

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

積雪期の避難に影響を及ぼす極端・異常気象に
係る高・低気圧の同定と予測

研究代表者氏名 山崎 哲¹⁾

研究分担者氏名 本田 明治²⁾, 川瀬 宏明³⁾, 山根 省三⁴⁾, 吉田 聡⁵⁾, 小川 泰生⁵⁾

1) 海洋研究開発機構 2) 新潟大学 3) 気象庁気象研究所 4) 同志社大学 5) 京都大学

研究要旨

積雪期に起こる豪雪・大雨・暴風や数日程度以上続く低温などの極端・異常気象は、それ自体が災害の要因になるとともに、災害時の避難活動にも大きな影響をもたらす。そのため、大雪や大雨、暴風の定量的な予測や確率的な予測の知見を得ることは重要である。これまでの共同研究課題では、極端気象や異常気象の発生の背後に存在する寒冷渦やブロッキング高気圧などの高・低気圧を気象・気候データから抽出する方法を開発してきた。今回の共同研究では、(i) これまでに開発した抽出手法を、大気・海洋モデルや観測ベースの気象・気候データに適用し、積雪期の避難を阻害するような高・低気圧の再現・予測可能性を評価する、(ii) 高・低気圧やそれらがどのように極端気象や異常気象を発現させるかの素過程を調査する、(iii) 気象・気候データで同定（検出）方法が確立していない高・低気圧についての検出手法を新たに開発する。

A. 研究目的

冬季（積雪期）に起こる豪雪・大雨・暴風（極端気象）や数日程度以上続く低温など（異常気象）は、災害の発生や災害時の避難活動に大きな影響をもたらす。このような極端気象による降水量・風速の定量的な予測や、異常気象発生の確率的な予測の知見を得ることは重要である。

これまで我々の研究課題では、日本海側での極端気象や異常気象の発生の背後に、ブロッキング高気圧、寒冷渦（上空切離低気圧）、爆弾（温帯）低気圧などの様々な高・低気圧が関与していることを見出し、様々な高低気圧を過去のデータから同定する方法を開発してきた。一般にこれらの高・低気圧は数日～数週間の予測

のリードタイムを持っており、これらのリードタイムを災害時の避難活動に役立てることが期待できる。また、高・低気圧の出現する時期や場所によってそのリードタイム（予測可能性）が異なることも考えられ、その知見を得ることも科学的な意義がある。

さらに、これまで天気図で冬型の気圧配置として理解されていた「西高東低」を双対の高・低気圧として捉えることで、西高東低の出現をより客観・定量的に定義することが期待される。こういった、

- 日本での極端気象や異常気象と関係する高・低気圧の出現を新たに同定すること、
- それらの高低気圧の発生について、予測可能性に関係するメカニズムを調査すること、

を本研究の目的とする。

B. 研究方法

(1) 日本海側地域での豪雪・多降水・寒波に関与する，北部太平洋域でのブロッキング現象の予測可能性について調査を行う．全球大気循環モデル AFES を使ってブロッキングの過去（気候）再現実験や季節予測可能性実験を行う．

(2) 急発達する温帯低気圧（爆弾低気圧）の初期環境場の統計解析を行う．温帯低気圧の発生初期の環境場と，その後の強度との関係を調べることで，温帯低気圧急発達の初期循環場の特徴を見出す．

(3) 全球大気再解析データ JRA-55 と JRA-3Q（解像度はおよそ 50 km）を解像度 5 km にダウンスケーリングしたデータを元に、大雪をもたらす JPCZ（日本海寒帯気団収束帯）の同定，温暖化等に伴う長期変化，及び循環場との関連などを調査する．

(4) 全球大気再解析の海面気圧データから西高東低の冬型の気圧配置，すなわち，対の高・低気圧の出現を判断するとともにその強度を指標化する．冬型気圧配置の出現・強度と日本海側地域の降雪との関係を調べる．各冬における冬型気圧配置の出現率や強度分布とエルニーニョ監視指数や極東東西指数の関係を調べることで，極端気象の予測可能性を明らかにしてゆく．

C. 研究結果

(1) 北部太平洋域において，ブロッキング高気圧の検出手法を用いて東シベリア域のブロッキングを同定した．東シベリアブロッキングは新潟での里雪・山雪や，JPCZ の発生に関与する（Yamazaki et al. 2019, 2024）．この東シベリアのブロッキングについて，海洋状態だけを日変化する観測的データで拘束した 40 年分の冬季

（12～2 月）気候再現実験を AFES で行った．2 つの対流スキームを使って，水平解像度を 200 km ～25 km まで変えて実験を行った．

結果，東シベリアブロッキングの 40 年平均の頻度は水平解像度 100 km くらいで再現が可能であることがわかった．また，頻度の年々変動の冬季季節予測可能性は，今回の AFES 実験ではほぼないことがわかった．

(2) 日本付近で急発達する温帯低気圧を，低気圧のトラッキング手法を使って，弱発達低気圧・中急発達低気圧・強急発達低気圧に分別して同定した．

これらの低気圧の気圧が低下する（発達し始める）前の環境場を調べる．弱発達と中急発達低気圧の比較から，東シナ海での南からの湿潤大気の流入が発達に関与していた．さらに，中急発達と強急発達低気圧の比較で，シベリアから朝鮮半島の北西を通る南向きの寒気流出が低気圧の発達強度を大きくすることがわかった．

