

大気環境物質監視シミュレーション

報告書番号：R19JR2401

利用分野：宇宙技術

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2019/11488/>

● 責任者

館和夫, 理事補佐(筑波宇宙センター)

● 問い合わせ先

村上 浩(murakami.hiroshi.eo@jaxa.jp)

● メンバ

五藤 大輔, Tie Dai, Yueming Cheng, 村上 浩

● 事業概要

大気汚染物質の飛来と輸送を精度良く監視・予測するために、数値モデリングと人工衛星観測を組み合わせた大気汚染の監視・予測システムを構築する。具体的には、GCOM-C/SGLI から導出された大気エアロゾルプロダクトを利用し、大気汚染物質輸送モデル(NICAM-Chem)によるエアロゾルデータ同化を活用することによって、国立環境研究所で運用している大気汚染予測システム(VENUS)の次世代版プロトタイプの開発を行い、従来以上に高精度で社会利用に役立つ大気汚染予測を行う。

参考 URL: <https://www.eorc.jaxa.jp/research/topic/atmosphere/>

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

NICAM-Chem の計算には、高い空間解像度で広域を対象とした数値シミュレーションおよび同化計算が必要となるため、計算量が膨大になるため、JAXA のスーパーコンピュータ JAXA Supercomputer System 2 (JSS2)を利用する必要がある。

● 今年度の成果

大気汚染物質輸送モデル(NICAM-Chem)を用いて、全球規模でのエアロゾルシミュレーションを実施した。今年度着目した事例は、2018年3月末に発生した大規模なダストイベントで、サハラ砂漠で巻き上げられたダスト粒子が、風に乗って東アジアまで運ばれ、日本にまで到来した。NICAM-Chemの水平解像度は56kmで、これは全球モデルの同化研究においては世界最高レベルの解像度に相当する。用いた同化手法は、これまで開発・改良してきた局所アンサンブルカルマンフィルター(LETKF)をエアロゾルに適用したものである。実施した数値実験は、(1) 同化なし、(2) GCOM-C/SGLI のエアロゾル光学的厚さ(AOT)同化、(3) GCOM-C/SGLI の AOT と CALIPSO/CALIPO から得られた3次元のエアロゾル消散係数(Cext)の同化、の3種類である。

図1は、サハラで発生したダストが日本に接近している時刻(2018年3月27日23時)におけるAOTの水平分布を表している。これらの結果から、NICAMの同化なし実験のAOTでは、サハラ砂漠でのAOTが過大評価傾向であることがわかった。逆に、CALIPSOを用いた同化結果と比較すると、SGLIのAOTのみで同化した結果よりも値が大きかった。すなわち、SGLIで得られたサハラ域でのAOTが過小評価であることが示唆された。同化には適用していない独立した観測データであるAERONETを用いて、ダスト発生源に近いイランのZanjanで時系列比較を行った(図2)。その結果、同化することによって、相関係数が増加し、RMSE(不確実性)の値が減少したため、同化によってモデル再現性が向上したことがわかった。しかし、AERONET観測サンプルが少ないため、独立性を十分に担保した検証をすることは難しかった。今後は、同化に用いるGCOM-C/SGLIのAOTデータの選別方法を発展させ、データ同化手法による大気汚染のモデル再現性をさらに向上させたい。

