

## 研究課題名：温室効果ガスのマルチスケールモデリング

課題代表者：国立環境研究所地球システム領域  
共同研究者：国立環境研究所地球システム領域  
亀井秋秀

丹羽洋介  
齊藤 誠・八代 尚・佐伯田鶴・村上和隆・

実施年度：令和3年度～令和5年度

### 1. 研究目的

地球温暖化の影響が顕在化しつつある現在、温室効果ガス削減にむけた取り組みが一層求められているが、その削減効果については科学的で客観的な評価が必要である。本研究では、大気モデルを用いて温室効果ガスの大気中の動態解明や吸収・排出量の推定を行い、温暖化予測の不確定性低減や温室効果ガスの排出削減施策に資する知見を創出することを目的とする。特に、都市・国スケールから地球規模に至る空間的に幅広いスケールの温室効果ガスの動態を把握するため、高解像度モデリングおよび高度な逆解析・同化技術の開発を行う。併せて、温室効果ガス観測技術衛星プロジェクト (GOSAT シリーズ) に必要なモデル開発も行い、衛星観測のデータ質向上、また、衛星観測データを利用した研究も行う。

### 2. 研究計画

本年度は二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) とメタン (CH<sub>4</sub>) の長期逆解析を実施するとともに、その結果を高解像度モデルにもダウンスケールし、それぞれの高解像度実験に着手する。さらに、温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT-2 の L2 プロダクト導出に関する研究開発および GOSAT/GOSAT-2 のデータを用いた CO<sub>2</sub> の逆解析を実施し、全球の収支推定の向上を図る。

### 3. 進捗状況

昨年同様、NISMON-CO<sub>2</sub> を用いて 1990-2020 年の期間における長期の CO<sub>2</sub> 逆解析を行い、グローバル・カーボン・プロジェクトによる世界の CO<sub>2</sub> 収支評価にデータを提出した。ここで、本解析のための事前準備および開発に環境研のスーパーコンピュータシステムを用いた。本年度の解析では精緻な緯度経度格子ー正 20 面体格子変換ツールを新たに導入し、大気輸送モデルの格子である正 20 面体格子ではなく任意の緯度経度格子でフラックスの最適化を行うことを可能とした。これにより図 1 に示す通り、低解像度の大気輸送モデルを用いても、初期フラックスデータが本来持っている詳細な空間情報を維持して解析を行うことが可能となった。

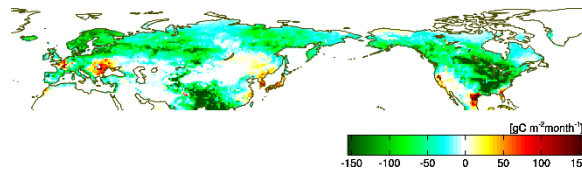


図 1. 緯度経度格子上で最適化で得られた 2010 年 7 月の CO<sub>2</sub> フラックス分布。負が大気からの吸収を表す。解像度は 1°×1°。

さらに NICAM-TM を用いた 2021 年の CO<sub>2</sub> および CH<sub>4</sub> の大気輸送計算を実施し、波照間島で観測された CO<sub>2</sub> と CH<sub>4</sub> の変動比と合わせた解析から、中国における CO<sub>2</sub> 排出量が COVID-19 の大流行によって減少に転じた 2020 年から再び増加し、2019 年までの排出量と同等の排出量となったことを確認した。

GOSAT-2 では、レベル 2 プロダクトを導出するためにエアロゾルの時空間分布の先験情報が必要である。そこで本研究では、エアロゾル輸送モデル NICAM-SPRINTARS を用いてエアロゾル分布を推定し (図 2)、GOSAT-2 プロダクト処理システムへ提供した。

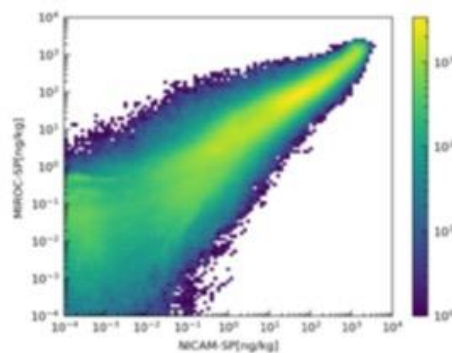


図 2. 2019 年 1 月 1 日から 2020 年 12 月 31 日までの計算で得られた高度 1 km における有機炭素について MIROC-SPRINTARS と比較した結果

さらに、GOSAT-2 プロジェクトにおいて作成した森林火災プロダクト (地上バイオマス 2 種類: GEOCARBON/Globbiomass; 地上被覆 2 種類: GLC2000/MCD12Q1, 計 4 種類) の CO 排出量を NICAM-TM で大気 CO 濃度場へ変換し、地上・衛星観測データとの比較を行った。各森林火災排出量推定値

の特性を解析した後、GOSAT-2 L4 プロダクトの先験情報に使用する森林火災プロダクトを選定した。

また、GOSAT-2 L4 プロダクトに向けた予備的な解析を NISMON-CO<sub>2</sub> を用いて実施した。GOSAT-2 L2 データの精度が同 L4 プロダクトに直結するため、L2 データ (V01.04, 2019/03-2020/02) の精度評価およびバイアス補正に取り組んだ。NISMON を介して GOSAT および GOSAT-2 L2 データにそれぞれ最適化した大気 CO<sub>2</sub> 濃度場を再現し、独立した地上・航空機観測データ等と比較した。その結果、GOSAT-2 L2 データには時空間方向で変動するバイアスが内在することが判った。このバイアスを補正するための複数の経験的手法を試験し、また、その結果を使用した全球吸排出量推定結果の評価を行った。

#### 4. 今後の計画

CO<sub>2</sub> の長期逆解析の結果を地球環境データベースからバージョン 2021.1 として公開する。また、CH<sub>4</sub> 長期逆解析を開始する。さらに、今回、新たに導入した緯度経度格子での最適化機能を活かして、逆解析で得られたフラックスデータを高解像度グリッドへとダウンスケールし、高解像度の大気輸送シミュレーションに着手する。また GOSAT-2 では、L4 プロダクトの公開に向けた解析を開始する。

#### 5. 昨年度終了研究課題名

温室効果ガスに関する大気モデリング研究 (課題代表者: 丹羽洋介)

#### 6. 計算機資源の利用状況 (2020 年 11 月 1 日～2021 年 10 月 31 日)

実行ユーザ数: 6

VE 時間積 v\_debug: 71.46 hours, v\_normal: 14,787.30 hours, 計: 14,858.76 hours, (全体の VE 時間積に対する占有率: 1.0 %)