(3) 先行研究（Shinoda et al. 2021）の JPCZ 検出手法を使って，1958～2021 年での JPCZ を 289 事例同定した．

JPCZ は，1958～1985 年，2009～2021 年に発生が多く，1990～2000 年代は少なくなっていた．JPCZ 発生の多かった，2009 年以降と 1958～1971 年の JPCZ の合成解析を行うと，降雪・降雨パターン，JPCZ の位置に違いがあることがわかった．

(4) 冬型の気圧配置と呼ばれる「西高東低」を JRA-3Q 再解析の地上気圧データから同定した．

過去 70 年程度の及ぶ統計から，西高東低の発生頻度にトレンドが見られないこと，最近の北陸地域での豪雪イベントと発生に対応が見られた．また，年々変動として上空のトラフの強度と強い相関があり，熱帯の海洋変動指数と有意な相関が見出された．

D. 考察

(1) 冬季の東シベリアブロッキングの発生・維持メカニズムはあまり調べられていない．こ

のブロッキングの季節予測可能性のなさが、AFES でこのメカニズムに関係する素過程の再現性が低いいためか、大気大循環モデルに普遍的なものか、更なる調査が必要である。

(2) 日本付近の急発達低気圧の初期場の違いが見出されたことから、低気圧の発達強度についての週間～季節予測可能性が存在する可能性が発見された。現在、低気圧の季節予測可能性について、気候モデルの出力結果を使って調査を進めている。

(3) JPCZ を同定することに成功し、60 年以上にわたる統計調査が可能となった。発生頻度について数十年規模の変動があることが明らかとなり、海氷の影響を含む大気・海洋変動と関係があることが示された。時間スケールの長い自然変動との関連性を示唆しており、短期～数十年規模予測の実現可能性が見出された。

(4) 「西高東低」検出手法を開発した。特定の大循環変動の指標との有意な相関から、西高東低発生頻度の年々変動を季節予測できる可能性を見出した。

E. 結論

本共同研究で開発されてきた高・低気圧の検出手法を用いて、あるいは新たに開発し、積雪期の極端・異常気象に関係する複数の高・低気圧現象を同定した。数十年に及ぶ大気解析・シミュレーションデータに手法を適用し、高・低気圧の気候・数十年・季節予測可能性につながる知見を数多く得ることができた。

今後この研究を基盤にして、極端現象や異常気象の発生について直接的に予測可能性を評価する研究、モデルやデータ同化システムの予測精度向上につながる知見の獲得が期待される。

F. 研究発表

1. 論文発表

吉田聡, 竹村和人, 山崎哲, 中村尚, 釜江陽一, 岡島悟, 2025: 総観規模現象, 日本の気象

学の現状と展望 2024 (1.4 節), 日本気象学会第 42 期学術委員会, 天気, 72(1), 27-90.

Kawase H., Watanabe, S. I., Nakaegawa, T., and Imada, Y., 2024, Heavy snowfall has already been enhanced by anthropogenic global warming in Japan, SOLA, 20, 167-176.

2. 学会発表

山崎哲, 馬場雄也, 山本絢子, Patrick Martineau, 野中正見: 太平洋付近ブロッキングの複数水平解像度 AMIP 型再現実験, 日本気象学会 2024 年度秋季大会, エポカルつくば, 茨城県つくば市, 2024 年 11 月 12 日.

山崎哲, 馬場雄也, 山本絢子, Patrick Martineau, 野中正見: Simulated climatologies of Northern Hemisphere blocking, 第 6 回高低気圧ワークショップ, 神戸大学, 兵庫県神戸市, 2025 年 2 月 6 日.

Kawase H., Shunichi I. Watanabe, Yukiko Imada, Evaluation of historical global warming on Japan's heavy snowfall in 2021/22 using high-resolution large ensemble experiments, The 4th Asian Conference on Meteorology (ACM) 2024, Tsukuba, Japan, November 2024.

Kawase, H., S. Fukui, M. Nosaka, S. I. Watanabe, and A. Yamazaki: Historical regional climate changes in Japan in winter by 5-km dynamical downscalings from the reanalysis data, 6th WCRP International Conference on Reanalysis, Tokyo, November 2024.

川瀬宏明, 野坂真也, 渡邊俊一, 村田昭彦, 仲江川敏之: 全国 5km メッシュアンサンブル気候予測データを用いた日本の極端降雪の将来変化予測, 2024 年度日本気象学会秋季大会, つくば市, 2024 年 11 月.

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

新潟大学寒冷渦マップサイトに、日本域に
到来する発達した寒冷渦を表示する「顕著な低
気 圧 性 擾 乱 」 を 追 加 し た :

<https://naos.env.sc.niigata->

[u.ac.jp/~coluser/?display=area&lang=jp](https://naos.env.sc.niigata-u.ac.jp/~coluser/?display=area&lang=jp)

大気大循環モデル AFES (Atmospheric
general circulation model for the Earth
Simulator) の 公 開

(https://gitlab.com/aosg_public/afes)