

HAILCASTモデルに基づく日本における雹の傾向変化の分析

発表者：ZHANG HONGXIN

所属：筑波大学大学院 システム情報工学研究群

メールアドレス：s2420908@u.tsukuba.ac.jp

【研究背景】

- 雹は世界で数十億USD規模の経済損失を生じ；曝露増大が損失増加に寄与すると報告されている。(AMS, 2017; Prein et al., 2018)
- 温暖化影響は不確実だが、「雹頻度は減少し得る、サイズ・深刻度は増大し得る」可能性が示唆されている。(IPCC, 2021; Raupach et al., 2021)
- 日本においても雹は保険上の重要リスクで、2024年の損失が1500億円超となる見込みが示唆されている。(S&P Global, 2023; Guy Carpenter, 2024)

【先行研究と課題】

- 目視観測に基づく初期研究では、雹・霰・雪の判別が曖昧になり得ることが指摘される。(Omoto, 1967; Yoshino et al., 1987)
- 近年はレーダ等を用いた研究が進展しているが、主として事例解析、または大都市圏など限定地域を対象としている。(Fujiwara et al., 2021, 2023)
- 物理過程に基づくHAILCASTモデルは欧米など複数地域で適用・評価されているが、日本での応用・検証は十分ではない。(Adams-Selin & Ziegler, 2016)

【研究目的】

- 日本における雹日数の全国・長期スケール気候学を構築する。
- 雹の空間分布・季節性・経年変動を整理し、地域差と不確実性を定量的に議論する。
- 他データや手法との比較により、HAILCASTに基づく推定の妥当性と限界を評価する。

