

研究課題名：CAI 衛星解析とモデルシミュレーションの統合システムの構築

課題代表者：東京大学大気海洋研究所 中島映至
 共同研究者：東京大学大気海洋研究所 N.A.J.Schutgens・五藤大輔・鶴田治雄
 近畿大学 中田（向井）真木子
 実施年度：平成 23 年度～平成 23 年度

1. 研究目的

本研究では、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT; Greenhouse gases Observing Satellite)に同時搭載される雲・エアロゾルイメージャー (CAI) によって得られるリモートセンシングデータと、エアロゾル気候モデルによって得られるシミュレーションデータを結合して、CAI データ解析アルゴリズムの初期値に役立て、衛星解析ができない場合の補完データとして利用するシステムの開発を行う。従って、リモートセンシングデータとシミュレーションデータの融合のためのエアロゾル同化システムの構築が第一の目的であり、この目的を精度良く達成するために、シミュレーションの精度向上のためのモデル改良が第二の目的となる。

2. 研究計画

これまで開発を続けてきた CCSR/NIES/FRCGC-大気大循環モデル (MIROC-AGCM) と SPRINTARS エアロゾル放射モデル結合した MIROC-SPRINTARS による全球エアロゾルモデルを、今年度は光吸収性のあるブラックカーボン(BC)に関する改良を行った。

また、エアロゾル同化システムに関しては、前年度の MODIS 衛星と AERONET 地上観測網を用いたシステム化に続き、今年度はライダー観測網を利用したシステムの適用を開始した。また、同化システムで利用する主要観測データである MODIS 衛星の光学的厚さに含まれるバイアスを算出し、補正式を導入することでより精度の良い観測データを得た。

3. 進捗状況

前年度まで行った MIROC-SPRINTARS の主要な光散乱成分である硫酸塩過程と硝酸塩過程のモデル改良の次のステップとして、主要な光吸収成分である BC のモデル改良を行った。従来までの方法(標準版 SPRINTARS)では BC が大気中で硫酸ガスなどによって被覆されるような大気変質過程を取り扱っていなかったために、親水性 BC と疎水性 BC の割合が遠方で観測事実と異なることがわかった(図 1(a))。しかし図 1(b)に示す改良版では、Oshima and Koike (in preparation,

2011)によって開発された BC の大気変質過程を加味した式を MIROC-SPRINTARS に組み込むことで、発生源近傍で多くの疎水性 BC が親水性 BC に変化することにより、遠方に行くほど疎水性 BC の割合が小さくなり、遠隔地域では 10%以下となる結果を得た。このような発生源から遠方までの BC の特性変化の結果は、観測事実と同様のセンスであるため、BC の大気変質過程を SPRINTARS モデルに組み込むことが重要であることがわかった。

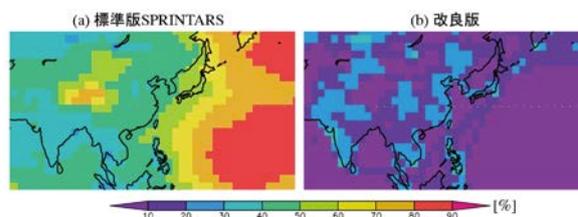


図 1 東アジアでの全 BC 濃度に占める疎水性 BC 濃度の年平均割合(%). (a) 標準版 SPRINTARS の結果、(b)改良版の結果。

エアロゾル同化研究では、今年度はライダー観測網を利用したシステムの適用を開始した。ライダー比(後方散乱係数と消散係数の比)を観測結果と比較したところ、データ同化を施しても、結果があまり改良されなかった(図 2)。これは、MIROC-SPRINTARS のモデルで再現されたエアロゾルが境界層内に多く分布しており、自由対流圏に抜けていくエアロゾルの割合が非常に少ないことが第一要因として考えられる。

