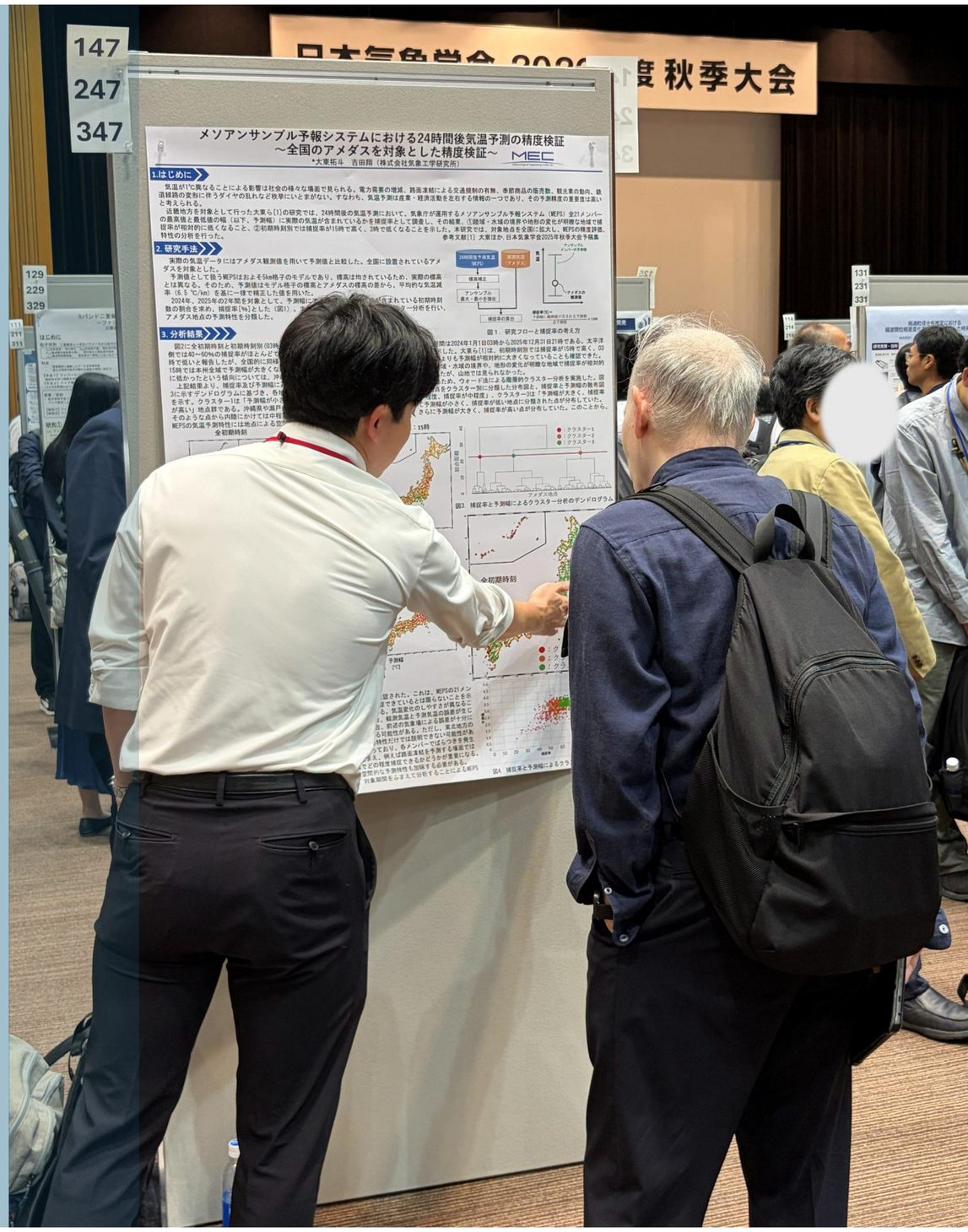
# メソアンサンブル予報システムにおける24時間後気温予測の精度検証
## ～全国のアメダスを対象とした検証～



# メソアンサンブル予報システムにおける24時間後気温予測の精度検証
## ～全国のアメダスを対象とした精度検証～

*大東拓斗　吉田翔（株式会社気象工学研究所）

Meteorological Engineering Center, Inc.

## 1.はじめに

気温が1℃異なることによる影響は社会の様々な場面で見られる。電力需要の増減、路面凍結による交通規制の有無、季節商品の販売数、観光業の動向、鉄道線路の変形に伴うダイヤの乱れなど枚挙にいとまがない。すなわち、気温予測は産業・経済活動を左右する情報の一つであり、その予測精度の重要度は高いと考えられる。

近畿地方を対象として行った大東ら[1]の研究では、24時間後の気温予測において、気象庁が運用するメソアンサンブル予報システム（MEPS）全21メンバーの最高値と最低値の幅（以下、予測幅）に実際の気温が含まれているかを捕捉率として調査し、その結果、①陸域・水域の境界や地形の変化が明瞭な地域で捕捉率が相対的に低くなること、②初期時刻別では捕捉率が15時で高く、3時で低くなることを示した。本研究では、対象地点を全国に拡大し、MEPSの精度評価、特性の分析を行った。

参考文献[1] 大東ほか, 日本気象学会2025年秋季大会予稿集

## 2. 研究手法

実際の気温データにはアメダス観測値を用いて予測値と比較した。全国に設置されているアメダスを対象とした。

予測値として扱うMEPSはおよそ5km格子のモデルであり、標高は均されているため、実際の標高とは異なる。そのため、予測値はモデル格子の標高とアメダスの標高の差から、平均的な気温減率（6.5 ℃/km）を基に一律で補正した値を用いた。

2024年、2025年の2年間を対象として、予測幅にアメダスでの観測気温が含まれている初期時刻数の割合を求め、捕捉率[%]とした（図1）。また、予測幅と捕捉率を基にクラスター分析を行い、アメダス地点の予測特性を分類した。

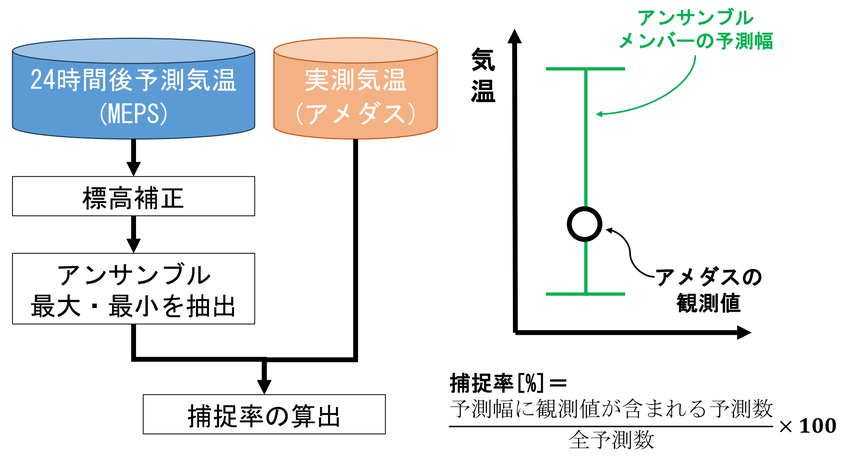



図１．研究フローと捕捉率の考え方

## 3. 分析結果

図2に全初期時刻と初期時刻別(03時、15時)の捕捉率と、予測幅の分布を示す。対象とした期間は2024年1月1日03時から2025年12月31日21時である。太平洋側では40～60%の捕捉率がほとんどであったが、東北地方や日本海側では60～80%の捕捉率を示した。大東ら[1]は、初期時刻別では捕捉率が15時で高く、03時で低いと報告したが、全国的に同様の傾向を示した。一方で、捕捉率が高い地点では低い地点よりも予測幅が相対的に大きくなっていることも確認できた。15時では本州全域で予測幅が大きくなっており、03時では予測幅が小さくなっていた。また、陸域・水域の境界や、地形の変化が明瞭な地域で捕捉率が相対的に低かったという傾向については、沖縄県や八丈島、屋久島といった離島で同様の結果が見られたが、山地では見られなかった。

上記結果より、捕捉率及び予測幅に基づき、アメダス地点におけるMEPSの予測特性を分類するため、ウォード法による階層的クラスター分析を実施した。図3に示すデンドログラムに基づき、各地点を3つのクラスターに分類した。図4に各アメダス地点をクラスター別に分類した分布図と、捕捉率と予測幅の散布図を示す。クラスター1は「予測幅が小さく、捕捉率が低い」、クラスター2は「予測幅が中程度、捕捉率が中程度」、クラスター3は「予測幅が大きく、捕捉率が高い」地点群である。沖縄県や瀬戸内海、九州の有明海等の入り組んだ海岸線に沿って予測幅が小さく、捕捉率が低い地点に分類された点が分布していた。そのような点から内陸にかけては中程度の予測幅、中程度の捕捉率の地点群が分布し、さらに予測幅が大きく、捕捉率が高い点が分布していた。このことから、MEPSの気温予測特性には地点による空間的な違いがあると示された。

