

# 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されている。(S&P Global, 2023; Guy Carpenter, 2024)

## 【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

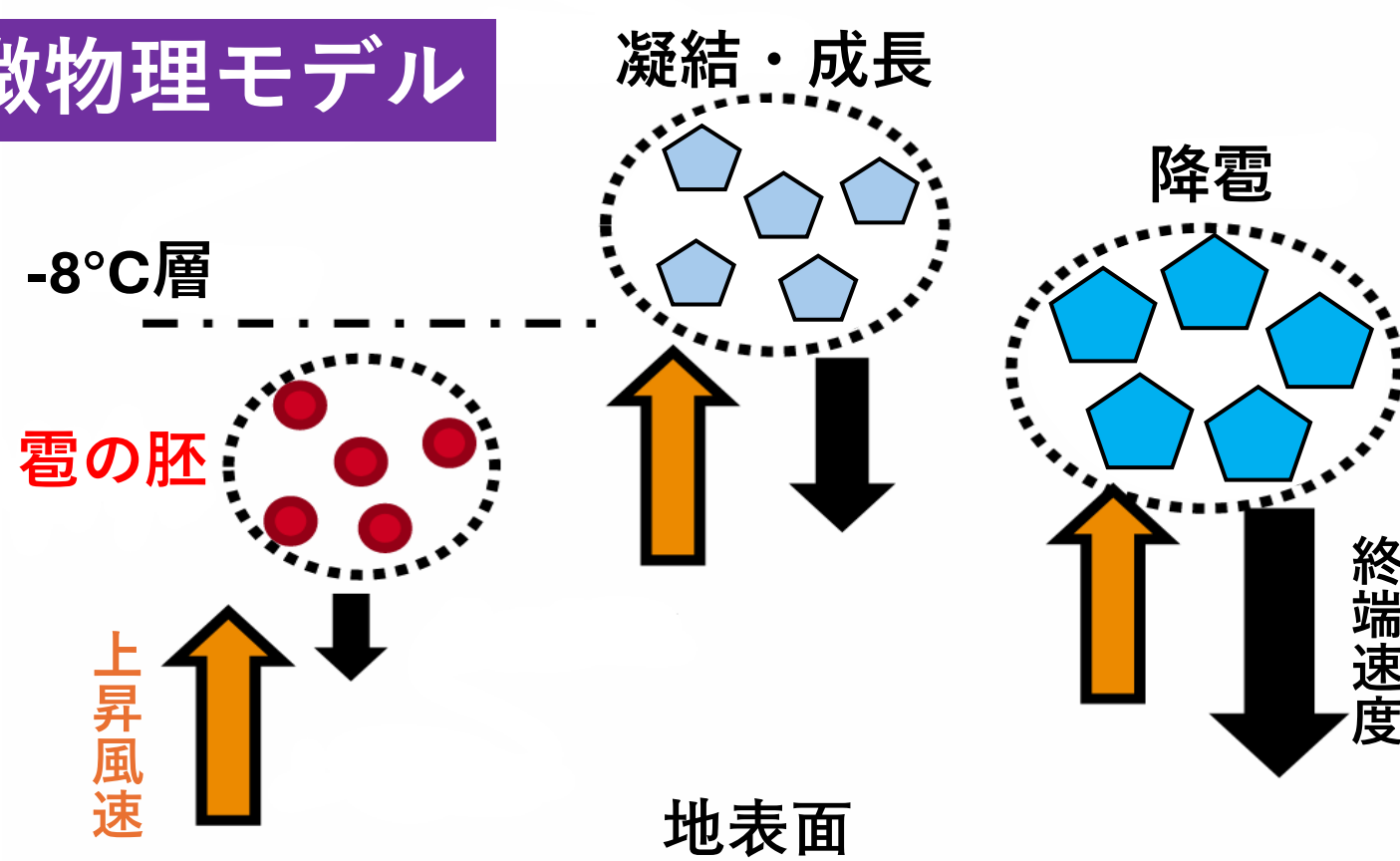
②  $wdur = \begin{cases} 20, & ESI \leq 1 \\ 20 + 15(ESI - 1), & 1 < ESI < 2 \\ 35 + 10(ESI - 2), & 2 \leq ESI < 3 \\ 45 + 7.5(ESI - 3), & 3 \leq ESI < 5 \\ 60, & ESI \geq 5 \end{cases}$

wdur:上昇流の持続時間

③  $\Delta W^2 = 2g \left[ \frac{\Delta T}{T} - (w_{s0} - w_s) \right] \Delta z, W = \sqrt{W^2}$