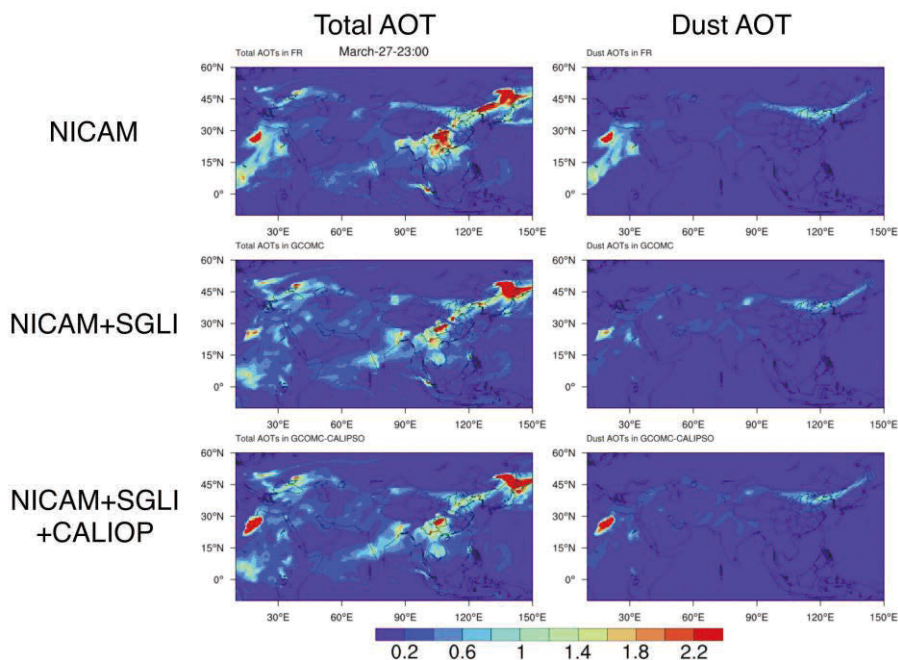


図1: 2018年3月27日23時におけるモデルで計算されたエアロゾル光学的厚さ(Total AOT)とダストのみのAOT(Dust AOT)。モデルの結果は3種類で、同化なしのNICAM-Chem(上パネル)、GCOM-C/SGLIで同化したNICAM-Chem(中パネル)、GCOM-C/SGLIとCALIPSO/CALIPSOで同化したNICAM-Chem(下パネル)である。

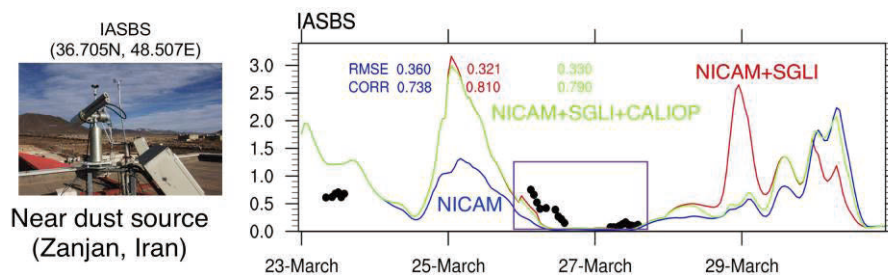


図 2: 2018 年 3 月末におけるイランの Zanjan での AOT の時系列比較. 黒丸が AERONET 観測結果, 青線が同化なしの NICAM-Chem, 赤線が GCOM-C/SGLI で同化した NICAM-Chem, 緑線が GCOM-C/SGLI と CALIPSO/CALIPO で同化した NICAM-Chem である. 図中には RMSE および相関係数(CORR)を示している.

● 成果の公表

-査読付き論文

Cheng Y., Dai T., Goto D., Schutgens N.A.J., Shi G., Nakajima T. (2019) Investigating the assimilation of CALIPSO global aerosol vertical observations using Four-Dimensional Ensemble Kalman Filter. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 13445-13467, doi:10.5194/acp-19-13445-2019.

Dai T., Cheng Y., Goto D., Schutgens N.A.J., Kikuchi M., Yoshida M., Shi G., Nakajima T. (2019) Inverting the East Asian Dust Emission Fluxes Using the Ensemble Kalman Smoother and Himawari-8 AODs: A Case Study with WRF-Chem v3.5.1. *Atmosphere*, 10, 543, doi:10.3390/atmos10090543.

Goto D., Morino Y., Ohara T., Sekiyama T. T., Uchida J., Nakajima T. (2020) Application of linear minimum variance estimation to the multi-model ensemble of atmospheric radioactive Cs-137 with observations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 3589-3607, doi:10.5194/acp-20-3589-2020.

-口頭発表

Goto D., Sugata S., Dai T., Cheng Y., Nakajima T. (2019) Application of a multi-model ensemble method for PM2.5 estimation, 16th Annual Meeting: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), Singapore, Singapore, August 2019

-ポスター

Goto D., Morino, Y., Ohara, T., Sekiyama, T. T., Uchida, J., Nakajima, T., (2019) Development of multi-model ensemble method for radionuclides released from Fukushima nuclear accident, 2019 American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, San Francisco, USA, December 2019

● JSS2 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	自動並列
プロセス並列数	1 - 160
1 ケースあたりの経過時間	20 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合^{※1} (%) : 0.14

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
SORA-MA	1,167,068.41	0.14
SORA-PP	0.00	0.00
SORA-LM	0.00	0.00
SORA-TPP	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
/home	1,648.27	1.37
/data	39,984.40	0.68
/tmp	13,346.36	1.13

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
J-SPACE	0.00	0.00

※1 総資源に占める利用割合 : 3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合 : 対象資源一年間の総利用量に対する利用割合