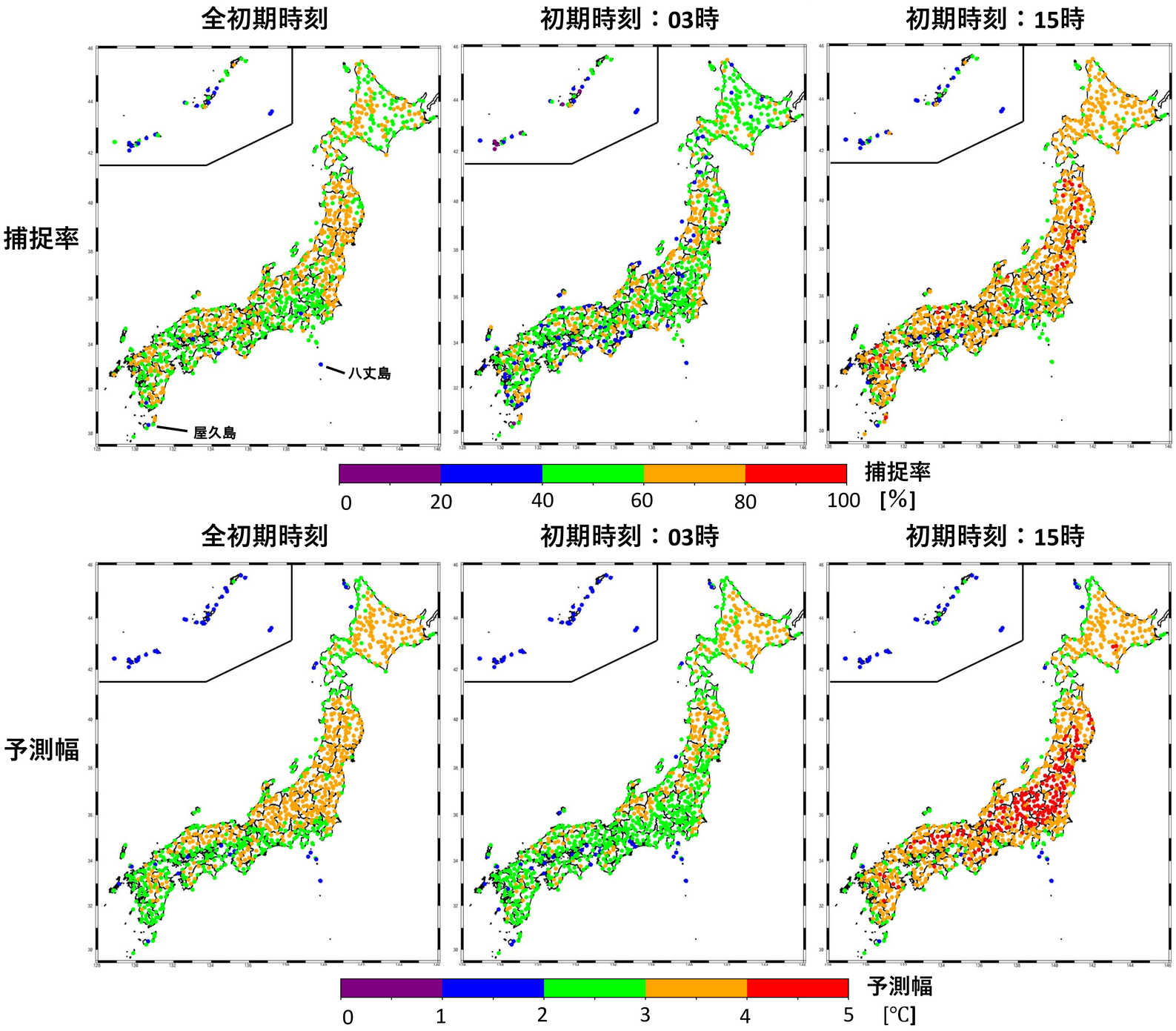



図2．24時間後の気温の捕捉率と予測幅

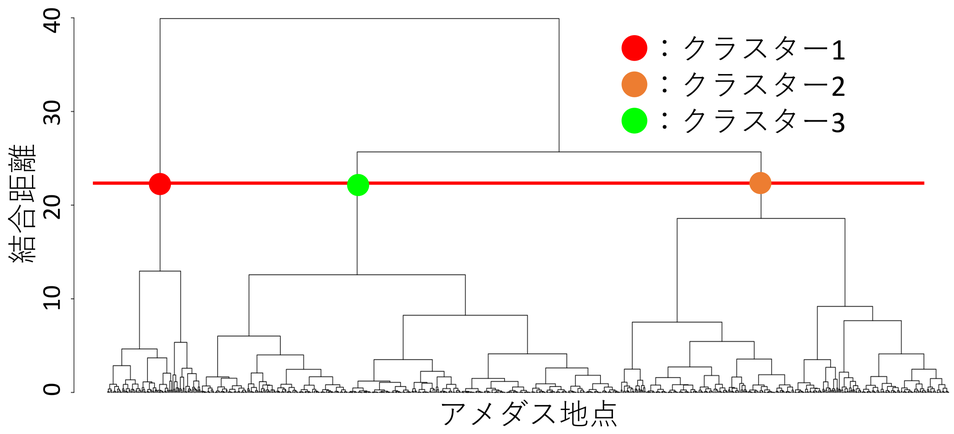
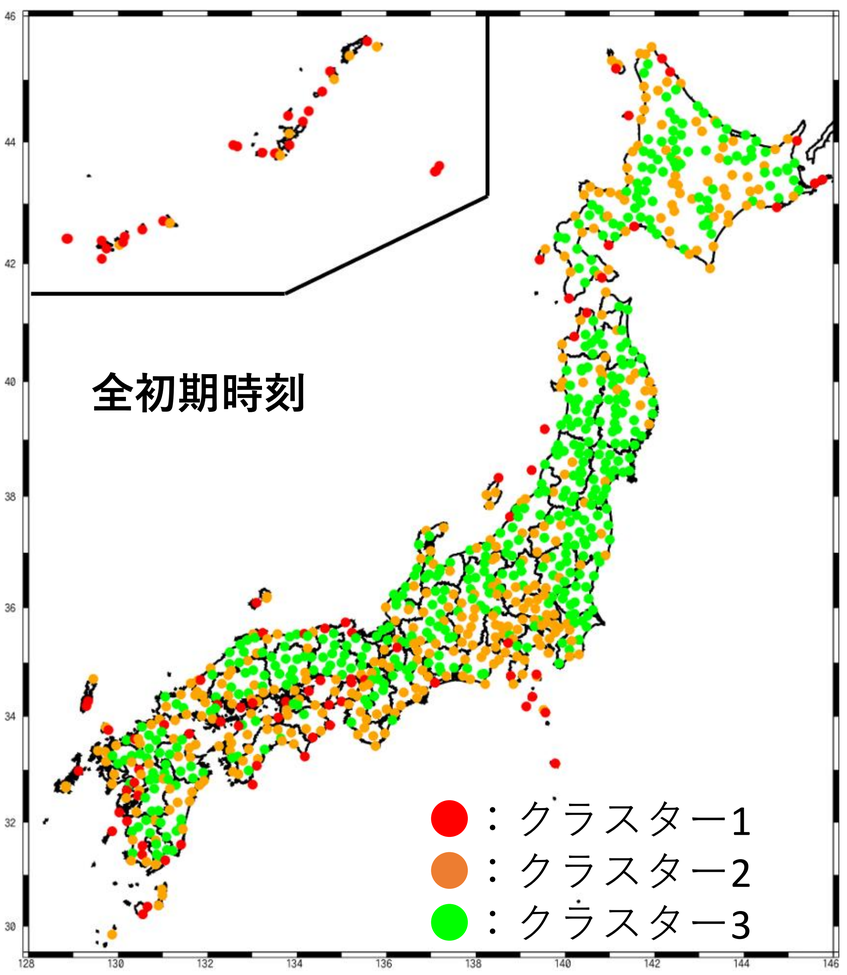



図3．捕捉率と予測幅によるクラスター分析のデンドログラム



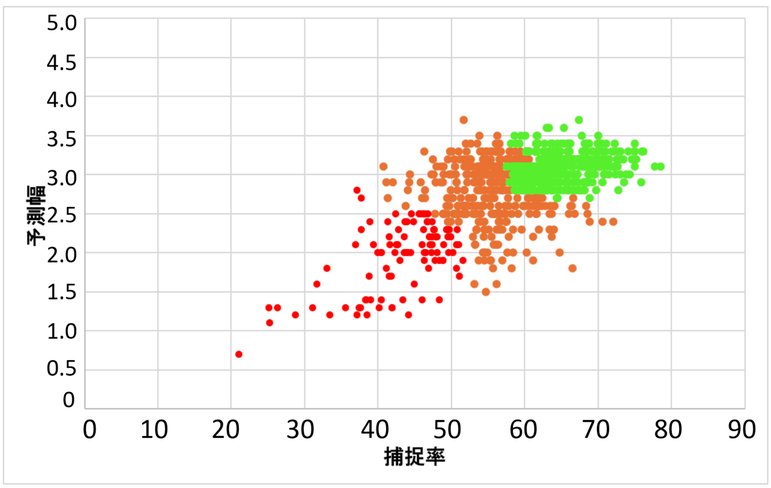




図4．捕捉率と予測幅によるクラスター分析

## 4. 考察と課題

本検討の結果より、予測幅が小さい一方で捕捉率が低い地点群が確認された。これは、MEPSの21メンバー間で予測気温が近い値に集中していても、必ずしも観測気温を捕捉できているとは限らないことを示している。この要因の一つとして、海陸の熱的特性の違いが考えられる。気温変化のしやすさが異なることなど、沿岸部特有の気象場をモデルが十分に再現できていない場合、観測気温と予測気温の誤差が生じる可能性がある。また、各メンバーが類似した予測を行っている場合、前述の気象場による誤差が十分に反映されないことで予測幅が小さいにもかかわらず捕捉率が低くなる可能性がある。ただし、東北地方の三陸海岸では同様の傾向が明瞭には確認されず、沿岸部に共通する特性だけでは説明できない可能性がある。一方、標高の変化が比較的明瞭な山地では予測幅は大きくなっており、各メンバーでばらつきを発生させる要素が含まれることが推測される。このような特性を踏まえ、例えば路面凍結を予測する場面では危険とされる閾値が予測幅に含まれるかどうか、その予測幅でどの程度捕捉できるかどうかが重要になる。利用目的に応じて予測情報の不確実性を考慮する際、上記の空間的な予測特性も加味する必要がある。

各アメダス地点の海岸からの距離や標高、風向き、時間、対象期間をふまえて分析することによるMEPSの空間的な予測特性の解明を今後の課題としたい。

# WBGTと
# 熱中症搬送者数の経年変化
## －EXPO2025大阪・関西万博が開催された近畿地方を対象とした解析－



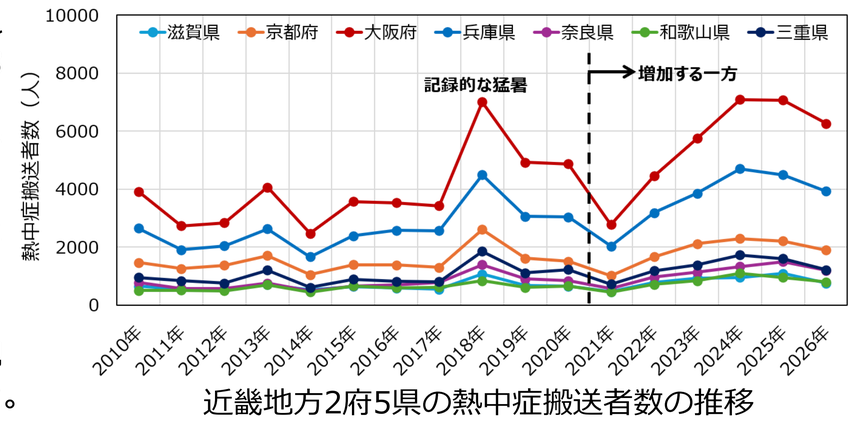
# WBGTと熱中症搬送者数の経年変化
# - EXPO2025 大阪・関西万博が開催された近畿地方を対象とした解析 -