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

#### 微物理モデル



## 【研究結果】

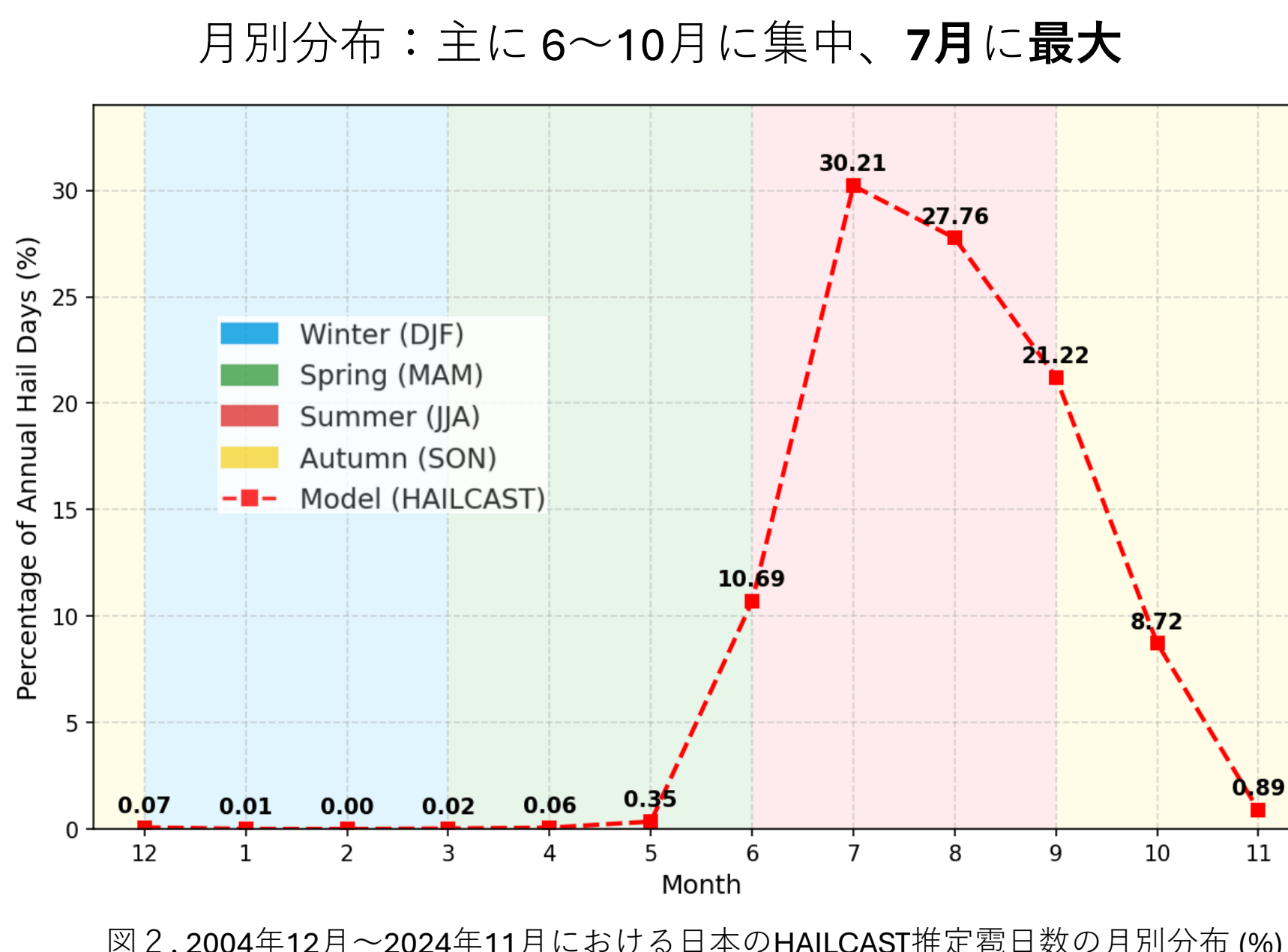


図2. 2004年12月～2024年11月における日本のHAILCAST推定雹日数の月別分布 (%)

