

## 研究課題名：エアロゾルデータ同化を活用した大気汚染予測システムの構築

課題代表者：国立環境研究所地域環境研究センター 五藤大輔  
共同研究者：国立環境研究所地域環境研究センター 菅田誠治

State Key Laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences Tie Dai · Yueming Cheng

Vrije Universiteit Amsterdam, Faculty of Earth and Life sciences Nick Schutgens

東京大学大気海洋研究所 鈴木健太郎・堀田陽香

宇宙航空研究開発機構地球観測センター 橋本真喜子・Chong Shi

実施年度：令和元年度～令和3年度

### 1. 研究目的

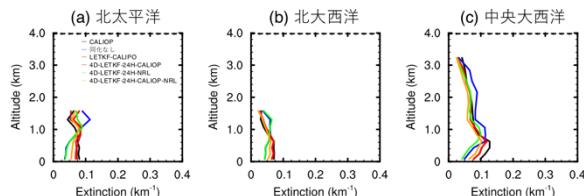
大気汚染は環境問題として捉えられてきたが、近年では、地球温暖化を抑制するために、対策効果が比較的早急に現れると期待される短寿命気候因子（Short-Lived Climate Pollutant ; SLCP）として国際的にも注目されている。環境と気候問題の鍵となる大気汚染物質の時空間分布をより精度良く予報するために、エアロゾルデータ同化手法を導入した大気汚染予測システムの開発を目的とした。これと同時に、大気汚染予測の初期値として作成されるエアロゾルプロダクトを高解像度の再解析データと位置付け、他の科学的研究に役立てるこも目的とした。特に、過去の課題（平成26年度から30年度：GOSATおよびGOSAT-2衛星のデータ解析に関わるエアロゾル・モデルシミュレーション、代表：宇宙航空研究開発機構地球観測センター・中島映至参与）等で計算してきた結果をさらに高度化する。これらのデータはエアロゾルや海色・陸域植生のリモートセンシングの初期値やアプライオリとして役立つようなデータセットとしても利用できる。

### 2. 研究計画

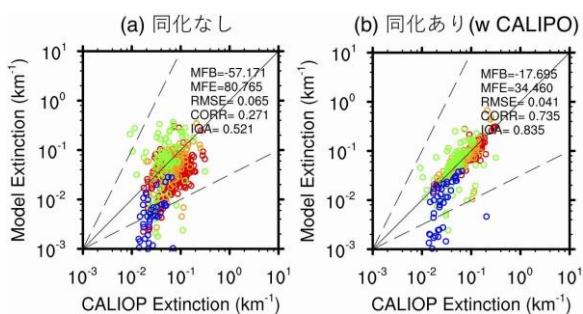
本研究で利用する数値モデルは、我々が開発してきた全球から都市レベルの空間スケールを高解像度でシームレスにカバーすることができる NICAM-Chem を主とする。より高精度のエアロゾル初期値作成のために、気象静止衛星ひまわり8号、極軌道衛星 SGII/GCOM-C・CAI2/GOSAT2・CALIOP/CALIPSOなどの衛星プロダクトを利用したエアロゾルデータ同化を行う。これにより、観測のみ、あるいは、モデルのみでは得られない高精度のエアロゾル分布を導出する。同時に、NICAM-Chem モデル素過程等の改良も継続して進める。これらの組み合わせによって、より高精度の大気汚染予測システムの構築を目指す。

### 3. 進捗状況

これまで NICAM-Chem を用いて、気象静止衛星ひまわり8号から得られたエアロゾル光学的厚さ（Aerosol Optical Thickness; AOT）を同化することで、より高精度なエアロゾル場を計算してきた。しかし、AOT はエアロゾル光学量の鉛直積算量であるため、データ同化を行なっても、エアロゾル鉛直分布をうまく再現するのは難しい。そこで前年度の前課題から今年度の本課題にかけて、エアロゾル光学量の鉛直分布情報をもつエアロゾル消散係数（Coefficient of aerosol extinction; Cext）の観測量を用いて、エアロゾルデータ同化を試みた。まず、NICAM-Chem の全球版を用い、同化する衛星データとして、気象静止衛星ひまわり8号から得られた AOT に加えて、極軌道衛星 CALIOP/CALIPSO から得られた Cext を用いた。また、同化に関しては、局所アンサンブルカルマンフィルター（Localized Ensemble Transform Kalman Filter; LETKF）を用いたが、気象静止衛星ひまわりの高時間分解能データも同化することから、4次元の24時間 time window (4D-LETKF-24H) を用いた同化 (Dai et al., 2019) も適用した。また、別の極軌道衛星 MODIS によって得られた NRL (Naval Research Laboratory) 提供 AOT プロダクトも同化に用いる感度実験を行なった。その結果、CALIPSO によって得られた Cext を同化することで、それぞれの領域におけるエアロゾル鉛直分布再現性が向上することが明らかとなった（図1と図2）。また複数の異なる衛星データを同化することによって、衛星データの組み合わせの違いによる AOT 算出精度の差を示すこともできた。本発表では CALIPSO とは独立の観測データによって検証した結果も提示する。



**図 1 各領域においてモデルによって計算されたエアロゾル消散係数  $C_{ext}$  の鉛直分布。** 結果は 2016 年 11 月の月平均値を示している。Cheng et al. (2019) の Figure 7 を改変。黒線が観測(CALIOP)、あ青色が同化なしのモデル結果、他の色線が同化ありのモデル結果を示す。



**図 2 エアロゾル消散係数  $C_{ext}$  に対する観測とモデル結果の散布図。** 結果は 2016 年 11 月の 1 時間値を用いてプロットしたものである。Cheng et al. (2019) の Figure 4 と 5 を改変。評価した統計量は、MFB (Mean Fractional Bias)、MFE (Mean Fractional Error)、RMSE (Root Mean Square Error)、CORR (Correlation Coefficient)、IOA (index of agreement)である。

#### 4. 今後の計画

今年度構築したデータ同化手法を用いて、新しい極軌道衛星 SGLI/GCOM-C の AOT を用いたデータ同化に着手する。また、マルチ衛星プロダクトによる同化を引き続き実施する。同時に NICAM-Chem 自体のモデル高度化も継続的に進める。

#### 5. 昨年度終了研究課題名

GOSAT および GOSAT-2 衛星のデータ解析に関するエアロゾル・モデルシミュレーション  
(課題代表者：中島映至)

#### 6. 計算機資源の利用状況

**(2019 年 4 月 1 日～2019 年 11 月 30 日)**

実行ユーザ数: 9

CPU 時間 v\_deb: 1,144.26 hours, v\_32cpu: 0.00 hours, v\_96cpu: 90,106.02 hours, v\_160cpu: 0.00 hours, 計: 91,250.28 hours

**(2018 年 10 月 1 日～2019 年 3 月 31 日)**

実行ユーザ数: 7

CPU 時間 v\_deb: 1,231.01 hours, v\_32cpu: 259.14 hours, v\_96cpu: 67,887.65 hours, v\_160cpu: 8,628.80 hours, 計: 78,006.60 hours