# 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　井上豊志郎・打田純也・Yong Yu・及川栄治
University of Oxford, Clarendon Laboratory　Nick Schutgens
近畿大学総合社会学部　中田真木子

実施年度：平成 25 年度～平成 25 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

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 5 次報告書に向けて、新しいバージョンの大気海洋結合モデル MIROC5 が開発された[*Watanabe* et al., 2010JC]。それに伴い、我々が使用している全球エアロゾルモデル SPRINTARS も最新版の MIROC5 と結合した MIROC5–SPRINTARS3.84 が開発されている。そこで、前年度まで開発を進めてきたエアロゾル同化システムを MIROC5–SPRINTARS3.84 に適用した。

前年度までに開発されてきた MIROC-SPRINTARS の晴天時のエアロゾルの直接放射強制力が-1.6Wm$^{-2}$ と比較に用いられた 5 つのモデルの中でもっとも小さい値であると報告されている [*Yu et al.*, 2006ACP]。MIROC-SPRINTARS では、エアロゾルの光学特性は SPRINTARS で計算され、放射計算は MIROC の放射コード MSTRN で行われるため、SPRINTARS と MSTRN のエアロゾルの光学特性に違いがあるのではないかと考え、調査を開始した。

## 3.　進捗状況

MIROC5–SPRINTARS3.84 の同化システムに地上観測ネットワークである AERONET のエアロゾルの光学的厚さ（AOT）とオングストローム指数を同化させた実験を行った。サハラ砂漠の西端にある AERONET サイト Dakar におけるモデルの標準実験結果は、エアロゾルの増減の日変動を捉えられているものの過小評価であった（図 1 上図）。データ同化により、この過小評価が改善されている。一方、ギリシャの Forth Crete では、モデルの標準実験でヨーロッパ起源の硫酸塩により AOT が 1 を超える日が数日あるが、観測ではそれがみられず、同化実験でも抑えられている（図 1 下図）。AERONET とモデル実験の AOT の相関係数は、モデルの標準実験で 0.055 であるのに対し、同化実験では 0.64 と大幅な改善がみられた。

報告会当日は、SPRINTARS と放射コード MSTRN の光学特性の比較および改良についても発表する予定である。

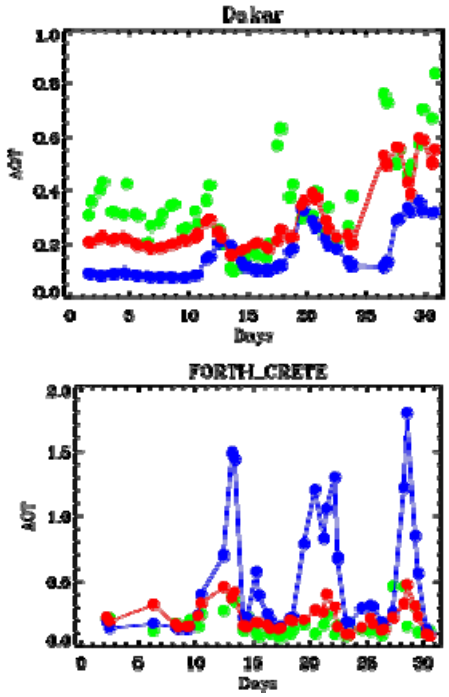


**図 1　AERONET サイトにおけるエアロゾルの光学的厚さの観測値とモデル値の比較。**上図は Dakar (14$^{o}$N, 16$^{o}$W ) のもので、下図は Forth Crete (35$^{o}$N, 25$^{o}$E) のものである。各点は、AERONET の観測値（緑色）、モデルの標準実験（青色）、同化実験（赤色）を表している。

## 4. 今後の計画

開発中のデータ同化システムでは、エアロゾルの排出量に摂動を与えたアンサンブル同化実験を行っており、モデル内の気象場の誤差が及ぼすエアロゾルの輸送過程への影響については、評価が行えない。そこで、エアロゾルの輸送過程を評価するため、ナッジングに用いる気象場の風速データに摂動を与え同化実験を行うことで、より現実に近いエアロゾル分布が得られると考えている。

現在、GOSAT チームでは GOSAT 衛星のよる温室効果ガスの導出におけるエアロゾルの影響除去のために本研究で確立した SPRINTARS の運用を行っているが、本年度からさらに本同化システムの業務システムへの組み込みも開始しているので、その助言活動を続ける予定である。

また、長期的な実験を行い、人為起源の黒色炭素が地表面気温や海面水温、海面高度にどの程度影響を与えるのか評価する予定である。

今後も継続して、MIROC-SPRINTARS とエアロゾル同化システムの改良を行い、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していきたい。

## 5. 計算機資源の利用状況

実行ユーザ数: 6　CPU 時間 v_deb: 162.879 hours, v_cpu: 207.666 hours, v_8cpu: 2,476.098 hours, v_16cpu: 11,115.02 hours, 計: 13,961.667 hours

## 6. 昨年度研究課題のまとめ

### 6.1. 昨年度研究課題名

今年度と同様。

### 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

2006 年に CALIPSO 衛星が打ち上げられたことにより、エアロゾルと雲の鉛直分布が全球的に得られるようになった。CALIPSO 衛星と Aqua 衛星の MODIS センサのデータを用いることにより曇天大気・全天大気におけるエアロゾルの直接放射強制力の計算を行った。モデル MIROC-SPRINTARS のシミュレーション結果を用いて同様の計算を行うことで、モデルと観測の放射強制力の比較を行うと、全天大気での南緯 60° から北緯 60° における年平均値はモデルが-0.58Wm$^{-2}$ で、観測が-0.61Wm$^{-2}$ となり、非常に近い値となった。

また、これまで開発してきたエアロゾル同化システムを用いてのエアロゾルの排出量推定を行い、その推定された排出量を用いた MIROC-SPRINTARS のシミュレーションも行った。従来の手法による排出量と比較して、土壌性粒子の排出量は減少し、海塩粒子と炭素性粒子の排出量は増加した。推定した排出量を用いたシミュレーションによる AOT は、従来のものと比べて全球的に観測と近くなった。しかし、中央アフリカや南アジアなどの同化に用いる観測データの少ない領域では、過大評価となった。

本研究によって開発されてきた MIROC-SPRINTARS システムは、GOSAT ミッションにおける TANSO-FTS 放射計による気柱二酸化炭素量の導出アルゴリズムにも使用され始めている。

### 6.4. 昨年度計算機資源の利用状況

実行ユーザ数: 6　CPU 時間 1 ノード未満：471.107 hours, 1 ノード：6,443.511 hours, 2 ノード：0.940 hours, 計：6,915.558 hours