季節分布：夏季（JJA）に卓越し、他季節では相対的に小さい

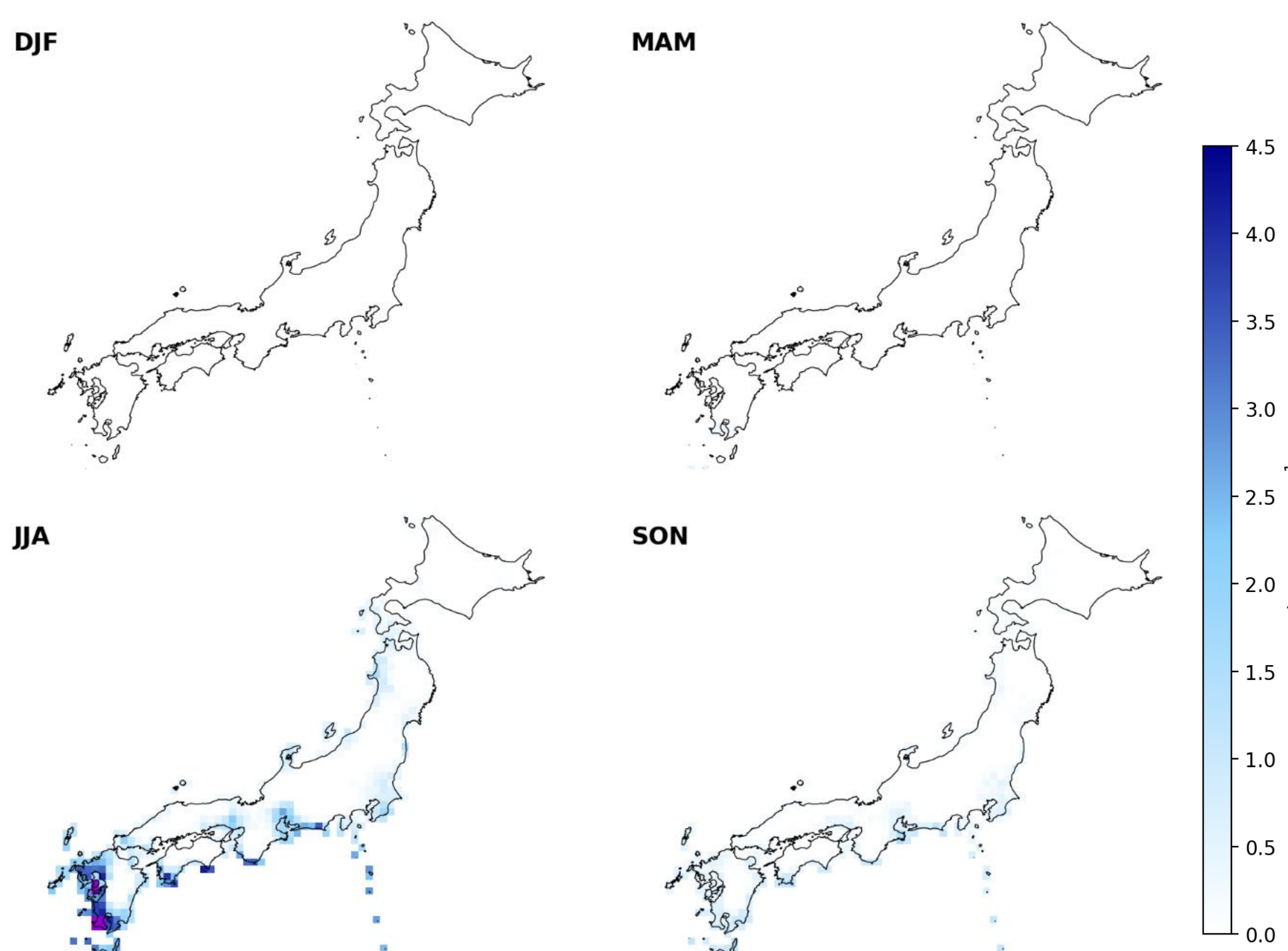


図4. 2004年12月～2024年11月における日本の季節平均雹日数: 冬(DJF)、春(MAM)、夏(JJA)、秋(SON) (days season<sup>-1</sup>)

