

# エアロゾル輸送モデルと気象雷モデルによる

## エアロゾルの雷に対する影響評価

山田雄斗（北大院理），佐藤陽祐（北大院理），林修吾（気象研究所）

### 1. はじめに

凝結核として働くエアロゾルが変動することによって雲粒の微物理特性が変化するというエアロゾル・雲相互作用[1]が知られている。エアロゾルの数密度の変化によって雲を構成する水物質の微物理特性（粒径）が変化すると、雲内部の主要な電荷分離機構であるとされる、着氷電荷分離機構[2]を引き起こす霰と氷の衝突の起こりやすさも変化するため、雲内部の電荷分布や雷にも大きな影響を与える可能性が報告されている[3]。しかしながらエアロゾルが雷に与える影響を評価した先行研究の多くは、エアロゾルを領域一様に与えるなど理想実験または理想的なエアロゾルに基づくものである[3][4]。そこで、エアロゾルの分布や濃度の時空間変動の影響を調べるためにエアロゾルの生成消滅、雲、雷の3つを陽に計算できるエアロゾル輸送モデルSPRINTARS[5]と気象雷モデル[6]を結合した数値モデルの開発が進んでいる(SCALE-SPRINTARS-LT)。このSCALE-SPRINTARS-LTの雷モデルの性能評価[7]は既に行われているが、エアロゾルの計

算性能については検証する必要がある。

本発表ではSCALE-SPRINTARS-LTのエアロゾル輸送の妥当性を検証し、エアロゾル輸送モデルと気象雷モデル結合させた実験の初期的な結果を紹介する。

### 2. 手法

本研究で用いたモデル(SCALE-SPRINTARS-LT)は領域気象モデルSCALE[8][9]にエアロゾル輸送モデル[5]と雷モデル[6]を実装したものである。

図1は計算領域(左)と観測サイトの一覧と場所(右)である。モデルの水平解像度は20 km、鉛直解像度は80 m ~ 2500 mの36層(下層ほど細かくモデル上端高度は28113 m)とした。計算に必要な気象場とエアロゾル場の初期値と境界値は、それぞれJRA-55[10]、MIROC-SPRINTARSの出力とした。

実験期間は2020年3月1日00:00 UTC ~ 3月23日00:00 UTCであり、実験開始後の30時間を除いた期間を解析した。また検証にはAERONET[11]、AEROS[12]、気象庁の雷監視システムLIDEN[13]で観測されたデータを用いた。

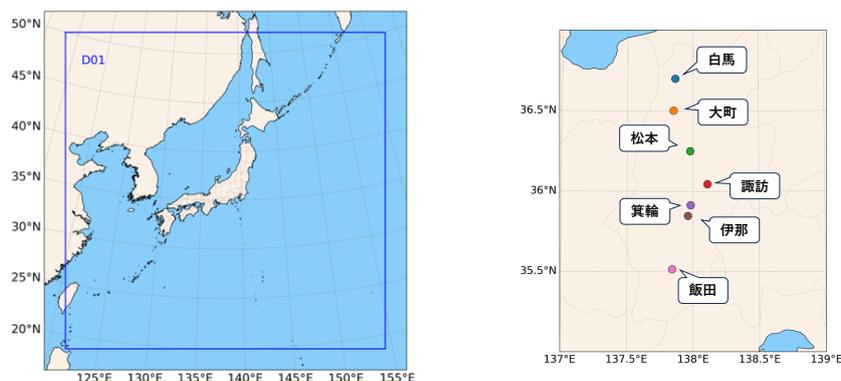


図1: 計算領域(左)、観測サイトの一覧と場所(右)

### 3. 結果

図 2 は観測サイトにおけるエアロゾルの光学的厚さ(AOT)とPM2.5の平均値である。

AOT は全ての観測サイトでモデルの出力結果が過小評価傾向であるものの、相関係数が 0.76 と高く、時間変化の傾向が捉えられていることがわかる。同様にPM2.5 に関してみると、モデルは時間変化を捉えられており、モデルで計算された平均質量濃度は観測値と同程度である。