【研究結果】

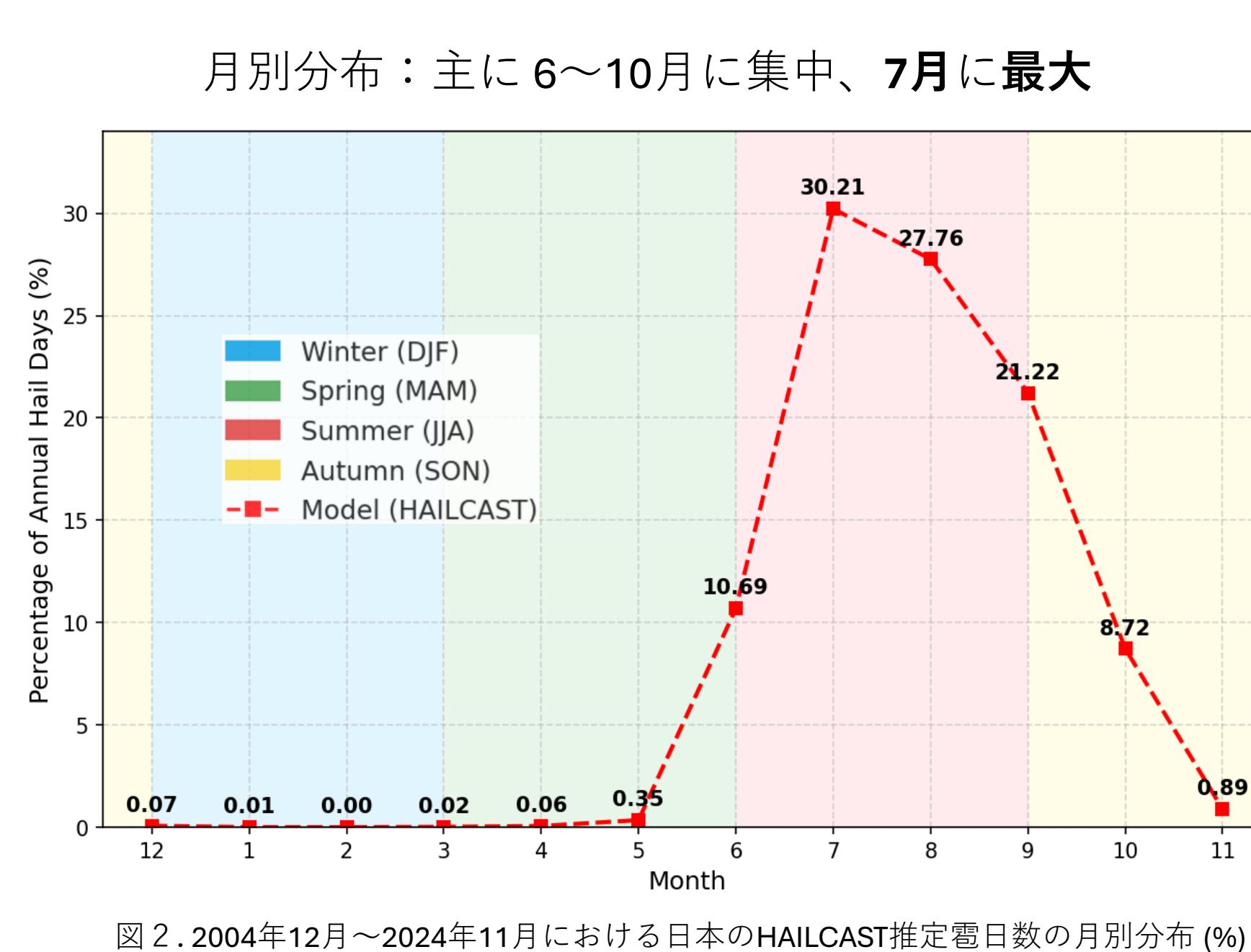