## 【比較・検証】

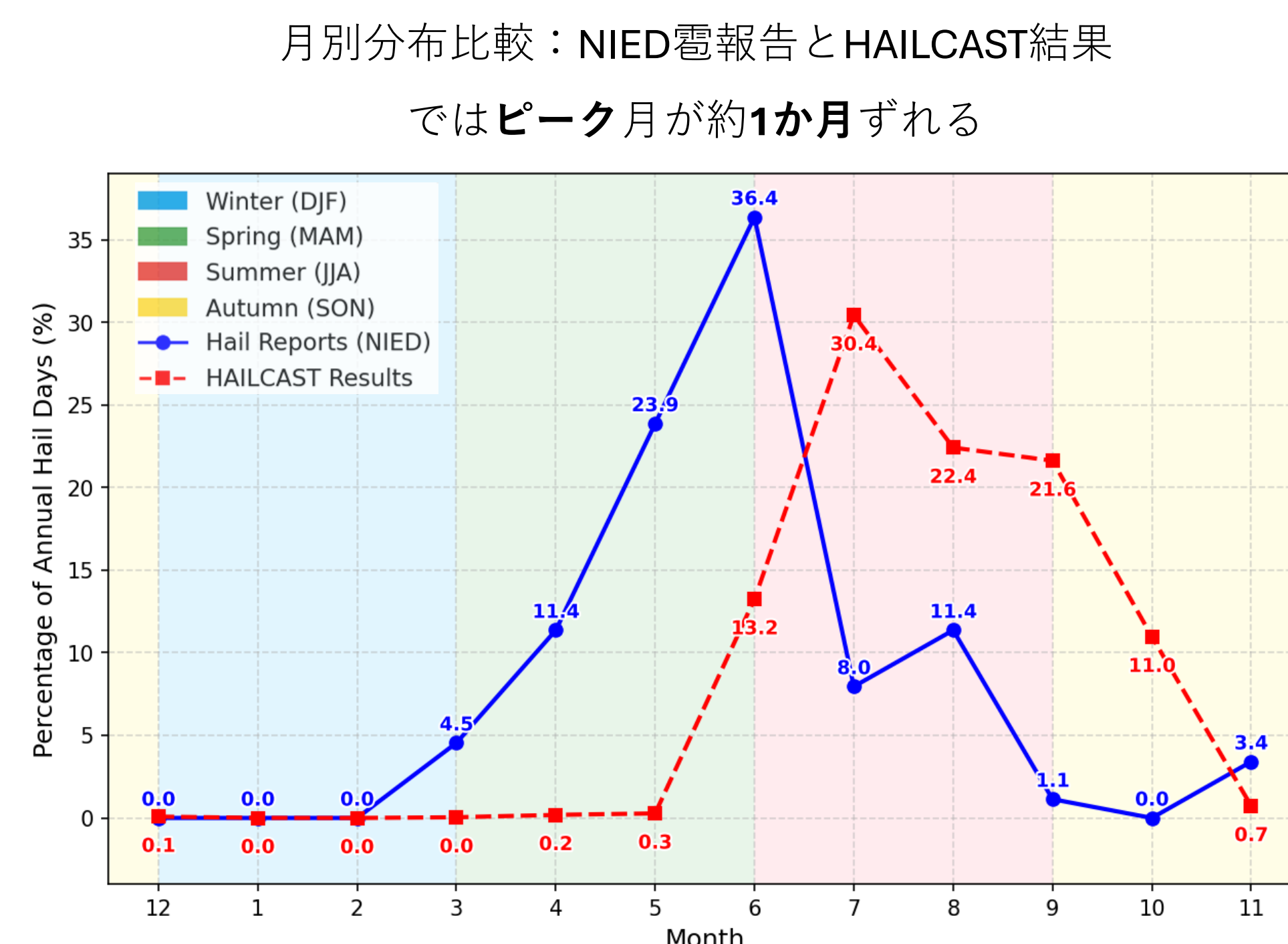


図6. 2019～2024年(2021年を除く)におけるNIED電報告とHAILCAST推定結果の月別雹日数分布 (%)