*三浦悠，西原大貴，十文字瀬夏，高田望　株式会社気象工学研究所

## はじめに

- 近畿地方では、2025年4月から10月に2025年日本国際博覧会（EXPO2025 大阪・関西万博）が開催された。開催中、2025年7月29日に大阪アメダスで日最高気温38.7℃を観測した（140年を超える観測史上3番目に高い）。
- 近畿地方2府5県は2021年以降、熱中症搬送者数が増加する一方で、2024年・2025年は記録的な猛暑であった2018年に匹敵する搬送者数であった。
- 2026年は近年ほど暑くなく、搬送者数が昨年と比較して減少していた。体感的には暑くない夏であったが、それでも搬送者数が2010年代前半と比較して多い。

- 本研究では、近畿地方を代表する観光地でみられる暑さ指数（WBGT）の経年変化を分析した。また、地上気温と地上風に関して、LFMとアメダスを比較し、精度の確認とWBGT計算値に与える影響を分析した。



近畿地方2府5県の熱中症搬送者数の推移

## 近畿地方の暑さ指数（WBGT）

- 暑さ指数（湿球黒球温度：Wet Bulb Globe Temperature）は、熱中症を予防することを目的として1954年にアメリカで提案された。
- 人体と外気との熱のやりとり（熱収支）に着目した指標で、人体の熱収支に与える影響の大きい①湿度　②日射・輻射など周辺の熱環境　③気温の3つを取り入れた指標。単位は摂氏（℃）だが、気温とは異なることに注意。

日常生活に関する指針

| 暑さ指数（WBGT） | 注意すべき生活活動の目安 | 注意事項 |
|---|---|---|
| 危険（31以上） | すべての生活活動でおこる危険性 | 高齢者においては安静状態でも発生する危険性が大きい。外出はなるべく避け、涼しい室内に移動する。 |
| 厳重警戒（28以上31未満） | | 外出時は炎天下を避け、室内では室温の上昇に注意する。 |
| 警戒（25以上28未満） | 中等度以上の生活活動でおこる危険性 | 運動や激しい作業をする際は定期的に充分に休息を取り入れる。 |
| 注意（25未満） | 強い生活活動でおこる危険性 | 一般に危険性は少ないが激しい運動や重労働時には発生する危険性がある。 |

- 以下の計算式では湿球や黒球を計測している場所しか算出できない。

$$WBGT=0.7\times 湿球温度+0.2\times 黒球温度+0.1\times 乾球温度$$

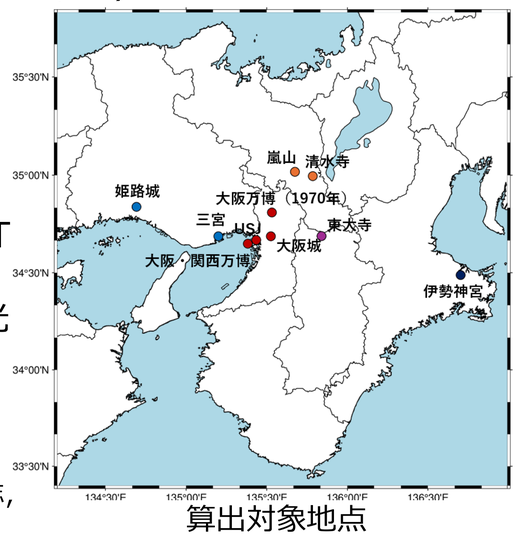
- 予測値を面的に計算するために、以下の式が用いられている。

$$WBGT=0.735\times Ta+0.0374\times RH+0.00292\times Ta\times RH+7.619\times SR-4.557\times SR^2-0.0572\times WS-4.064$$

（Ta：気温（℃）RH：相対湿度（%）SR：全天日射量（kW/m²）　WS：平均風速（m/s））

解析方法

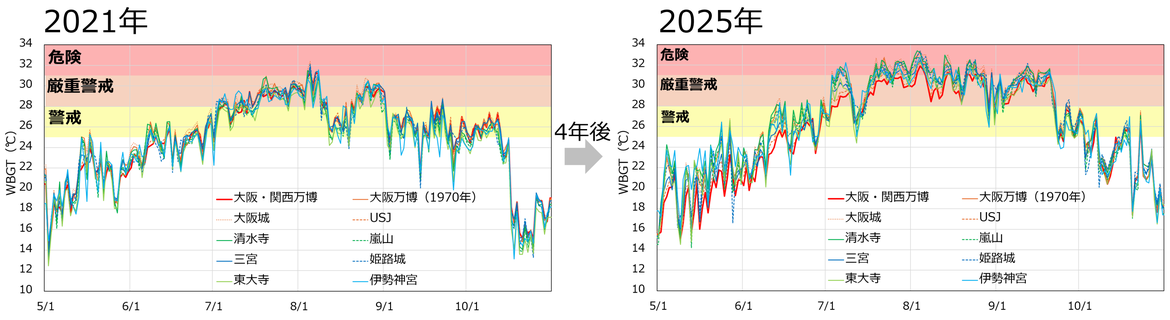
- 計算期間：2018年～2025年の5月1日～10月31日
  2026年5月1日～9月30日
- 使用したデータ：局地数値予報モデルGPV（LFM）
  気温、相対湿度、日射量、風速を使用
- 8時から18時の各時刻のWBGTから、日最高WBGTを算出した。
- 算出地点は、近畿地方を代表する訪問者の多い観光地から10箇所を選出した。



算出対象地点

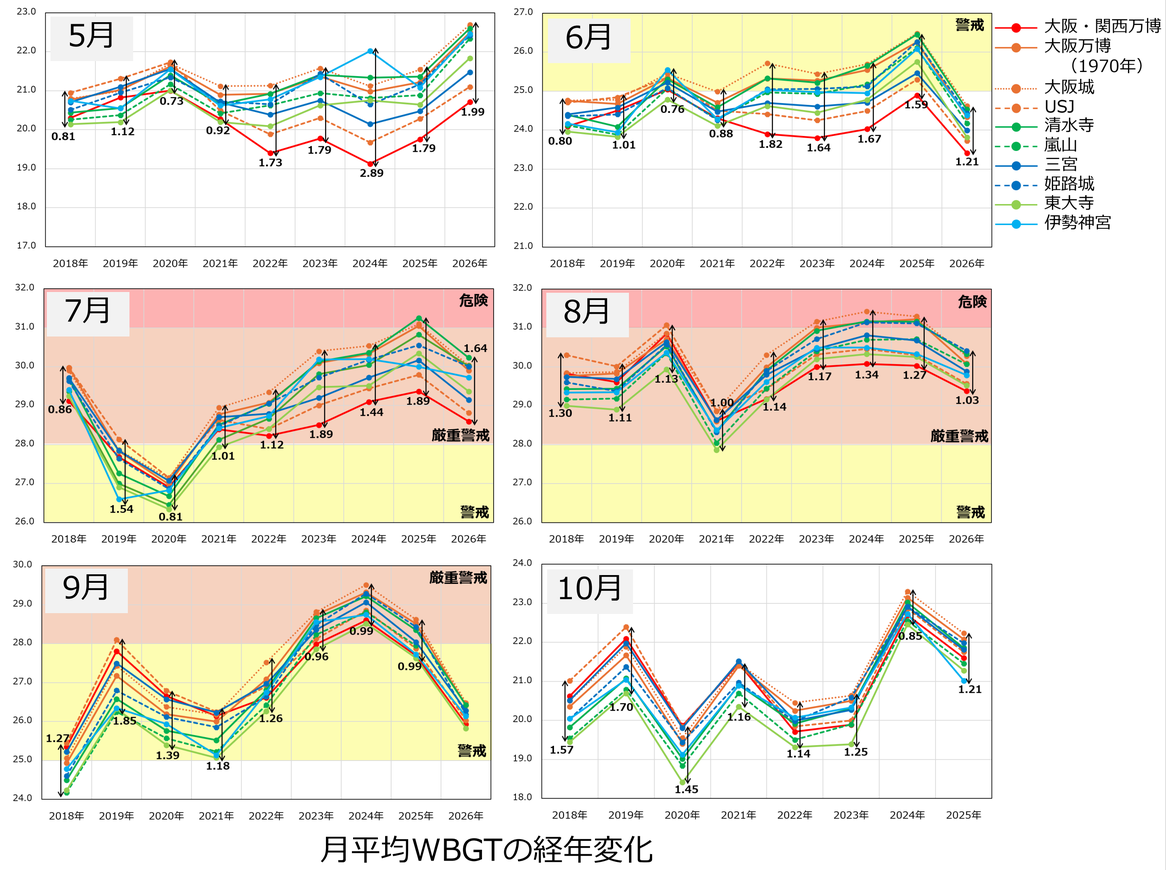
（参考）
環境省（https://www.wbgt.env.go.jp/wbgt.php）
小野雅司ら(2014)：通常観測気象要素を用いたWBGTの推定．日生気誌，50(4)，147-157.