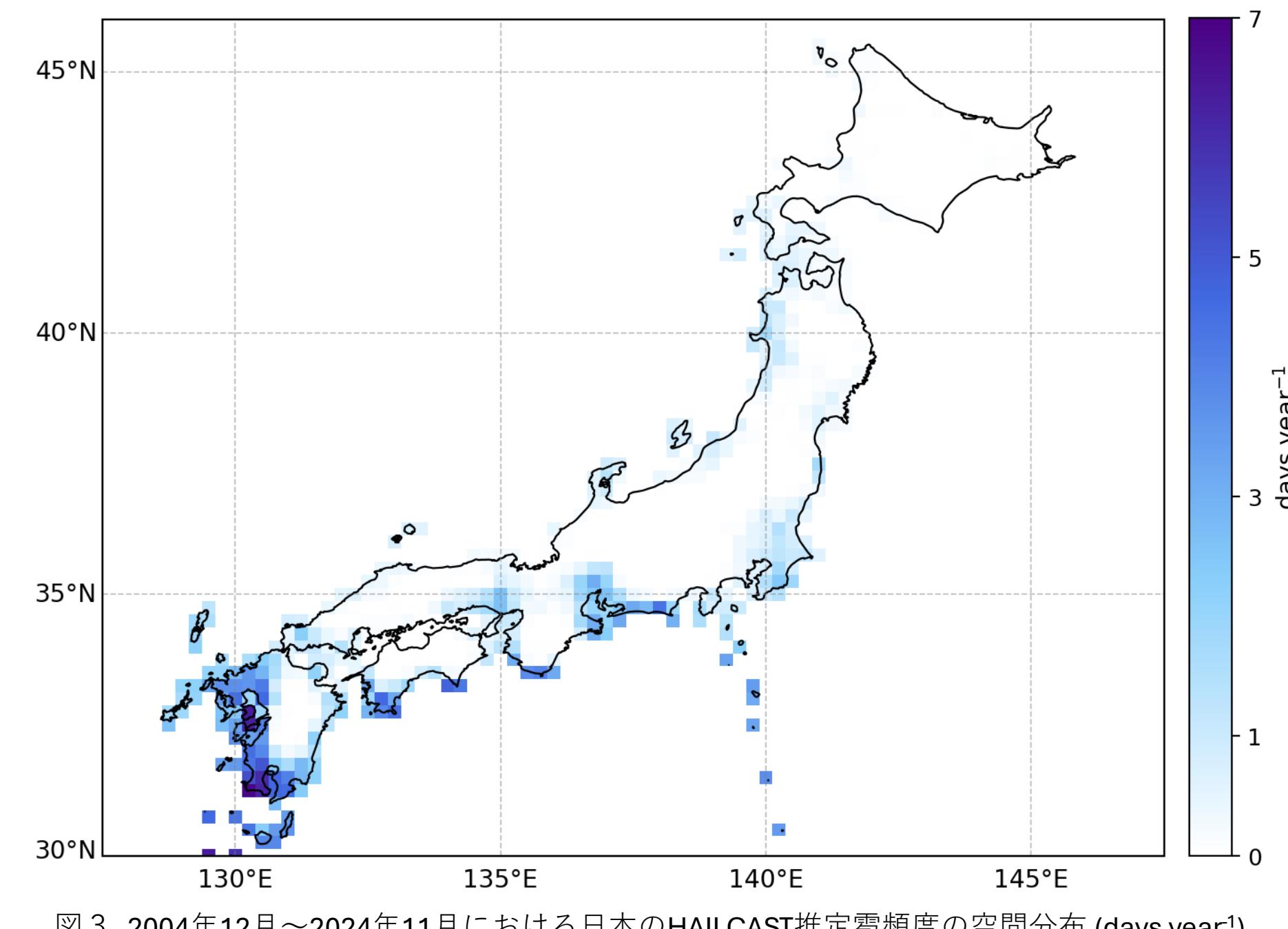


