

地球に存在する大気汚染物質を高解像度で 計算可能なシミュレーションモデルの開発

SATテクノロジー・ショーケース2021

■ はじめに

京コンピュータや富岳など近年の著しい計算機資源の発展によって、大気科学シミュレーションの分野でも様々な恩恵を受けることができた。著者らの研究では、地球規模の大気汚染物質の時空間分布をシミュレーションすることで、大気汚染の環境・気候影響を評価してきた。計算機の発展によって、高解像度シミュレーションが実現可能となり、大気汚染物質の分布の再現性が向上することが期待される。また、大気汚染物質の1つであるエアロゾルと雲の相互作用が直接的に取り扱えるようになり、従来まで大問題であった気候変動予測に関する不確実性を軽減することも期待される。さらに、地球温暖化が進む現代において、気温抑制を相対的に早く実現することが見込まれる短寿命気候強制因子(SLCFs)は、まさに大気汚染物質であり、大気汚染物質シミュレーションによる気候影響評価の知見は、気候緩和に向けた施策立案にとっても重要な科学的根拠となる。

このような状況の中で、著者らは10年近くかけて、非静力学正20面体格子大気モデルNICAM¹⁾による全球高解像度での大気汚染物質シミュレーションに継続して取り組んでおり、世界に先駆けて全球高解像度長期間実験を行なってきた。本モデルNICAM-Chem²⁾の数値実験結果を解析し、大気汚染物質の気候影響評価として一般的に用いられている低解像度のシミュレーションの結果との違いを調査することで、高解像度の利点を明確化することを目的とした。

■ 利用する数値モデル(NICAM-Chem)概要

非静力学正20面体格子大気モデルであるNICAM¹⁾に、大気汚染物質の大気中での挙動を計算することができるモジュールを搭載した純国産の数値モデルである。NICAMは水蒸気などの大気中に含まれる物質の4次元分布を計算することができ、流体力学方程式や熱力学方程式などの基礎物理法則の式によって決定されている。これらの基礎方程式によって、雲や降水などの時空間分布も計算されている。そしてNICAM-Chemでは、NICAMで計算される大気の流れや雲・降水の時空間分布の情報を用いて、輸送・拡散・沈着などの諸過程をモデル化することで、大気汚染物質の4次元分布を計算することができる³⁾。

NICAMを用いることの最大の利点は、地球の大気を高解像度で計算できることである。IPCCなどで議論されている気候変動予測に用いられている数値モデルの空間解

像度は50-200km程度の大きさに相当するが、NICAMでは0.87km⁴⁾や大気汚染物質を加味しても3.5km(大気汚染物質を計算すると、計算機負荷が倍増する)⁵⁾などの、世界で利用されている数値モデルよりも高解像度で計算することができる。

■ 研究成果と今後

NICAM-Chemによって大気汚染物質の高解像度計算を行うことで、雲や降水との相互作用が強いエアロゾルに関連した再現性が向上することがわかった。我々の研究を通じて、具体的には次のような点が定量化されてきた。

- 1) エアロゾルの北極輸送が良くなり、再現性が向上した^{5,6)}
- 2) エアロゾルと雲の相関関係が、衛星結果と整合した^{7,8)}
- 3) 主要発生源である都市でのエアロゾル再現性が向上した^{6,9)}

以上のような利点は、これまでの大気汚染物質シミュレーションを改善するものであり、大気汚染物質の環境や気候変動への影響に関する高精度な科学的知見を提供することが見込まれる。

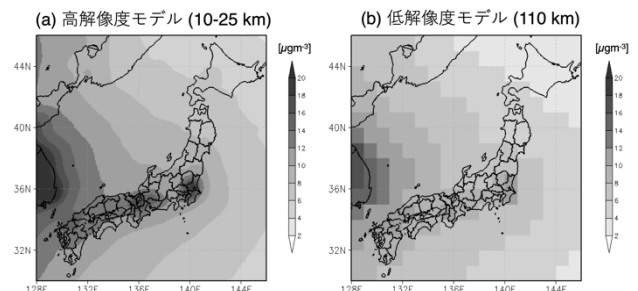


図. モデル解像度の違いによる日本周辺でのPM_{2.5}濃度差(参考文献9の図6を改変)

■ 参考文献情報

- 1) M. Satoh et al., Progress in Earth and Planetary Science, 1(1), 18, 2014.
- 2) D. Goto et al., Springer Remote Sensing/Photogrammetry. Springer, Cham, 277 - 302, 2018.
- 3) T. Takemura et al., J. Geophys. Res., 105(D14), 17853-17873, 2000.
- 4) Y. Miyamoto et al., Geophys. Res. Lett., 40, 4922-4926, 2013.
- 5) Y. Sato et al., Sci. Rep., 6, 26561, 2016.
- 6) D. Goto et al., Geosci. Mode Dev., 13, 3731-3768, 2020.
- 7) K. Suzuki et al., Geophys. Res. Lett., 35, L19817, 2008.
- 8) Y. Sato et al., Nature Comm., 9(1), 985, 2018.
- 9) D. Goto et al., Atmos. Env., 140, 320-332, 2016

- キーワード: (1) 大気汚染物質
(2) 数値シミュレーション
(3) 高解像度モデル

- 共同研究者: 佐藤陽祐・北海道大学理学研究院
八代尚・国立環境研究所
鈴木健太郎・東京大学大気海洋研究所
中島映至・国立環境研究所

代表発表者 五藤 大輔(ごとう だいすけ)
所属 国立環境研究所
地域環境研究センター
問合せ先 〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2
TEL:029-850-2899 FAX:029-850-2580
goto.daisuke@nies.go.jp