- 2021年と2025年の日最高WBGTを比較すると、2021年に危険を超過した日数は2.3日（地点平均）であったが、2025年は28.2日で約12倍に増加した。2025年は残暑が厳しく、10月末にも警戒を超過していた。



2021年と2025年の日最高WBGT

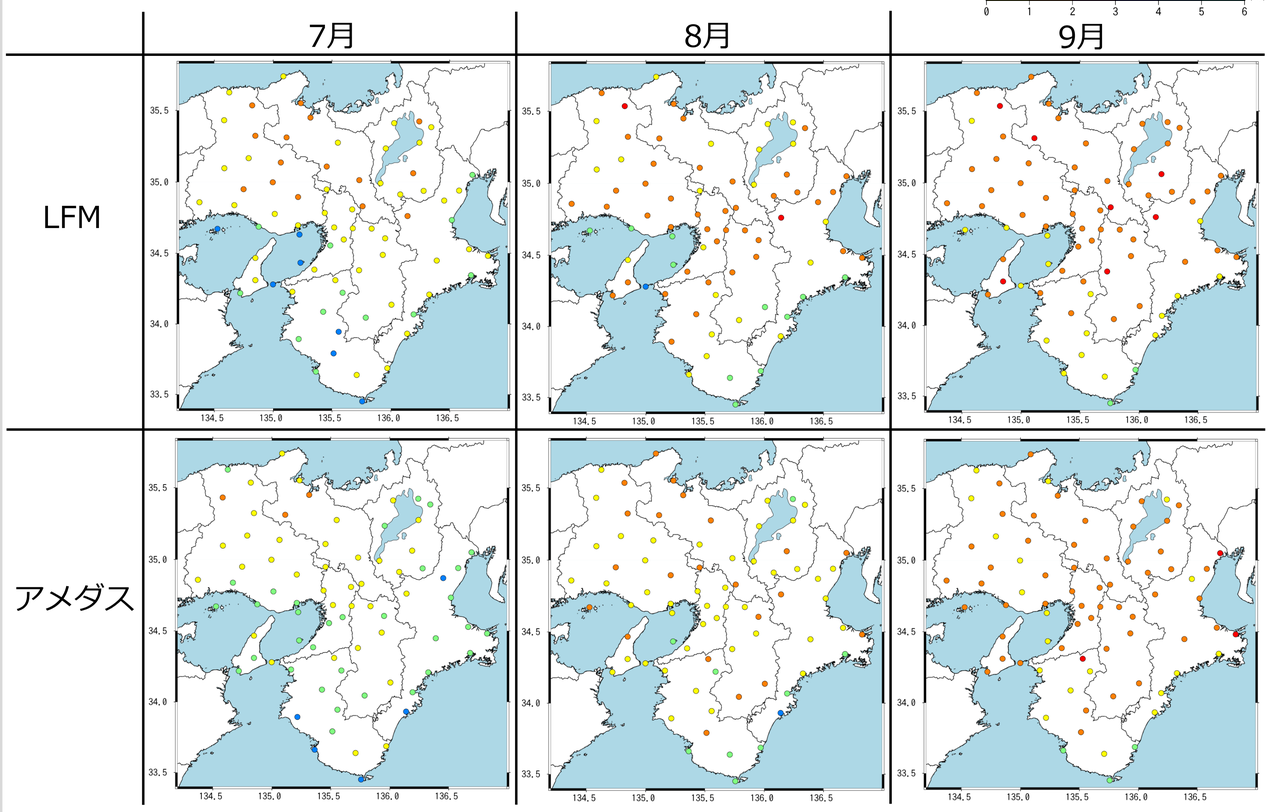
- 5月～7月は、2022年以降10地点のWBGTに幅が見られる。
- 9月は2023年～2025年で厳重警戒を超過。



月平均WBGTの経年変化

## 近畿地方の気温

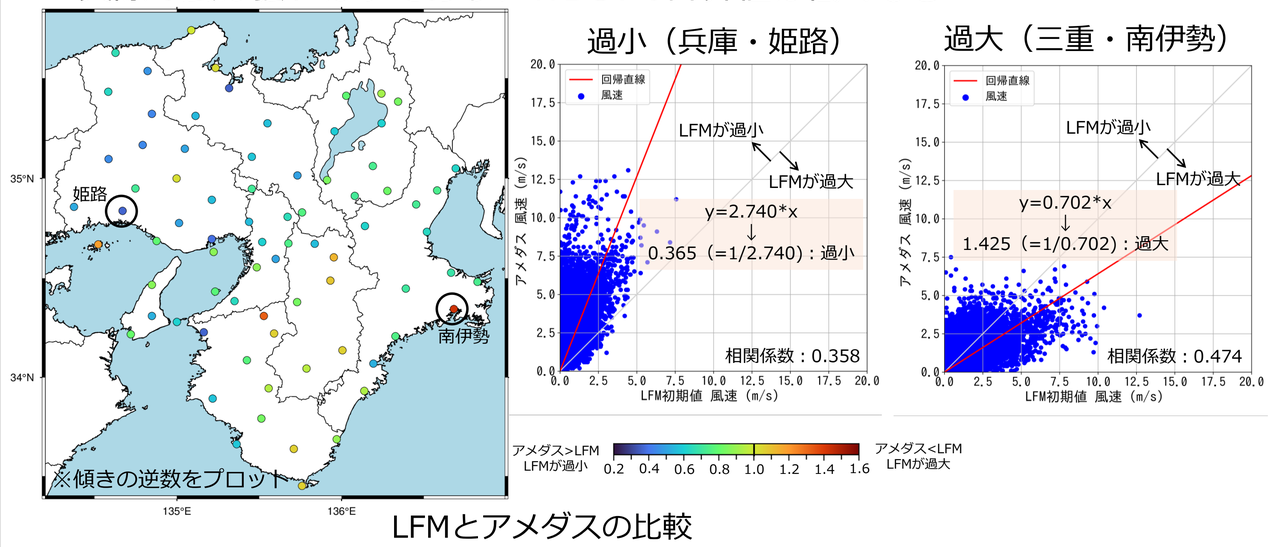
- 内陸：気温が高い→WBGTが高い　海岸：気温が低い→WBGTが低い
  ↓　LFMを精度確認
- 13時の月平均気温について、2021年～2025年の間の上昇値を確認すると、月平均気温の上昇値は夏（７～9月）に大きい。
  海岸付近のアメダス地点は、内陸よりも気温の上昇値が小さい傾向がある。
  ↓
  海岸よりも内陸のほうが、近年の気温の上昇値が高い



LFMとアメダスの気温の上昇値（対象年：2021年～2025年）

## 近畿地方の風

- 内陸：風が弱い→WBGTが高い　海岸：風が強い→WBGTが低い
  ↓　LFMを精度確認
- LFMとアメダスを比較した回帰式の傾きから、76地点中64地点でLFMが過小であった。特に神戸、姫路、舞鶴、和歌山で過小が目出つ。
  ↓
  実際の風は強いはずであり、WBGTの計算値は低くなる

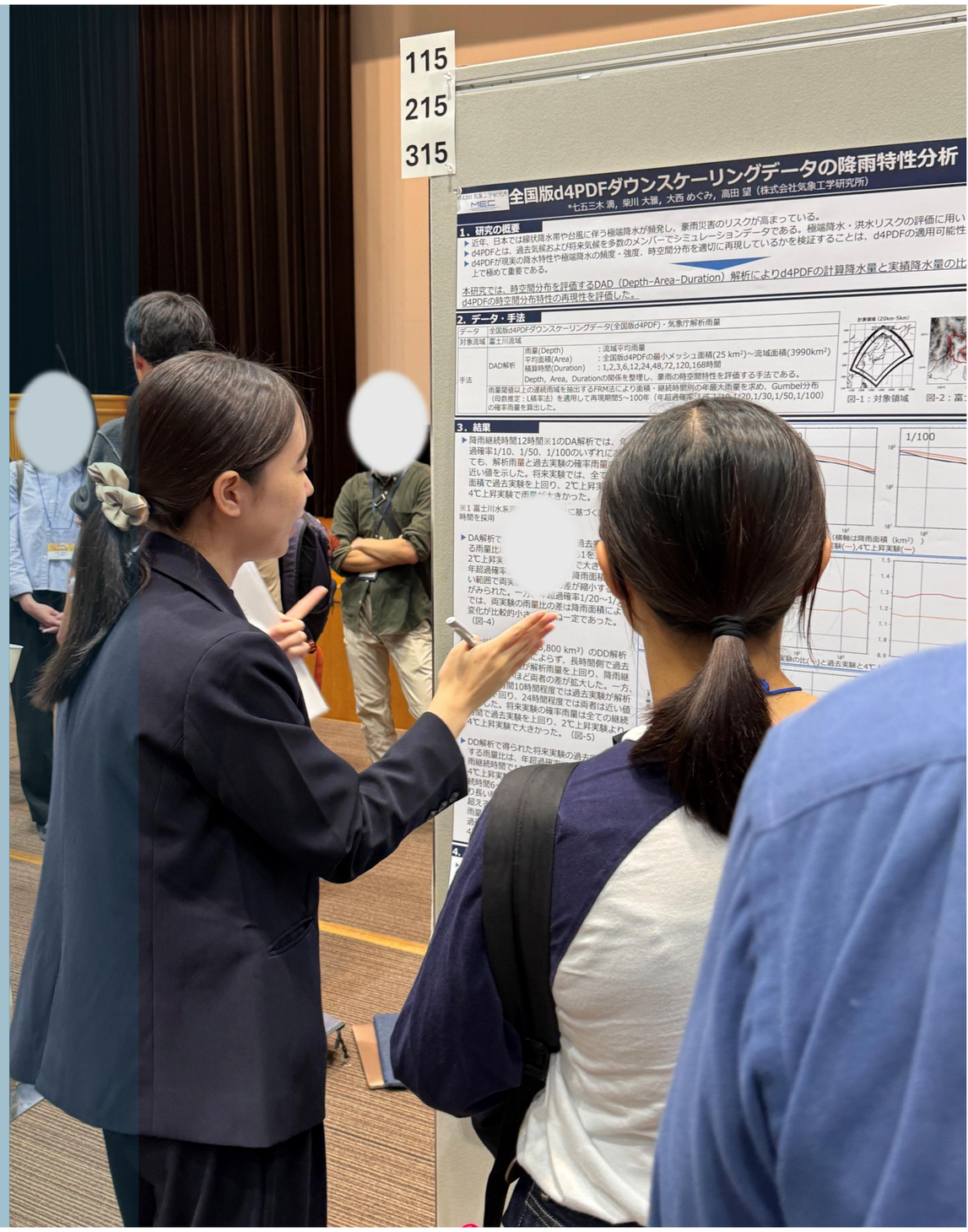


LFMとアメダスの比較

## まとめ

- 近畿地方では、熱中症の搬送者数が増加した2021年から、WBGTも上昇傾向にあった。2026年は近年に比べれば暑さが多少落ち着いた年であった。
- 気温や地上風について、LFMとアメダスを比較すると、内陸はLFMの気温で高温化がみられ、地上風は過小計算されていることがわかった。これらのことから、LFMから算出したWBGTは高く見積もられている可能性が示唆された。
- 2025年に大阪湾に位置する夢洲で開催された大阪・関西万博は、WBGTの観点から、近畿地方の中でも比較的適切な開催場所であったと考える。