図2. 2004年12月～2024年11月における日本のHAILCAST推定雹日数の月別分布(%)

空間分布：南西から北東にかけ減少、九州中南部で高頻度信号が顕著



【研究手段】

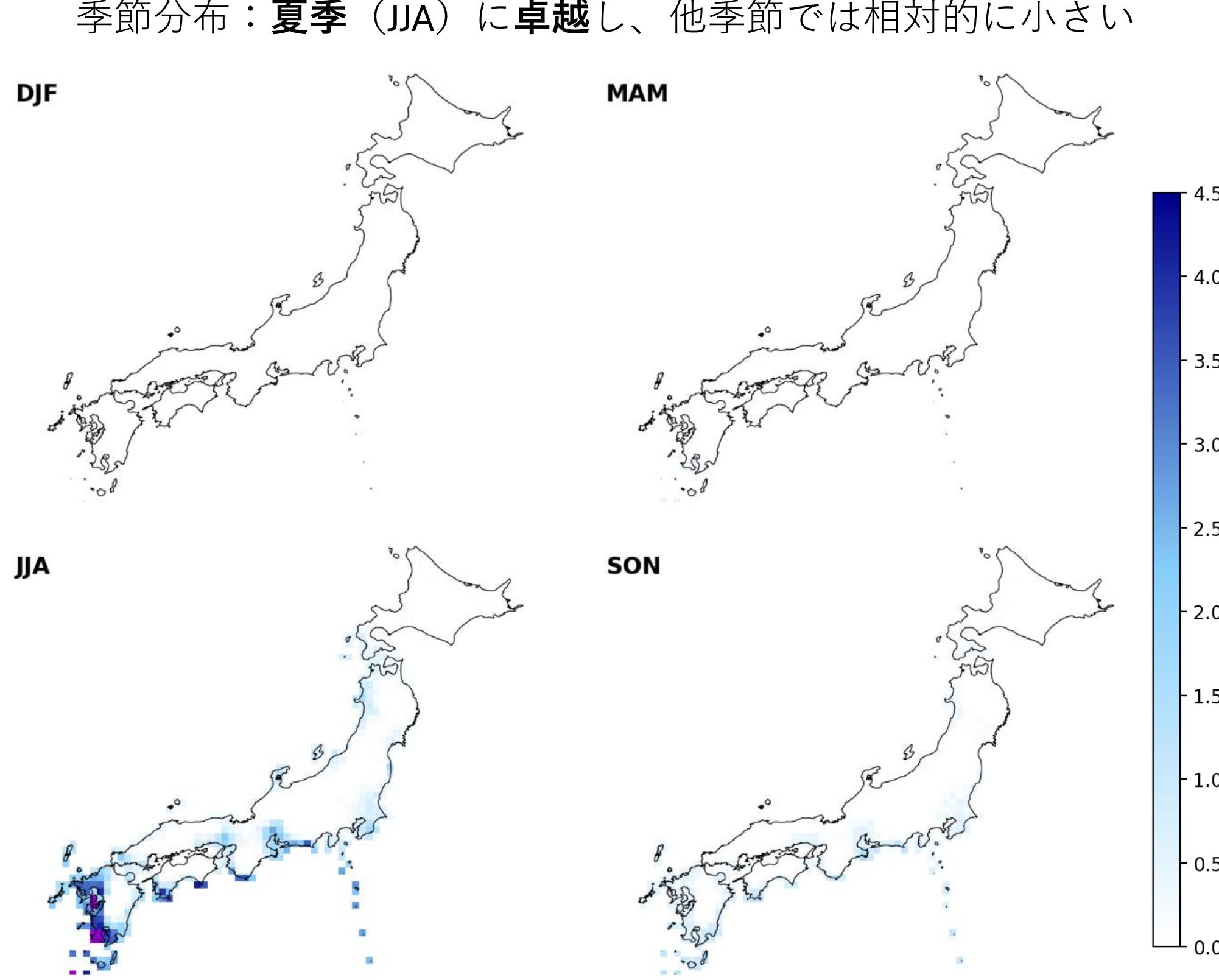
HAILCAST + ERA5 Reanalysis Data (hourly)

