

## 大気環境物質監視シミュレーション

報告書番号：R20JR2401

利用分野：宇宙技術

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2020/14640/>

### ● 責任者

平林毅, 第一宇宙技術部門宇宙利用統括

### ● 問い合わせ先

村上 浩(murakami.hiroshi.eo@jaxa.jp)

### ● メンバ

五藤 大輔, 村上 浩, 橋本 真喜子, Tie Dai, Yueming Cheng

### ● 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 (JSS)を利用する必要がある。

### ● 今年度の成果

JSS にも実装された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、昨年度に引き続き、2018年3月末にアジアで発生した大規模なダストイベントである。本研究では、全球 56km 水平解像度で NICAM-Chem のエアロゾル同化計算を行った。この解像度は全球モデルの中でも高いものであり、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変換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、エアロゾル同化ありと同化なしの2つである。GCOM-C/SGLI から得られたエアロゾル光学的厚さ(AOT)に関しては、昨年度は JAXA/EORC より配信されているエアロゾル成果物 Version 1 を利用したが、本

年度はエアロゾル成果物 Version 2 を利用した。

図 1 は、同化有無の計算によって得られた AOT の 9 日間平均値(2018 年 3 月 23 日から 3 月 31 日まで期間)を示している。これにより、GCOM-C/SGLI の AOT を同化することによって、モンゴルや中国北東部でダスト成分が増加したことがわかった。また、中国南部や中央部では同化によって AOT が減少したが、この原因は硫酸塩や炭素性エアロゾルのような人為起源エアロゾルの減少である。図 2 は、得られた NICAM-Chem 同化結果をさらに検証するために、同化には適用していない独立した観測データである AD-Net(the Asian dust and aerosol lidar observation network)を用いて、3 地点(ダスト発生源に近いモンゴルのウランバートル、および越境汚染流出地域でもある日本の福岡および大阪)におけるエアロゾル消散係数の 3 次元時系列比較を行った。これにより、ダスト発生源付近のウランバートルでは、同化することによって、3 月 29 日から 3 月 30 日にかけての高濃度エアロゾルの過小評価を軽減したことがわかった。そして、ウランバートルで観測された高濃度エアロゾルは、3 月 30 日から 3 月 31 日にかけて福岡や大阪にも到来したことが示唆され、同化することによって、観測に近い高濃度エアロゾルを再現することができた。また、3 月 29 日の福岡および大阪で、地表面から高度 5km まで見られる高濃度エアロゾルは、同化の有無に関わらず、観測で見られる複雑な鉛直構造(福岡では、高度 1-2km では低濃度だが、それ以外の高度では高濃度であった)をうまく再現することはできなかった。これは、同化している GCOM-C/SGLI の AOT が 2 次元量であり、同化によって複雑な鉛直分布を再現することが難しいためである。これを軽減するためには、NICAM-Chem モデル自身の精緻化も進める必要がある。