以上から、PM2.5 の質量濃度は観測値と同程度であるが、AOT が観測に比べて小さくなった。AOT はエアロゾル数密度が多いほどは大きくなる傾向があるため、モデルのエアロゾル数密度は小さかったと考えられる。また質量濃度が同程度であることから、粒径の大きなエアロゾルが多かったと考えられる。

これは SCALE-SPRINTARS で仮定されているエアロゾルの粒径が大きかった可能性が示唆される。

また発表ではSCALE-SPRINTARS-LTを用いた初期的な結果の紹介を行う。

### 4. まとめ

本研究では SCALE-SPRINTARS を用いてエアロゾル輸送の観点から観測データとの比較、検証を行った。

結果から、エアロゾルの時空間的変動を捉えられていることが確認できたが、観測と比較しても AOT が過小評価傾向であった。

**謝辞:** 本研究はムーンショット R&D プログラム(JPMJMS2286)の助成を受けて行われ、計算は北海道大学情報基盤センターで大型計算機 Grand Chariot を使用して行った。また MIROC-SPRINTARS のデータは気象研究所の安井博士、九州大学の竹村教授から提供を受けました。

### 参考文献

- [1] IPCC, 2021: Climate Change 2021.
- [2] Takahashi, 1978, *JAS*, **35**, 1536-1548.
- [3] Mansell et al., 2013, *JAS*, **70**, 2032-2050.
- [4] Sato et al., 2019, *PEPS*, **6**, 62.  
doi: 10.1186/s40645-019-0309-7
- [5] Takemura et al., 2005, *JGR*, **110**, D02202.
- [6] Sato et al., 2019, *PEPS*, **6**, 62.  
doi: 10.1186/s40645-019-0309-7
- [7] Tomioka et al., 2023, *PEPS*, **10**, 60.  
doi:10.1186/s40645-023-00592-w
- [8] Nishizawa et al., 2015, *GMD*, **8**, 3393-3419.
- [9] Sato et al., 2015, *PEPS*, **2**, 23.  
doi: 10.1186/s40645-015-0053-6
- [10] Kobayashi et al., 2015, *JMSJ*, **93**, 5-48.
- [11] Holben et al., 2018, *ACP*, **18**, 655-671.
- [12] 環境省 (<http://soramame.taiki.go.jp/>)
- [13] Ishii et al., 2014, *JAE*, **34**, 79-86.

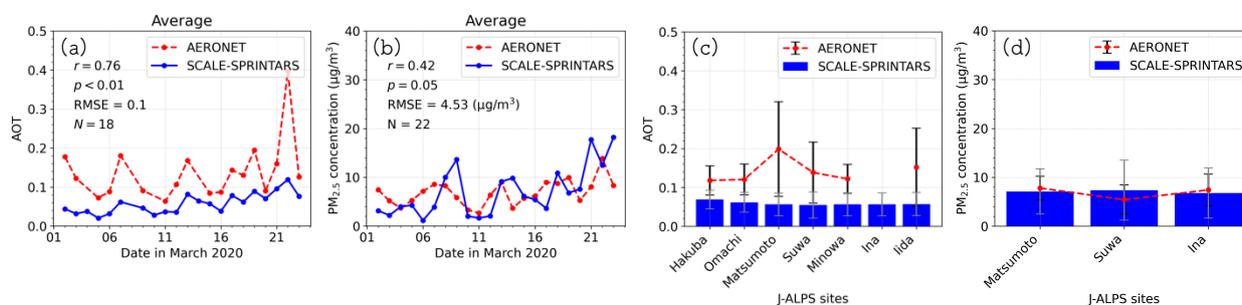


図 2: 各観測点の値を平均した AOT(a)、PM2.5(b)の時系列と、計算期間全体での AOT(c)、PM2.5(d)の平均値。