# 全国版d4PDFダウンスケーリングデータの降雨特性分析



# 全国版d4PDFダウンスケーリングデータの降雨特性分析

*七五三木 滴，柴川 大雅，大西 めぐみ，高田 望（株式会社気象工学研究所）

## 1．研究の概要

- 近年、日本では線状降水帯や台風に伴う極端降水が頻発し、豪雨災害のリスクが高まっている。
- d4PDFとは、過去気候および将来気候を多数のメンバーでシミュレーションデータである。極端降水・洪水リスクの評価に用いられている。
- d4PDFが現実の降水特性や極端降水の頻度・強度、時空間分布を適切に再現しているかを検証することは、d4PDFの適用可能性を判断する上で極めて重要である。

本研究では、時空間分布を評価するDAD（Depth–Area–Duration）解析によりd4PDFの計算降水量と実績降水量の比較を行い、d4PDFの時空間分布特性の再現性を評価した。

## 2．データ・手法

| | | |
|---|---|---|
| データ | 全国版d4PDFダウンスケーリングデータ(全国版d4PDF)・気象庁解析雨量 | |
| 対象流域 | 富士川流域 | |
| 手法 | DAD解析 | 雨量(Depth)　：流域平均雨量<br>平均面積(Area)　：全国版d4PDFの最小メッシュ面積(25 km$^2$)～流域面積(3990km$^2$)<br>積算時間(Duration)　：1,2,3,6,12,24,48,72,120,168時間<br>Depth，Area，Durationの関係を整理し、豪雨の時空間特性を評価する手法である。 |
| | 雨量閾値以上の連続雨域を抽出するFRM法により面積・継続時間別の年最大雨量を求め、Gumbel分布（母数推定：L積率法）を適用して再現期間5～100年（年超過確率:1/5,1/10,1/20,1/30,1/50,1/100）の確率雨量を算出した。 | |

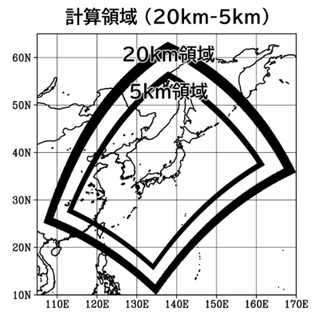



図-1：対象領域

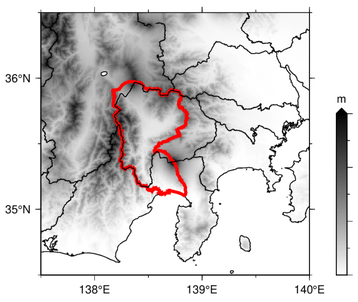



図-2：富士川流域

## 3．結果

- 降雨継続時間12時間※1のDA解析では、年超過確率1/10、1/50、1/100のいずれにおいても、解析雨量と過去実験の確率雨量は概ね近い値を示した。将来実験では、全ての降雨面積で過去実験を上回り、2℃上昇実験より4℃上昇実験で雨量が大きかった。（図-3）

※1 富士川水系河川整備基本方針に基づく降雨継続時間を採用

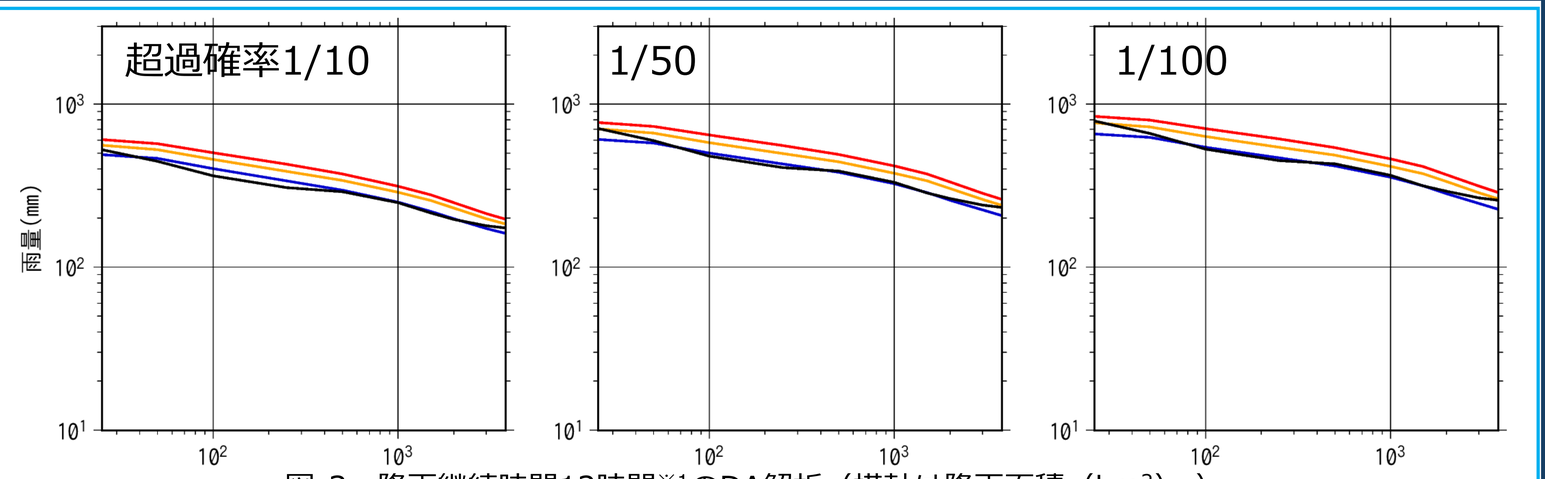



図-3：降雨継続時間12時間※1のDA解析（横軸は降雨面積（km$^2$）　）
解析雨量(ー),過去実験(ー) 2℃上昇実験(ー),4℃上昇実験(ー)

- DA解析で得られた将来実験の過去実験に対する雨量比は、いずれの条件でも1を上回り、2℃上昇実験より4℃上昇実験で大きかった。年超過確率1/5～1/10では、降雨面積が大きい範囲で両実験の雨量比の差が縮小する傾向がみられた。一方、年超過確率1/20～1/100では、両実験の雨量比の差は降雨面積による変化が比較的小さく、概ね一定であった。（図-4）

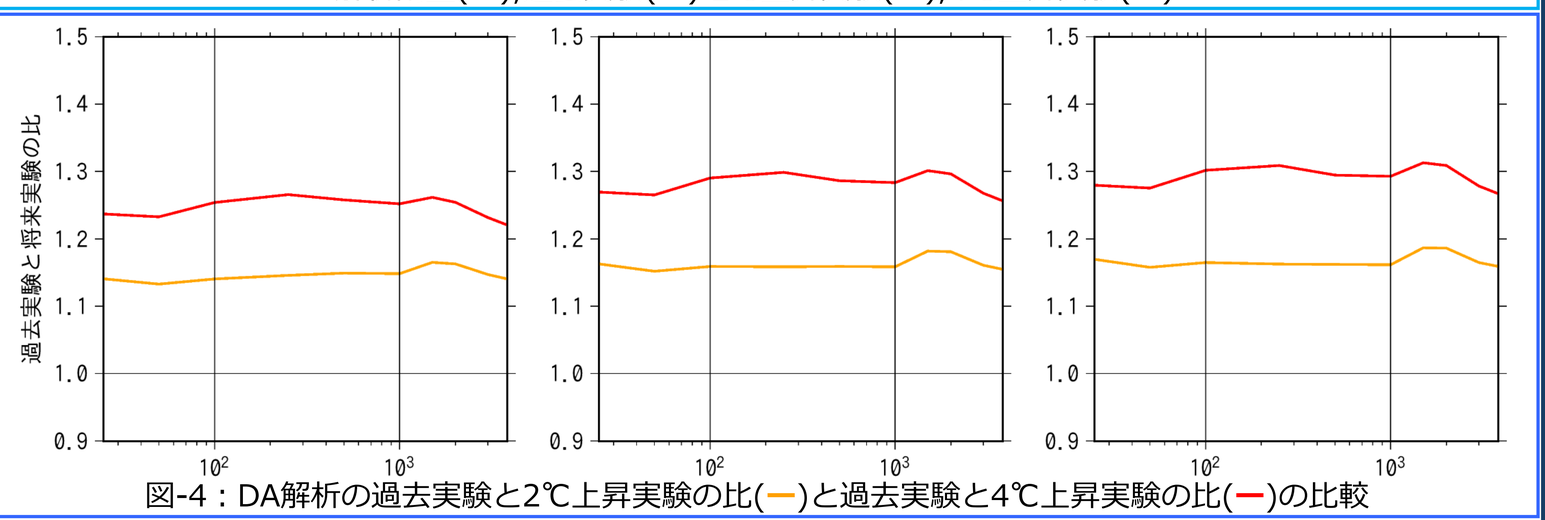



図-4：DA解析の過去実験と2℃上昇実験の比(ー)と過去実験と4℃上昇実験の比(ー)の比較

- 富士川流域全体（約3,800 km²）のDD解析では、年超過確率によらず、長時間側で過去実験の確率雨量が解析雨量を上回り、降雨継続時間が長いほど両者の差が拡大した。一方、降雨継続時間10時間程度では過去実験が解析雨量を下回り、24時間程度では両者は近い値を示した。将来実験の確率雨量は全ての継続時間で過去実験を上回り、2℃上昇実験より4℃上昇実験で大きかった。（図-5）