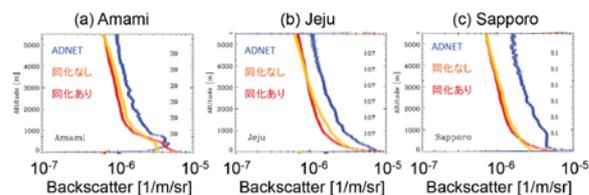


図 2 ライダー比の鉛直分布比較(データ同化なし、同化あり、ADNET による観測結果)。 (a) 奄美大島、(b) 济州島、(c) 札幌における結果。

また、データ同化に使用する観測データにも誤差が含まれる場合があり、この誤差はデータ同化システムの精度に影響を及ぼすため、本研究では同化シス

テムで利用する MODIS 衛星の光学的厚さ(海上)に含まれるバイアスを算出した。主に、雲量が多い場所や風速が強い場所で誤差が増える傾向がわかり、雲量と風速による補正関数を導入することで、MODIS の光学的厚みの改良を行った(図 3)。今後は、この補正を他の衛星にも適用し、データ同化のためのより良い観測結果を導出する。

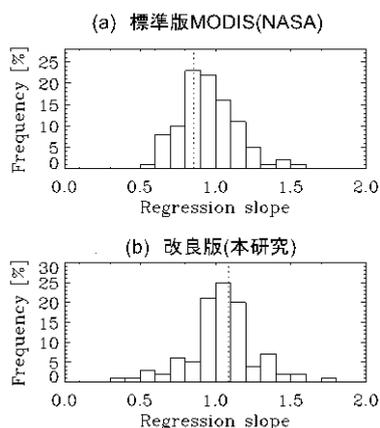


図 3

AERONET 観測と MODIS 衛星によって得られた光学的厚さの比較。 横軸は両者の相関係数、縦軸は規格化した頻度を表す。(a) NASA が配信する MODIS 標準版の結果、(b) 本研究における改良版。

4. 今後の計画

本年度で、GOSAT チームが利用している現行の MIRIC-SPRINTARS に関して、その化学成分の高精度化が達成できた。しかし、ライダーと比較した結果から認識されたエアロゾルの鉛直分布の再現性の問題は、今後もモデル改良の点から取り組むべき課題となった。

今後は、改良した MIROC-SPRINTARS とエアロゾル同化システムの組み合わせを行い、GOSAT ミッションに対してより正確なエアロゾル情報を提供する研究と、逆に GOSAT のデータを本モデルと組み合わせることによって、より正確なエアロゾルの放射強制力の評価を試みる予定である。

5. 計算機資源の利用状況

実行ユーザ数:5, CPU 時間 1 ノード未満: 313 hours, 1 ノード: 7,116 hours, 2 ノード: 0 hour, 計: 7,429 hours

6. 昨年度研究課題のまとめ

6.1. 昨年度研究課題名

CAI 衛星解析とモデルシミュレーションの統合システムの構築

6.2. 昨年度研究課題の目的

今年度と同様

6.3. 昨年度研究課題の成果概要

前年度までに開発した CCSR/NIES/FRCGC-大気大循環モデル (MIROC-AGCM) と SPRINTARS エアロゾル放射モデル結合した全球エアロゾルシミュレーションシステムの性能の検証を AERONET スカイラジオメーター網のデータで行った。その結果、エアロゾルの光学的厚さ、オングストローム指数、一次散乱アルベドについて、改善されたモデル結果が標準版よりも実測値に近づくことを確認した。また、前年度までに開発したエアロゾル同化システムを MODIS 衛星と AERONET から得られる実データに適合して、システムの検証を行った。その結果、同化によってエアロゾルの光学的厚さとオングストローム指数の全球分布がより観測結果と整合的になることを確認した。今年度は、GOSAT/CAI エアロゾルからの成果物の初期的な結果も得られた。世界的にも GOSAT/CAI のみに搭載されている 380 nm バンドの放射輝度を含む 4 バンドから全球の海域と陸域でエアロゾルの光学的厚さが妥当に得られることを確認した。モデル値が観測値に近づくことを確認した。さらに、GOSAT/CAI 衛星データを想定したシミュレーションを行い、当初の期待したように、EKF 法によって、モデル結果が良い一致度で同化されることを確認した。

6.4. 昨年度計算機資源の利用状況

実行ユーザ数: 5, CPU 時間 1 ノード未満: 310 hours, 1 ノード: 25,522 hours, 2 ノード: 1 hour, 計: 25,832 hours