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

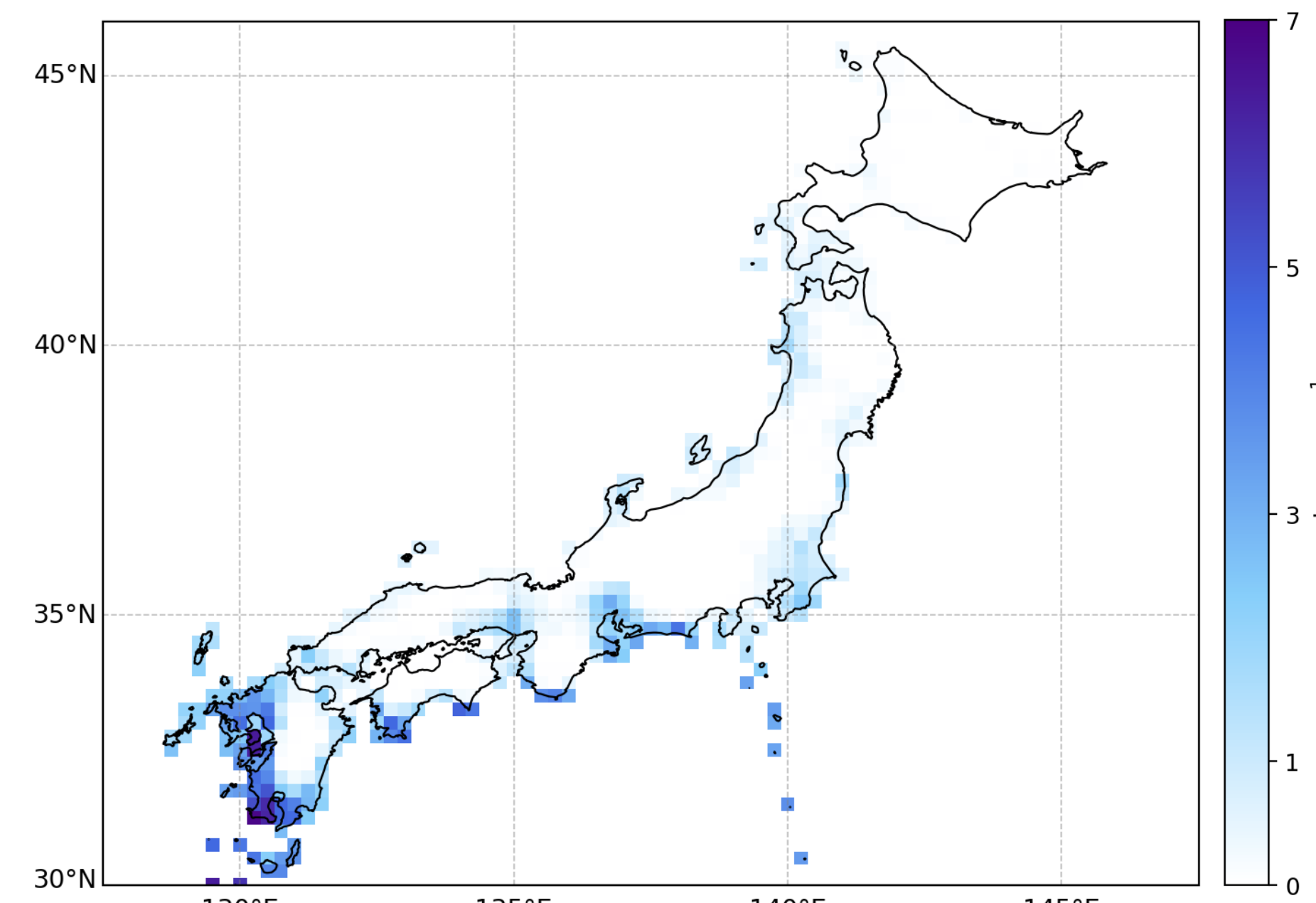


図3. 2004年12月～2024年11月における日本のHAILCAST推定雹頻度の空間分布 (days year<sup>-1</sup>)