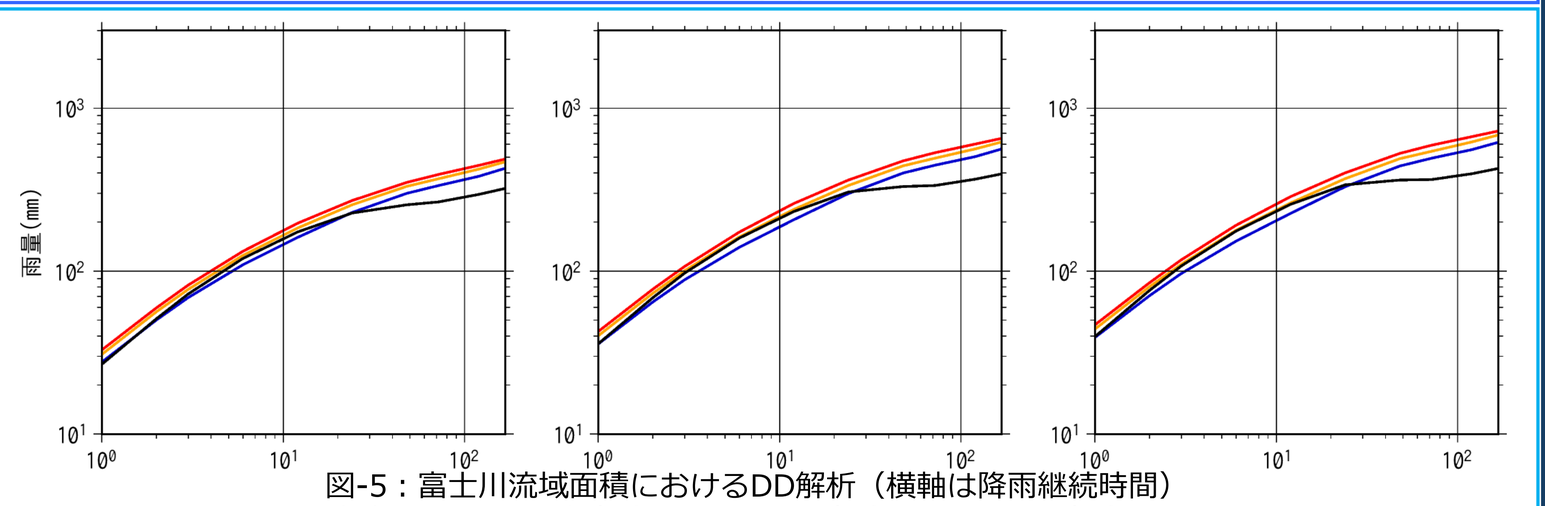



図-5：富士川流域面積におけるDD解析（横軸は降雨継続時間）
解析雨量(ー),過去実験(ー) 2℃上昇実験(ー),4℃上昇実験(ー)

- DD解析で得られた将来実験の過去実験に対する雨量比は、年超過確率によらず全ての降雨継続時間で1を上回り、2℃上昇実験より4℃上昇実験で大きかった。雨量比は降雨継続時間6～12時間程度で最大となり、それより長い時間では概ね低下した。12時間程度を超えると、降雨継続時間が長いほど両実験の雨量比の差が縮小する傾向がみられた。年超過確率が小さいほど雨量比は大きく、特に4℃上昇実験で違いが明瞭だった。（図-6）

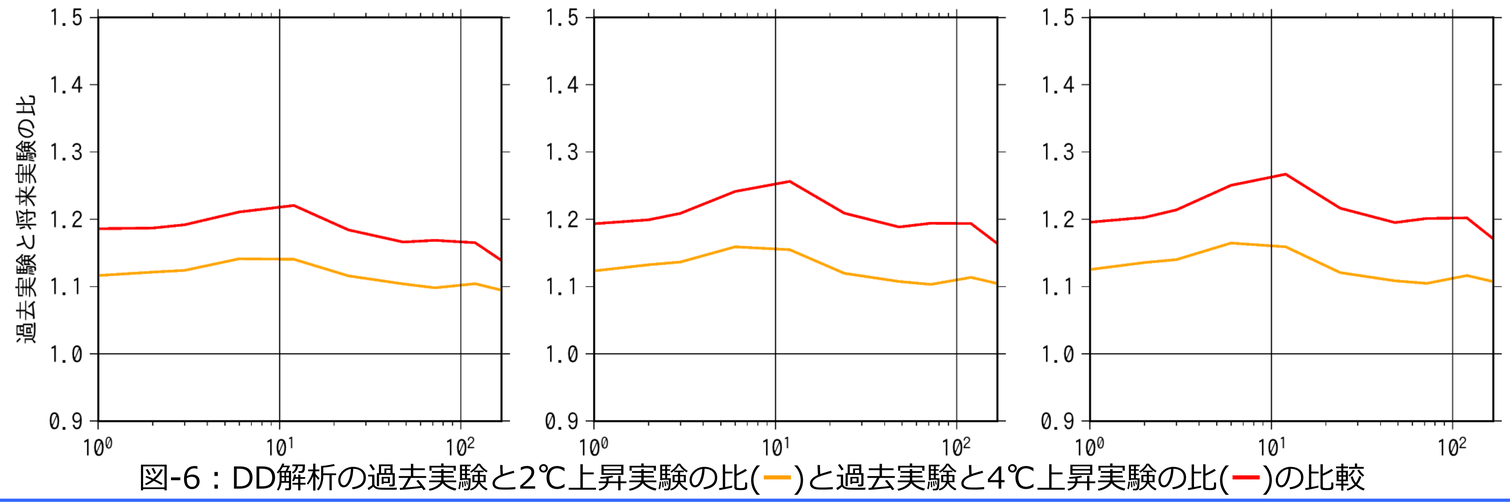
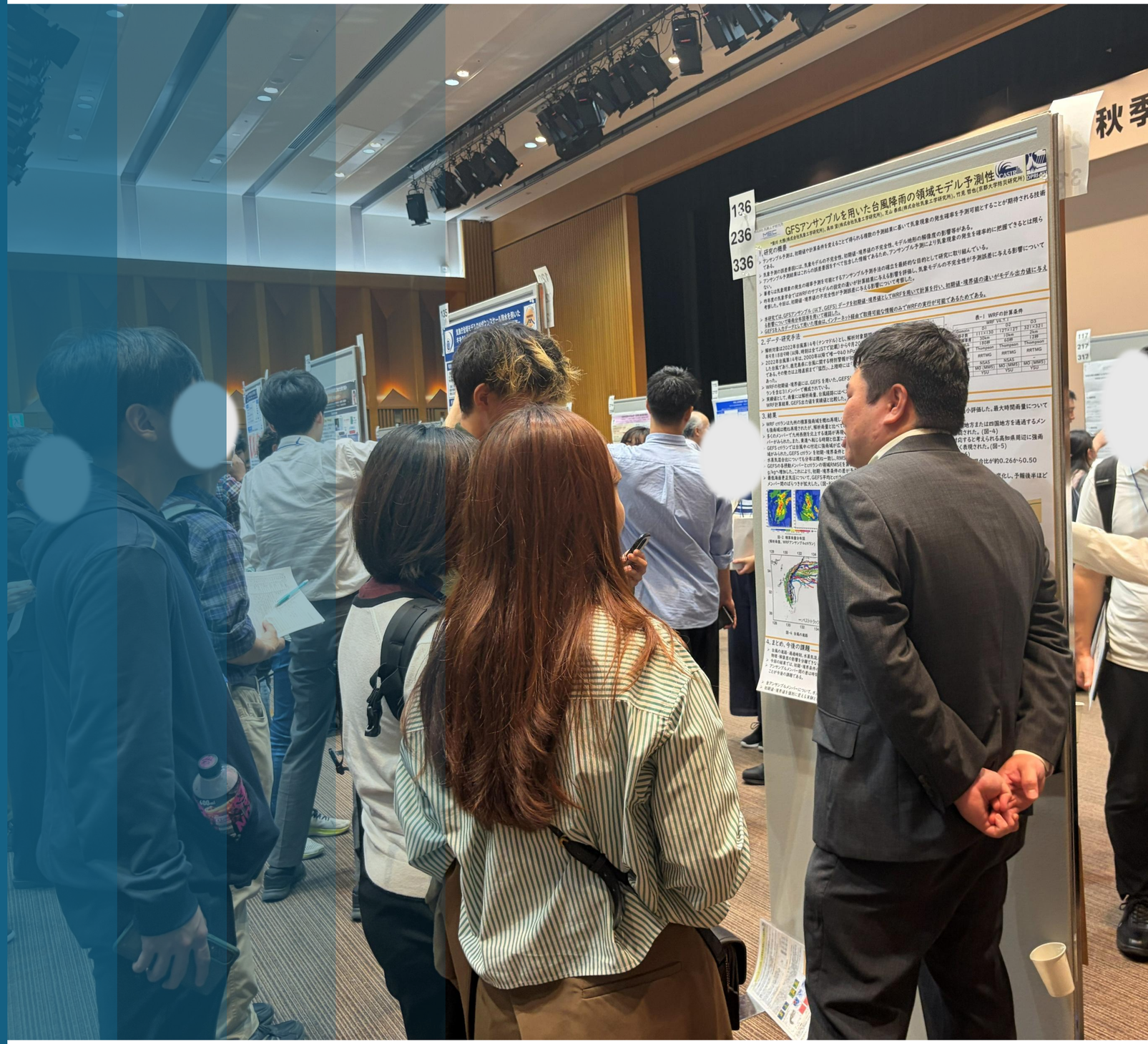



図-6：DD解析の過去実験と2℃上昇実験の比(ー)と過去実験と4℃上昇実験の比(ー)の比較

## 4．まとめと課題

- 再現性：超過確率や降雨面積によらず、過去実験と解析雨量はほとんど一致し、全国版d4PDFは降雨を概ね再現できているもの、長時間の雨量はd4PDFでやや多く算出される傾向がみられた。
- 気候変動に伴う変化：過去実験と将来実験の比は、超過確率1/20～1/100では降雨面積によらず概ね一定であり、極端降雨において、2℃、4℃上昇に伴う降雨量の増加率は一定の割合で生じる可能性がある。一方で、超過確率1/5～1/10の頻度が高い豪雨については、降雨面積が拡大するにつれ、過去実験に対する将来実験の増加率の差が縮小する傾向が見られ、広域での雨量の増大比は2℃、4℃上昇であまり変わらないことが示唆される。
- 今後は地域特性・気候区分ごとのDAD特性の解析を行う。

