CO_2 濃度の推定値と CONTRAIL の観測データの比較を行っている．大気圧 500 hPa より上空では，観測−モデル間の大気 CO_2 濃度差は 3 ppm 以下のバラツキに収まっているのに対し，航空機が離着陸時に通過する空港直上では最大で 10 ppm 程度のバラツキが見られた（図 1）．この結果から，全球大気 CO_2 濃度変動に対する L4A プロダクトの代表性を確認

できた一方で，地域スケールでの変動に対する再現性には課題を残した．

4. 今後の計画

現在は，計算の前処理・後処理はスカラー計算機で行い，本計算のみをベクトル計算機で実施している．今後はモデルの移植・開発を進め，全ての計算をベクトル計算機へ集約させたシステムの開発を完了する．また，L4 プロダクトの更新に伴い，解析対象期間を延長する．本報告では CONTRAIL データのみを比較・検証に使用しているが，今後は CarbonTracker 等のデータも使用することで実験範囲を拡張し，L4A プロダクトの検証のみならず，モデルバイアスの影響評価なども含めたより複合的な研究へ発展させる．

5. 計算機資源の利用状況

5.1. 今年度計算機資源の利用状況（2015 年 6 月 1 日～2015 年 9 月 30 日、SX-ACE）

実行ユーザ数: 13

CPU 時間 v_deb: 0.639483333 hours, v_32cpu: 0 hours, v_96cpu: 350.6243389 hours, 計: 351.2638222 hours

5.2. 昨年度計算機資源の利用状況（2014 年 4 月 1 日～2015 年 3 月 31 日、SX-9/A(ECO)）

実行ユーザ数: 13

CPU 時間 v_deb: 0.00 hours, v_cpu: 0.00 hours, v_8cpu: 0.00 hours, v_16cpu: 0.00 hours, 計: 0.00 hours