長期変化：広域で増加傾向

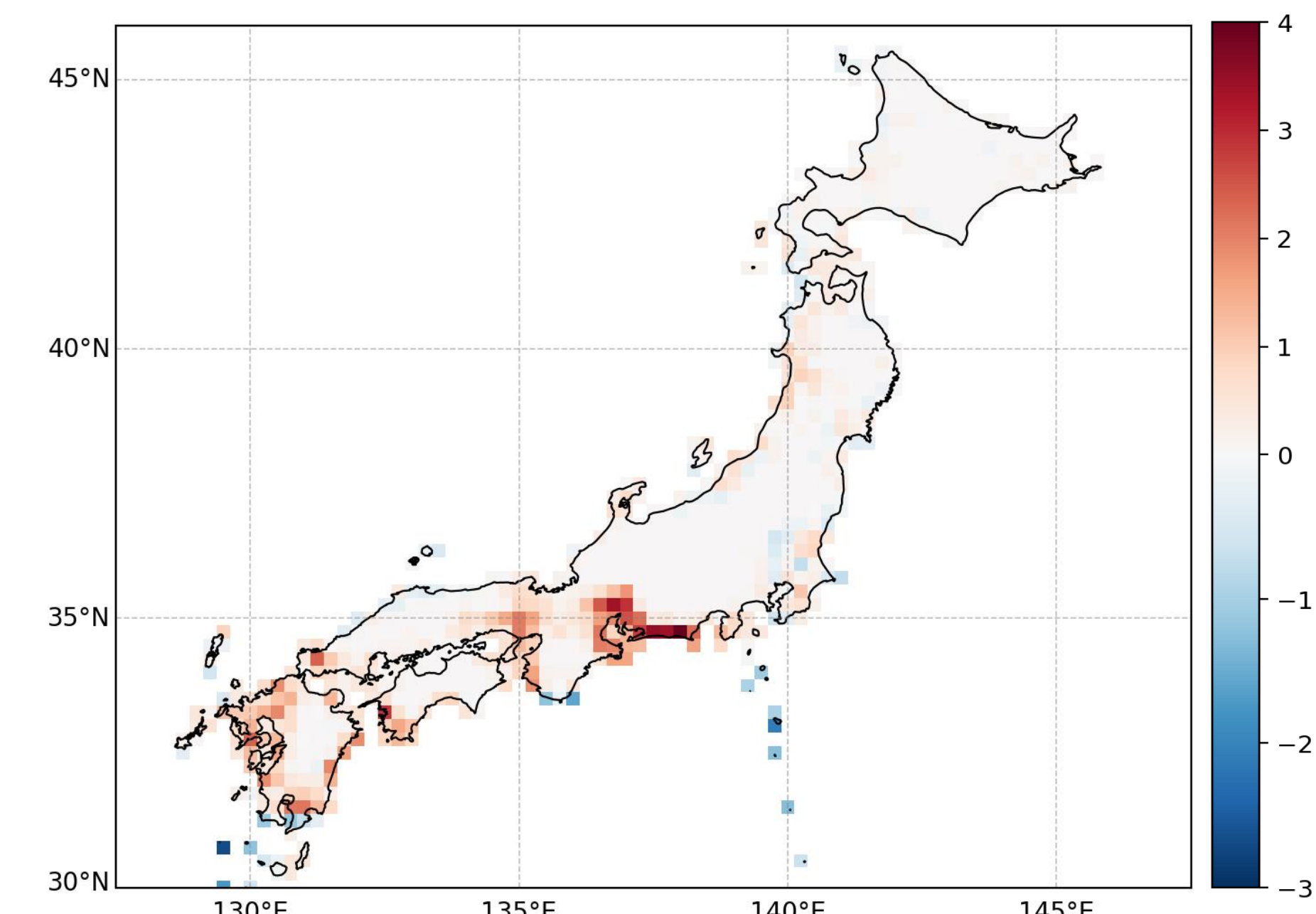


図5. 2004年12月～2024年11月における日本の年雹日数の線形トレンド (days decade<sup>-1</sup>)