# GFSアンサンブルを用いた
# 台風降雨の領域モデル予測性



# GFSアンサンブルを用いた台風降雨の領域モデル予測性

株式会社 気象工学研究所
MEC Meteorological Engineering Center, Inc.
*柴川 大雅(株式会社気象工学研究所), 高田 望(株式会社気象工学研究所), 芝山 泰成(株式会社気象工学研究所), 竹見 哲也(京都大学防災研究所)

## 1. 研究の概要

- アンサンブル予測は、初期値や計算条件を変えることで得られる複数の予測結果に基いて気象現象の発生確率を予測可能とすることが期待される技術である。
- 気象予測の誤差要因には、気象モデルの不完全性、初期値・境界値の不完全性、モデル地形の解像度の影響等がある。
- アンサンブル予測結果はこれらの誤差要因をすべて包含した情報であるため、アンサンブル予測により気象現象の発生を確率的に把握できるとは限らない。
- 筆者らは気象現象の発生の確率予測を可能とするアンサンブル予測手法の確立を最終的な目的として研究に取り組んでいる。
- 昨年度の気象学会ではWRFのサブモデルの設定の違いが計算結果に与える影響を評価し、気象モデルの不完全性が予測誤差に与える影響について考察した。今回は、初期値・境界値の不完全性が予測誤差に与える影響について考察した。

- 本研究では、GFSアンサンブル (以下、GEFS) データを初期値・境界値としてWRFを用いて計算を行い、初期値・境界値の違いがモデル出力値に与える影響について降雨分布図等を用いて確認した。
- GEFSを入力データとして用いた理由は、インターネット経由で取得可能な情報のみでWRFの実行が可能であるためである。

## 2. データ・研究手法

- 解析対象は2022年台風第14号（ナンマドル）とし、解析対象期間は、2022年9月18日9時（以降、時刻は全てJSTで記載）から9月20日9時とした。
- 2022年台風第14号は、2000年以降で唯一940 hPa以下で日本に上陸した台風であり、鹿児島県に台風に関する特別警報が初めて発表された事例である。その勢力は上陸直前まで「猛烈」、上陸時には「非常に強い」台風であった。
- WRFの初期値・境界値には、GEFS を用いた。GEFSは、コントロール (ctl) ランを含む31メンバーで構成されている。
- 実績値として、雨量には解析雨量、台風経路にはベストトラックデータを用い、WRF計算結果、GEFS出力値を実績値と比較した。

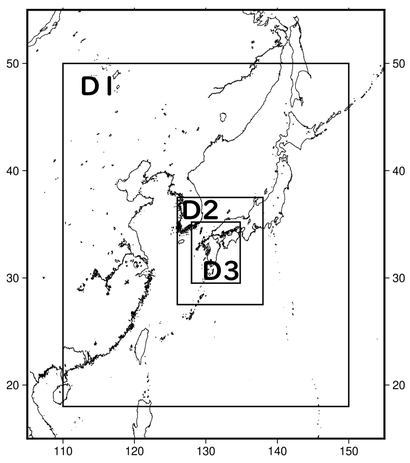



図-1 WRFの領域設定図

表-1 WRFの計算条件

| WRF V4.7.1 | | | |
|---|---|---|---|
| Domain | D1 | D2 | D3 |
| 格子数 | 111×130 | 127×127 | 321×321 |
| 空間解像度 | 30km | 10km | 2km |
| 時間刻み | 180秒 | 60秒 | 12秒 |
| 雲微物理 | Thompson | Thompson | Thompson |
| 長波・短波放射 | RRTMG | RRTMG | RRTMG |
| 積雲対流 | NSAS | NSAS | - |
| 地表面 | MO (MM5) | MO (MM5) | MO (MM5) |
| 境界層 | YSU | YSU | YSU |

## 3. 結果

- WRF ctlランは九州の積算強雨域を概ね再現したが、強雨域は局在・分断され、中国・四国地方では積算雨量を過小評価した。最大時間雨量についても強雨域は概ね再現されたが、解析雨量と比べてピーク位置にずれがみられた。（図-2、図-3）
- 多くのメンバーで九州西側を北上する進路が再現されたが、九州通過後にはベストトラックより南寄りに進み、中国地方または四国地方を通過するメンバーがみられた。また、東進へ転じる時期と位置にもばらつきがあり、九州通過後の進路に大きな不確実性が確認された。(図-4)
- GEFS ctlランでは台風中心付近に強雨域が広く分布した一方、解析雨量では山口県周辺と、外側降雨帯に対応すると考えられる高知県周辺に強雨域がみられた。GEFS ctlラン を初期・境界条件としたWRF計算では、これらの局地的・帯状の雨域が比較的よく表現された。(図-5)
- 水蒸気混合比についても分布は概ね一致し、RMSEは0.205 g/kgであったが、局所的な差が確認された。(図-6)
- GEFSの各摂動メンバーとctlランの領域RMSEを算出した結果、そのメンバー平均は予測時間0～48時間で、水蒸気混合比が約0.26から0.50 g/kgへ増加した。これにより、初期・境界条件の差が予測時間とともに拡大することが確認された。（図-7）
- 最低海面更正気圧について、GEFS平均とctlラン は概ね一致したが、ベストトラックとの差は約+18 hPaから-5～-10 hPaへ変化し、予報後半ほどメンバー間のばらつきが拡大した。（図-8）

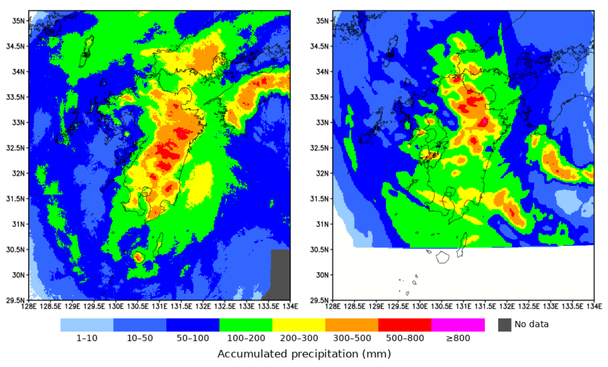



図-2 積算雨量分布図
(解析雨量、WRFアンサンブルctlラン)

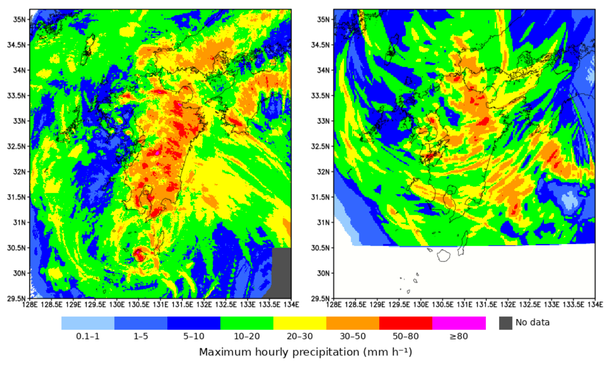



図-3 最大時間雨量分布図(解析雨量、WRFアンサンブルctlラン)

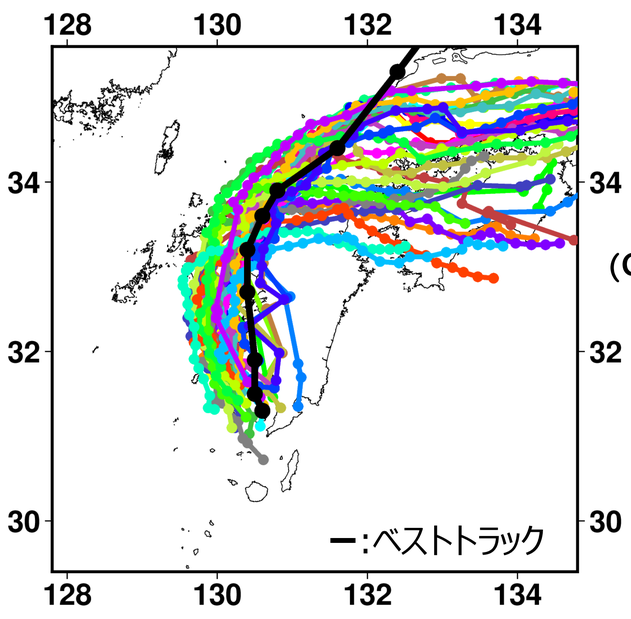



図-4 台風の進路

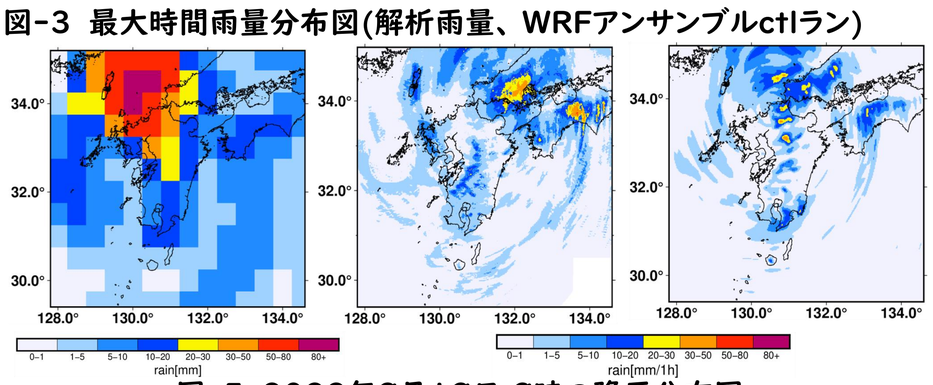



図-5 2022年9月19日 9時の降雨分布図
(GEFSctlラン3時間雨量、WRFアンサンブルctlラン、解析雨量1時間雨量)

