

2022年度北海道大学情報基盤センター萌芽型共同研究成果報告書

1. 研究類型 A) 計算資源利用型

2. 研究課題名 気象雷モデルによる新たな防災・環境情報創出に向けた基礎的研究

3. 研究期間 2022年 5月19日 ～ 2023年 3月31日

4. 研究代表者

氏 名	所属機関・部局名	職 名	備 考
佐藤 陽祐	北海道大学・大学院理学研究院	准教授	

5. 研究分担者

氏 名	所属機関・部局名	職 名	備 考
岩下 武史	北海道大学・情報基盤センター	教授	
稲津 将	北海道大学・大学院理学研究院	教授	
吉川 栄一	宇宙航空研究開発機構	主任研究員	
山田 寛人	宇宙航空研究開発機構	パートナー	
川添 祥	北海道大学・大学院理学研究院	博士研究員	
吉田 龍二	横浜国立大学・大学院環境情報研究院	准教授	
本田 匠	北海道大学・大学院理学研究院	特任助教	
近藤 誠	北海道大学・大学院理学研究院	大学院生	
富岡 拓海	北海道大学・大学院理学研究院	大学院生	
鎌田 萌花	北海道大学・大学院理学研究院	大学院生	
加藤 真奈	北海道大学・大学院理学研究院	大学院生	

6. 共同研究の成果

本研究では 2022 年度までに初版開発が完了した気象雷モデルによる新たな防災・環境情報の創出を目指し、そのために必要な基礎研究を実施した。具体的には、気象雷モデルによる数値予測を見据え、気象雷モデルの基礎的な性能評価を実施した。また、気象雷モデルと化学輸送モデルを結合した数値実験による、雷起源の窒素酸化物 (Lightning NO_x, LNO_x) を対象とした数値実験を実施した。また、気象雷モデルの出力を用いて、航空機の被雷危険性マップの作成を行なった。

気象雷モデルの基礎的な評価としては、気象庁が運用する雷観測網 LIDEN の観測結果と気象雷モデルの結果を比較し、二乗平均平方根誤差(RMSE)、時間相関、Equitable thread score (ETS) の 3 つの指標で気象雷モデルの性能評価を行った。これらは雷頻度、雷の時間変化、雷発生位置の分布の確さを示す指標である。評価結果から、気象雷モデルは、雷を直接考慮しない従来手法に比べ、雷頻度をより正確に予測することができ、時間変化、雷発

生位置については従来手法と同程度の精度であることが示された。

LNO_x を対象とした実験は、2017 年の夏季に富士山山頂で観測された LNO_x 起源の窒素酸化物(NO_x)を対象とした実験を行った。気象雷モデルが計算した雷情報をもとに化学輸送モデルで LNO_x を発生させた計算を実施し、LNO_x を考慮しなければ再現できなかった富士山山頂の NO_x が、LNO_x を考慮することで再現できることが明らかになった。

上記の成果を投稿論文としてまとめ、日本地球惑星科学連合の英文誌(Progress in Earth and Planetary Science) に投稿した。また Atmospheric Environment 誌から論文を発表した。

次に、気象雷モデルの出力に研究分担者の吉川・山田らが開発してきたアルゴリズムを適用し、航空機の被雷危険性マップの作成を実施した。このアルゴリズムは、空港周辺の気象観測(レーダーなど)の結果に基づいて被雷危険性マップを作成するものだが、本研究で初めて数値モデルの出力に適用した(図1)。数値モデルの出力を用いて計算された被雷危険性マップは観測に基づいて算出された被雷危険性マップと似通っており、数値モデルでも観測と同様の被雷危険予測ができる可能性が示唆された。

参考文献

[1] Sato et al. (2019), *Progress in Earth and Planetary Science*, Vol. 6(1), doi:10.1186/s40645-019-0309-7 [2] 佐藤(2021), *日本気象学会 2021 年秋季大会予稿集*, Vol. 120, pp. 104.[3] Sato et al. (2022). *Atmos. Sci. Lett.*, Vol. 23(1), doi: 10.1002/asl.1067

論文・学会発表(2重線は研究代表者、1重線は研究分担者を示す)

- Yousuke Sato, Mizuo Kajino, Syugo Hayashi, and Ryuichi Wada, A numerical study of lightning-induced NO_x and formation of NO_y observed at the summit of Mt. Fuji using an explicit bulk lightning and photochemistry model, *Atmospheric Environment X*, doi:10.1016/j.aeaoa.2023.100218
- 佐藤陽祐、梶野瑞王、林修吾、気象雷モデルとオフライン化学輸送モデルを用いた雷起源の窒素酸化物に関する数値実験、日本地球惑星科学連合 2022 年連合大会、AAS11-15、幕張、2022 年 5 月
- 富岡拓海、佐藤陽祐、林修吾、雷を直接考慮した気象雷モデルの予測可能性について、日本気象学会 2022 年秋季大会、D107、札幌、2022 年 10 月
- 佐藤陽祐、本田匠、林修吾、梶野瑞王、吉川栄一、和田隆一、気象雷モデルの開発とその応用、大気電気学会、調布、2023 年 1 月

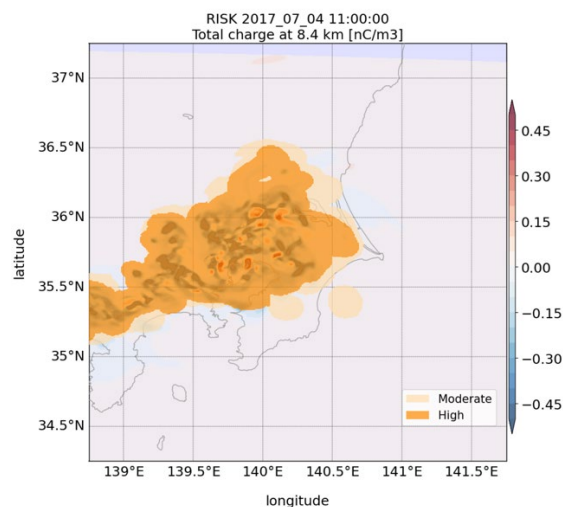


図1: 気象雷モデルで計算された出力を用いて算出した、2017 年 7 月 4 日 11 時(世界標準時間)の被雷危険性マップ(肌色は危険性が中程度、橙色は危険性が高いエリアを示す。背景の陰影は気象雷モデルで計算された高度 8.4 km での電荷密度)