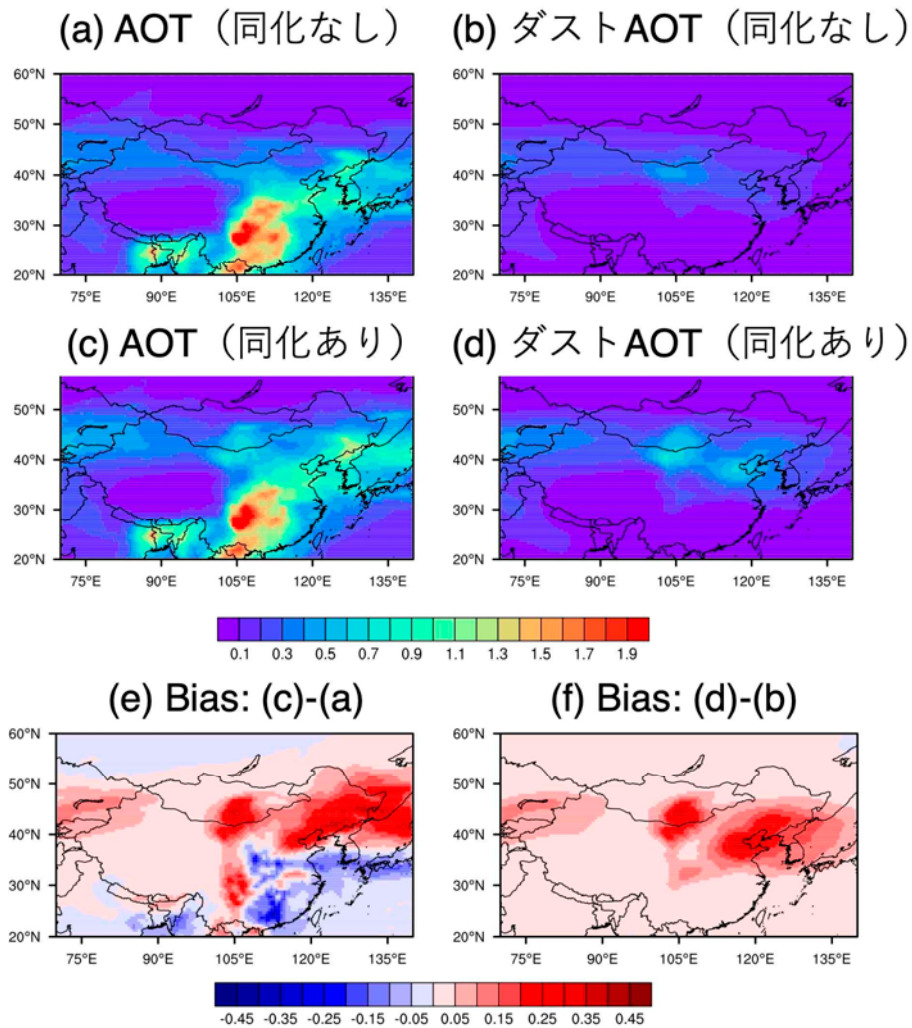


図 1: 2018 年 3 月 23 日から 3 月 31 日までの 9 日間で平均した (a) NICAM-Chem で計算した AOT と (b) ダストのみの AOT, (c) NICAM-Chem で GCOM-C/SGLI AOT Version 2 を同化した AOT と (d) ダストのみの AOT, (e) 同化の有無での AOT の差分, (f) 同化の有無でのダスト AOT の差分

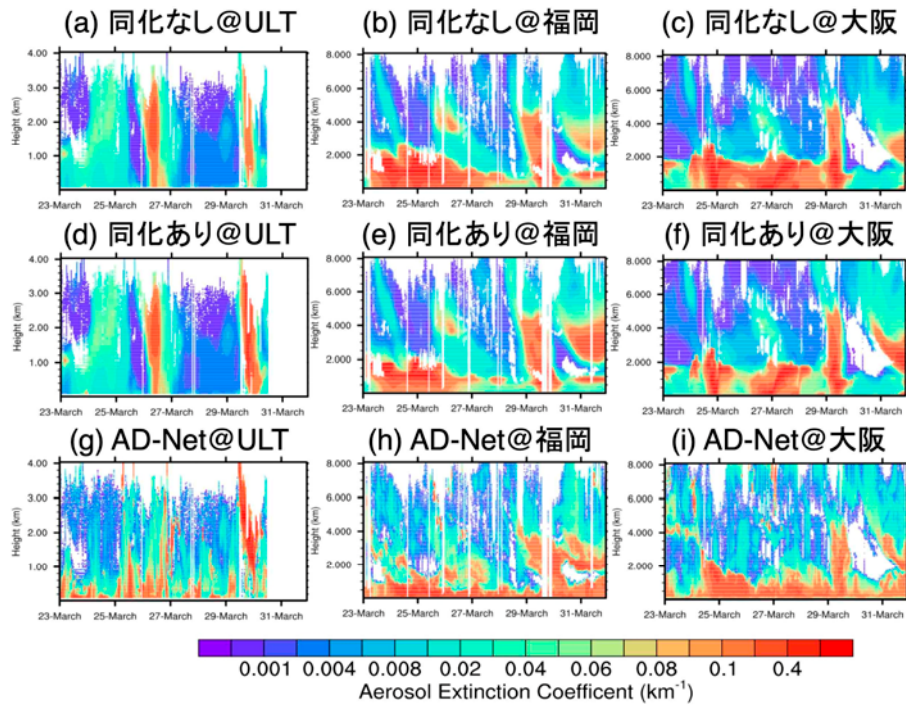


図 2: 2018 年 3 月 23 日から 3 月 31 日の期間において, (a,d,g) ULT(モンゴル・ウランバートル), (b,e,h) 福岡, (c,f,i) 大阪のサイトでのエアロゾル消散係数であり, (a,b,c) 同化なしのモデル結果, (d,e,f) 同化ありのモデル結果, および (g,h,i) 観測(AD-Net)で得られた結果

## ● 成果の公表

-査読付き論文

Goto D., Sato Y., Yashiro H., Suzuki K., Oikawa E., Kudo R., Nagao T.M., Nakajima T. (2020) Global aerosol simulations using NICAM.16 on a 14 km grid spacing for a climate study: improved and remaining issues relative to a lower-resolution model. *Geoscientific Model Development*, 13, 3731-3768, doi:10.5194/gmd-13-3731-2020.

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.

## ● JSS 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

## ● JSS2 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.19

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	1,059,004.62	0.20
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	1,449.36	1.33
/data	29,959.92	0.58
/tmp	9,719.13	0.83

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

## ● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合<sup>※1</sup> (%) : 0.01

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 <sup>※2</sup> (%)
TOKI-SORA	0.00	0.00
TOKI-RURI	0.00	0.00
TOKI-TRURI	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 <sup>※2</sup> (%)
/home	481.38	0.33
/data	9,811.04	0.16
/ssd	140.78	0.07

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 <sup>※2</sup> (%)
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