力学モデル

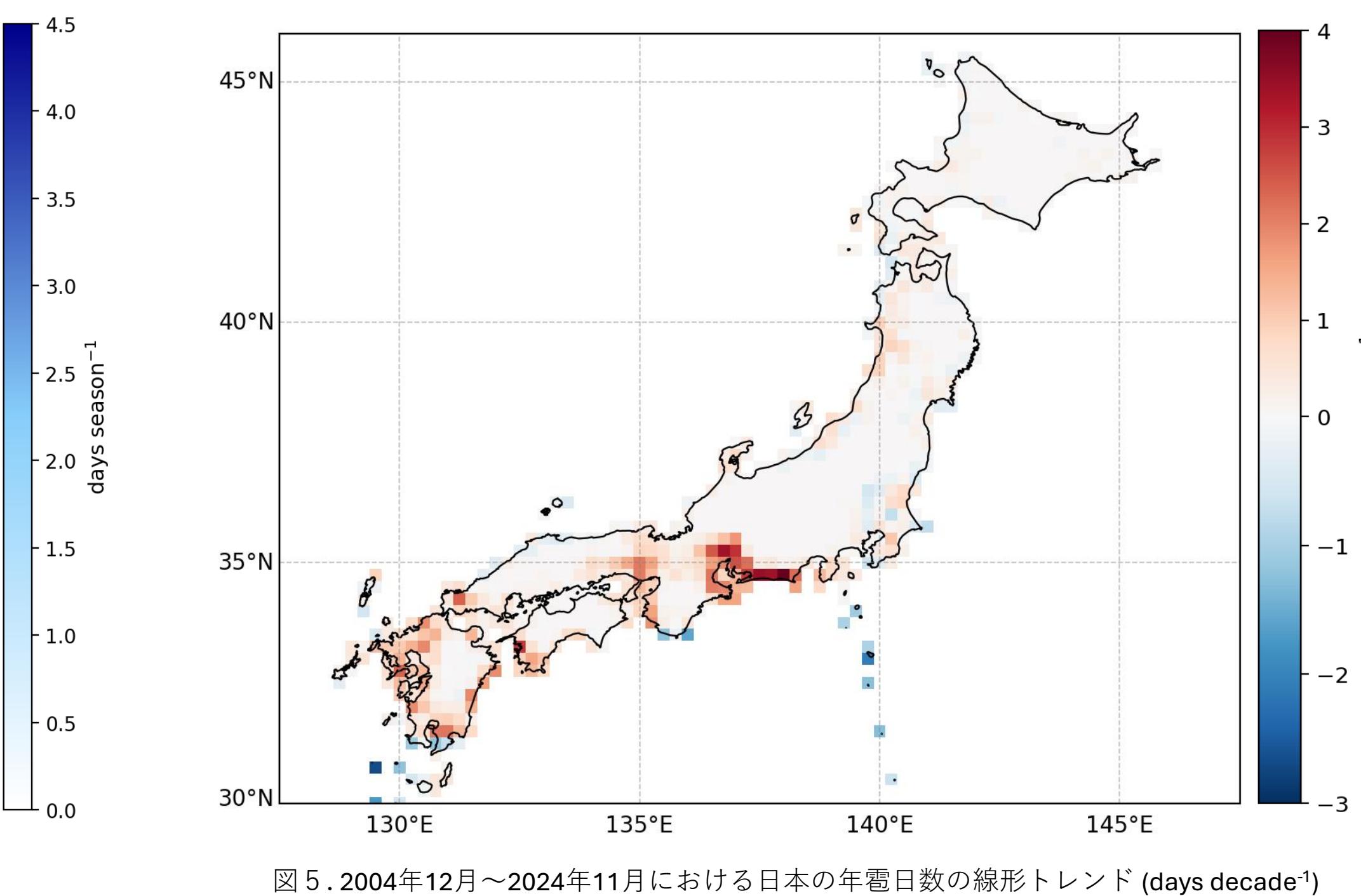
① $ESI = CAPE \times \left| \frac{\partial V}{\partial z} \right|$
ESI: Energy Shear Index
CAPE: 対流有効位置エネルギー
 $\left| \frac{\partial V}{\partial z} \right|: 0-6km 鉛直風シア$

② $wdur = \begin{cases} 20, & ESI \leq 1 \\ 20 + 15(ESI - 1), & 1 < ESI < 2 \\ 35 + 10(ESI - 2), & 2 \leq ESI < 3 \\ 45 + 7.5(ESI - 3), & 3 \leq ESI < 5 \\ 60, & ESI \geq 5 \end{cases}$
 $wdur$: 上昇流の持続時間