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

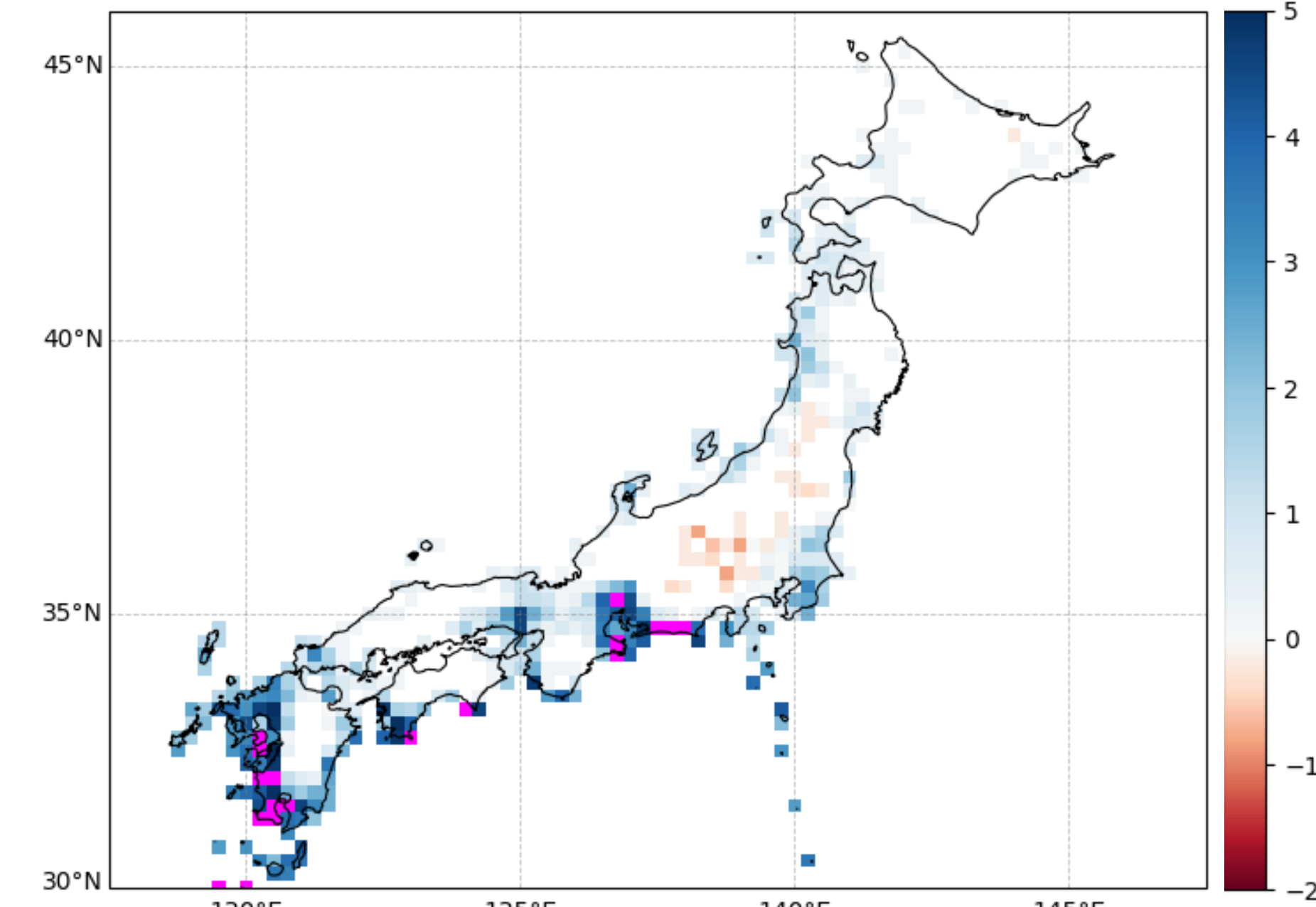


図7. 2019～2024年(2021年を除く)における日本の年雹日数バイアスの空間分布 (days year<sup>-1</sup>)

## 【考察】

- NIED電報告との不一致は、**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。

## 【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校正を強化する。
- 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。

## 【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：大楽浩司

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