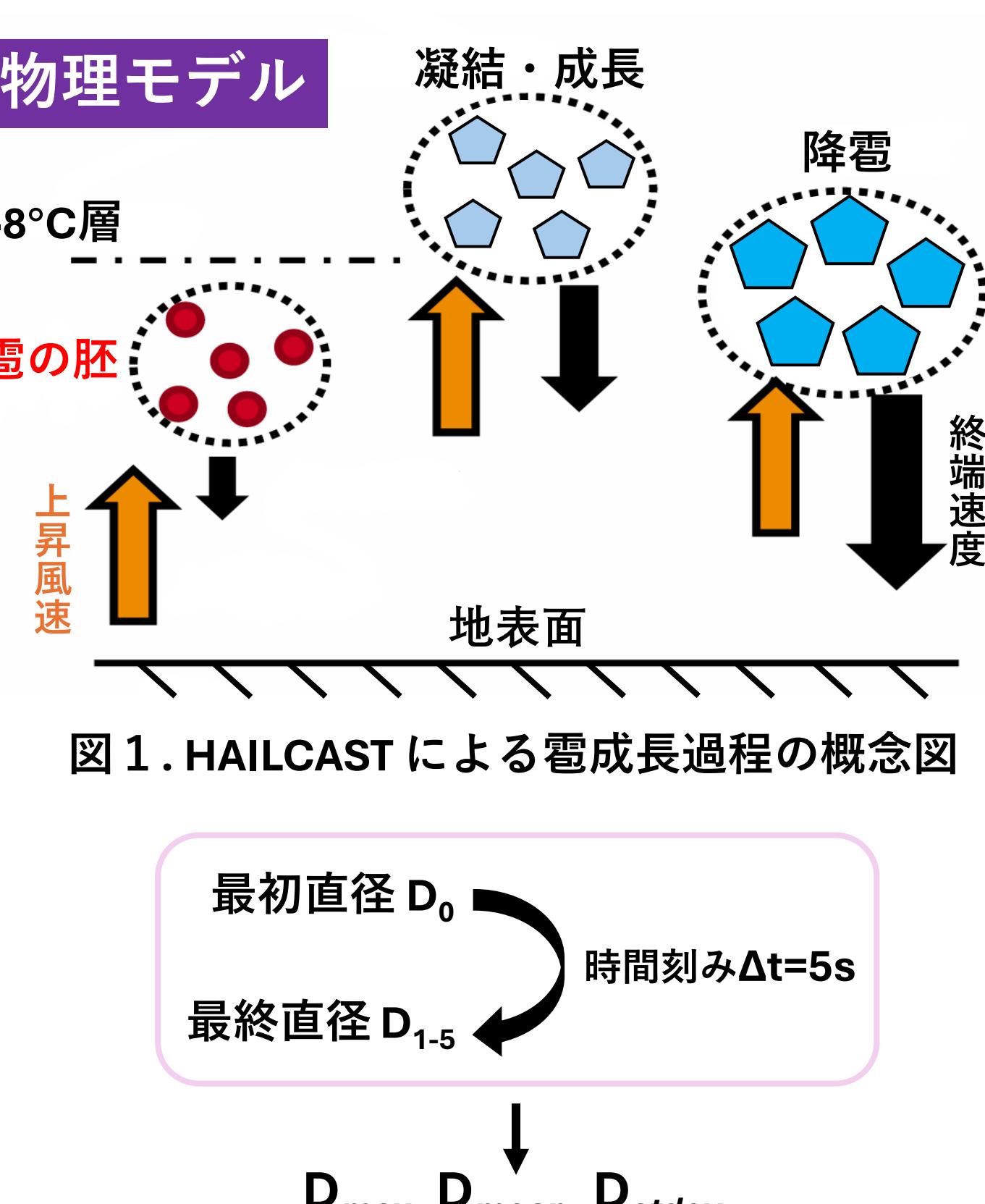
③ $\Delta w^2 = 2g \left[\frac{\Delta T}{T} - (w_{s0} - w_s) \right] \Delta z, \quad W = \sqrt{w^2}$
 w : 鉛直速度 $\frac{\Delta T}{T}$: 相対温度差 $w_{s0} - w_s$: 飽和混合比差
 z : 圧力層厚 W : 上昇流速度



長期変化：広域で増加傾向



微物理モデル



【比較・検証】

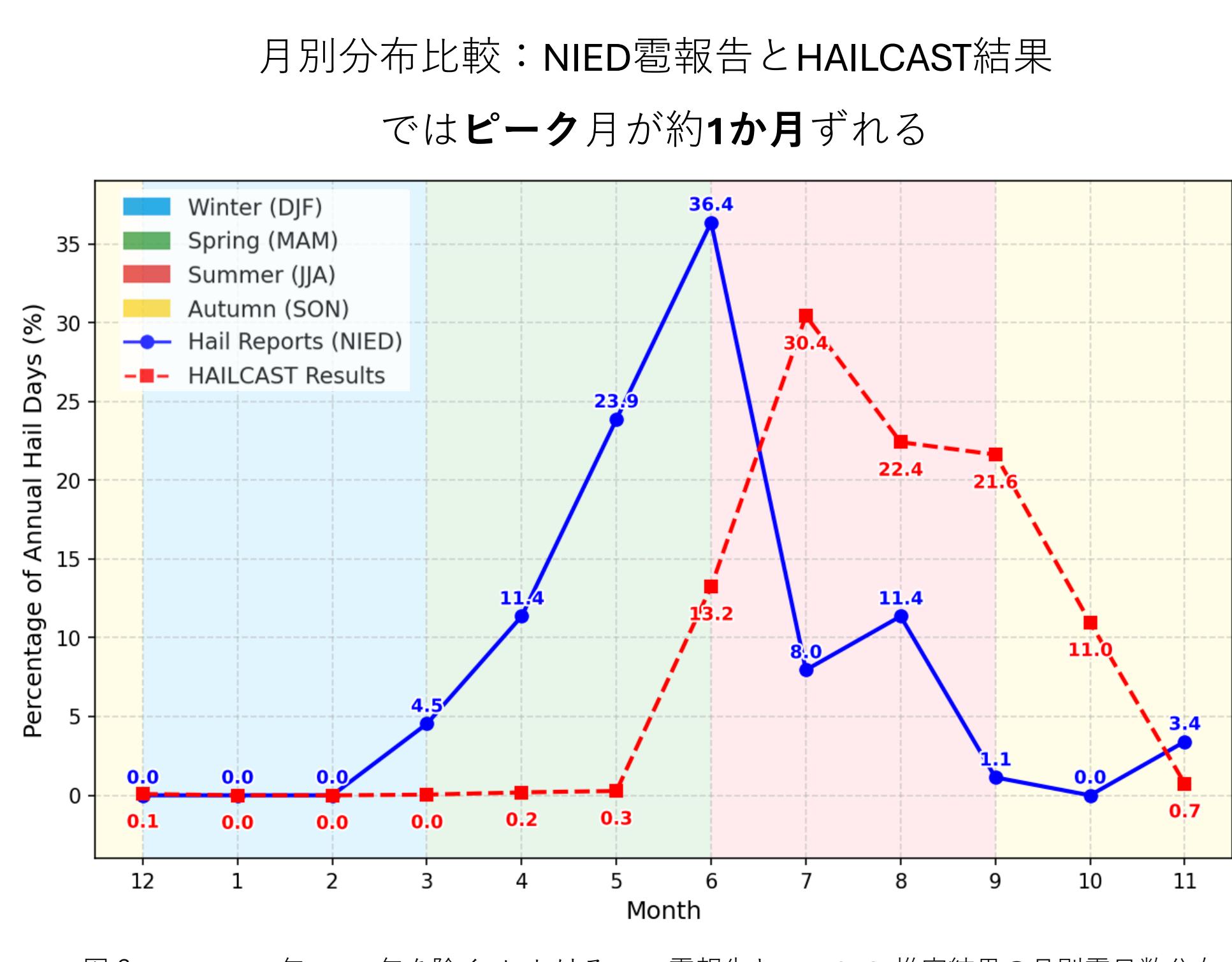
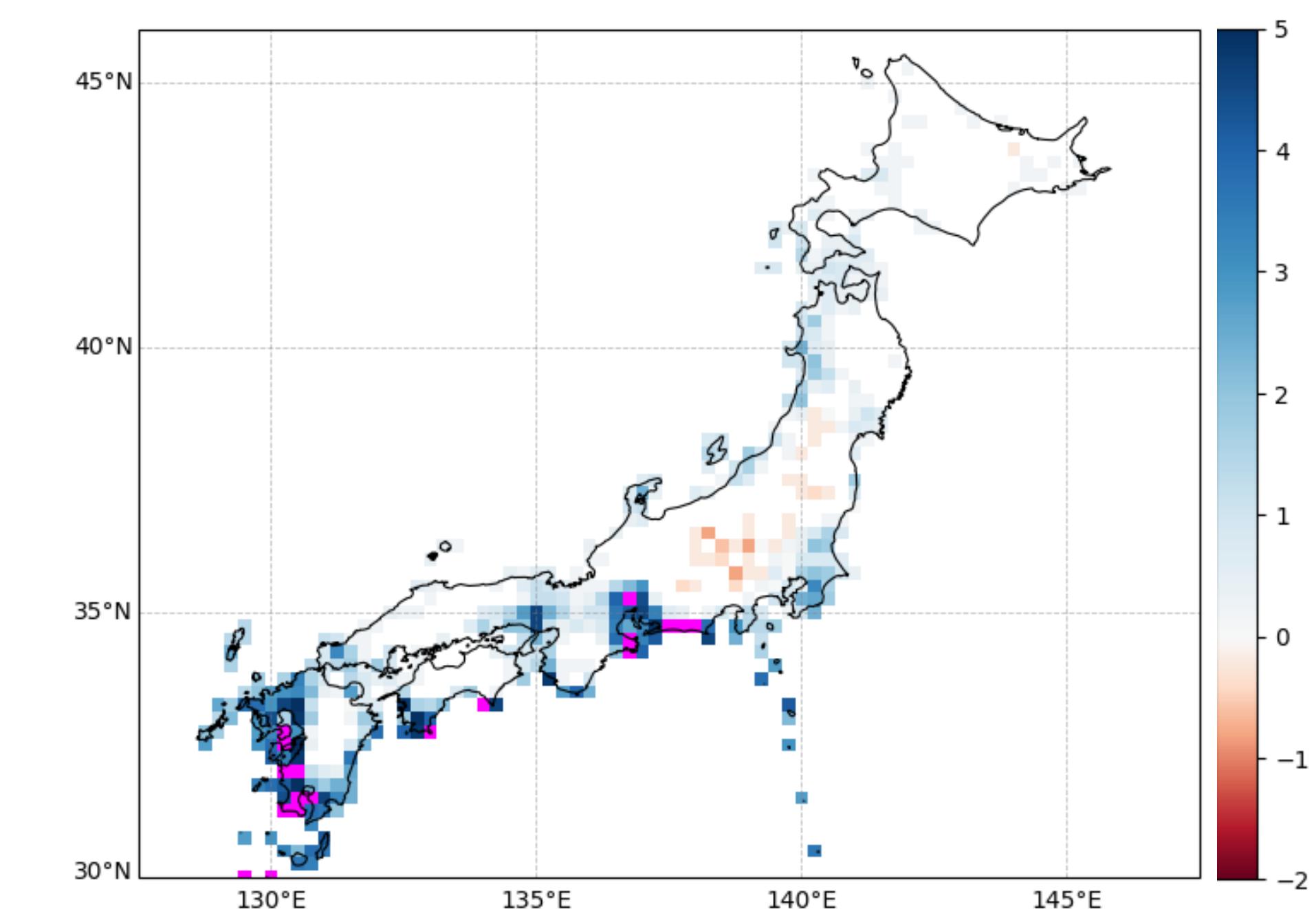


図6. 2019-2024年(2021年を除く)におけるNIED雹報告とHAILCAST推定結果の月別雹日数分布(%)

空間分布比較：多くの地域で過大推定となる

一方、中部～関東北部の山地で過小推定



【考察】

- NIED雹報告との不一致は、報告側の性質とモデル側の特性の双方が影響し得る。
- ERA5 (0.25°)の空間解像度は、局地現象である雹の表現に制約となり得る。

【データ提供】

検証データとして、防災科学技術研究所(NIED)の「ひょう災害データベース」を利用した。

発表者：ZHANG HONGXIN

指導教員：大槻浩司

所属：筑波大学大学院システム情報工学研究群

メールアドレス：s2420908@u.tsukuba.ac.jp



筑波大学
University of Tsukuba

【今後の課題】

- 独立データ／手法を追加し、雹気候学推定の検証と較正を強化する。
- 主要パラメータおよび判定閾値の感度評価を行い、不確実性要因を整理する。