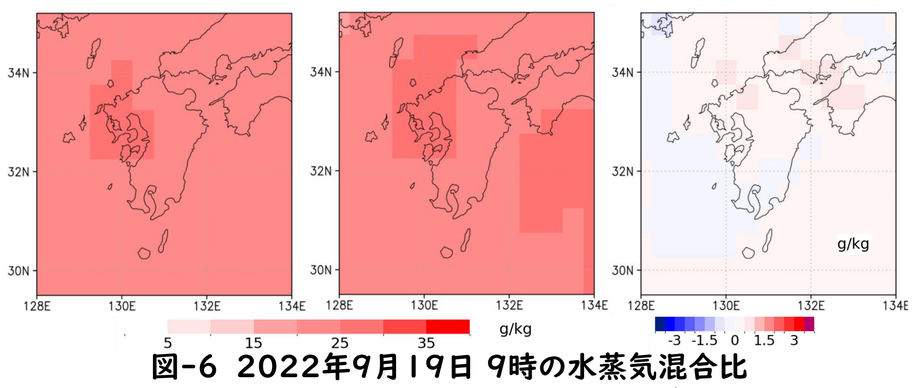



図-6 2022年9月19日 9時の水蒸気混合比
(GEFS、GEFSctlラン、ctlラン-アンサンブル平均)

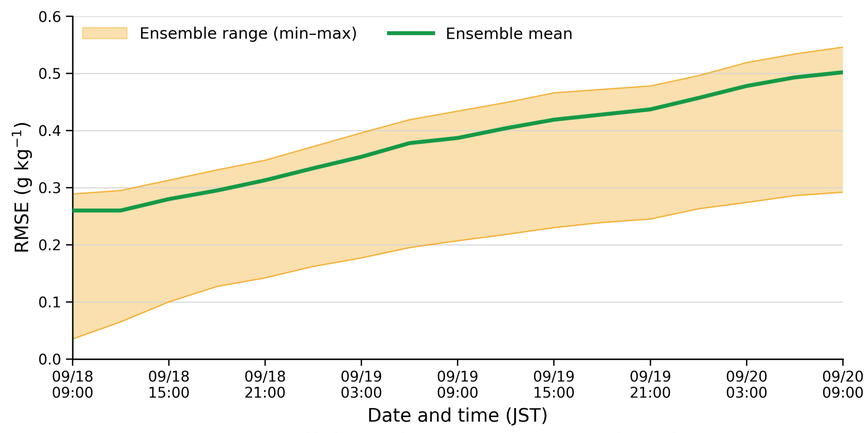



図-7 水蒸気混合比のRMSEの時間変化

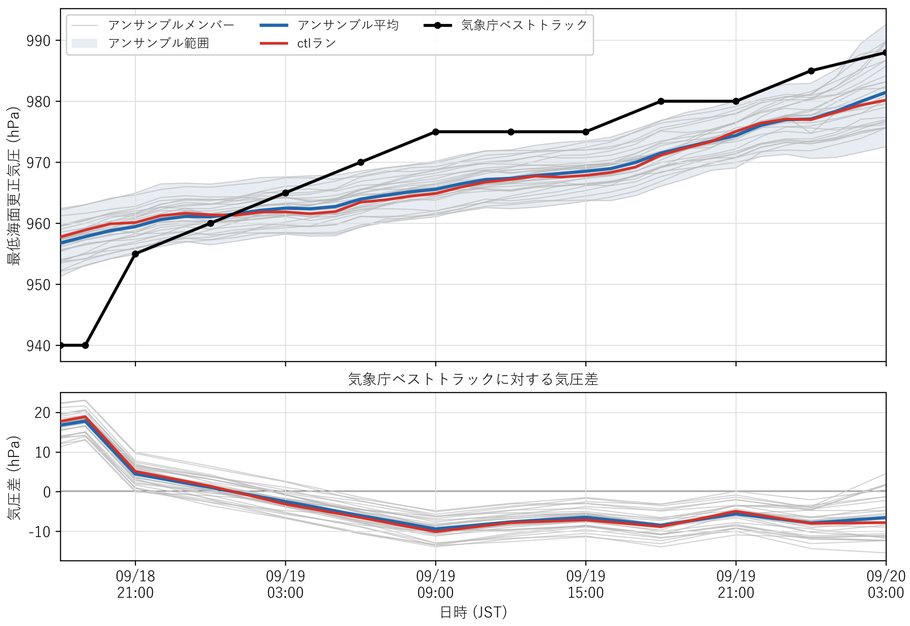


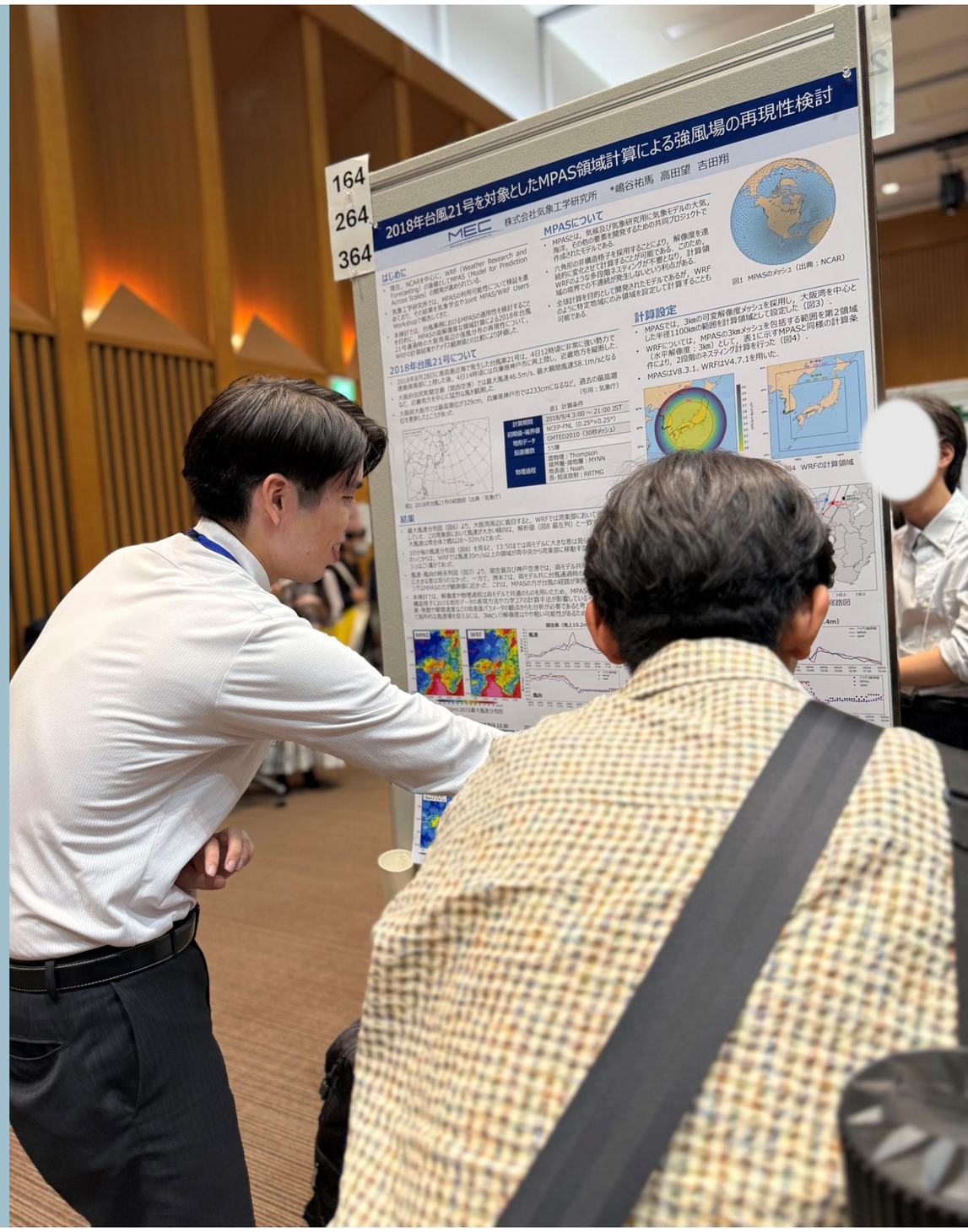

図-8 台風第14号における最低海面更正気圧の時系列比較

## 4. まとめ、今後の課題

- 台風の進路・通過時刻、水蒸気流入および地形性上昇流の再現誤差が雨域の位置と強度に影響したと考えられるが、ctlラン単独では初期・境界値の不確実性とモデル物理・解像度の影響を分離できない。
- 今回の結果では、初期・境界条件の違いの水蒸気量への影響は全体として小さかったが、降雨の発生位置や強度に影響する可能性がある。
- アンサンブルメンバー間の差は時間とともに拡大傾向にあるが、水蒸気場の差は比較的小さかった。水蒸気場の差が降水量に対してどのように影響を及ぼすかを確認することが今後の課題である。

- 全アンサンブルメンバーについて、水蒸気フラックス収束・鉛直流と降水過程の関係を解析し、水蒸気場の差が降雨の差へ増幅される過程を検証する。
- 初期値・境界値を個別に変える実験と物理過程・解像度の感度実験を複数事例で行い、各不確実性の寄与と一般性を確認する。

# 2018年台風21号を対象としたMPAS領域計算による強風場の再現性検討



# 2018年台風21号を対象としたMPAS領域計算による強風場の再現性検討

株式会社気象工学研究所　*嶋谷祐馬　高田望　吉田翔

## はじめに

- 現在，NCARを中心に，WRF（Weather Research and Forecasting）の後継としてMPAS（Model for Prediction Across Scales）の開発が進められている.
- 気象工学研究所では，MPASの利用可能性について検証を進めており，その結果を気象学会やJoint MPAS/WRF Users Workshopで報告してきた.
- 本検討では，台風事例におけるMPASの適用性を検討することを目的に，MPASの高解像度な領域計算による2018年台風21号通過時の大阪湾周辺の強風分布の再現性について，WRFの計算結果やアメダス観測値との比較により評価した.

## MPASについて

- MPASとは，気候及び気象研究用に気象モデルの大気，海洋，その他の要素を開発するための共同プロジェクトで作成されたモデルである.
- 六角形の非構造格子を採用することにより，解像度を連続的に変化させて計算することが可能である．このため，WRFのような多段階ネスティングが不要となり，計算領域の境界での不連続が発生しないという利点がある.
- 全球計算を目的として開発されたモデルであるが，WRFのように特定地域にのみ領域を設定して計算することも可能である.

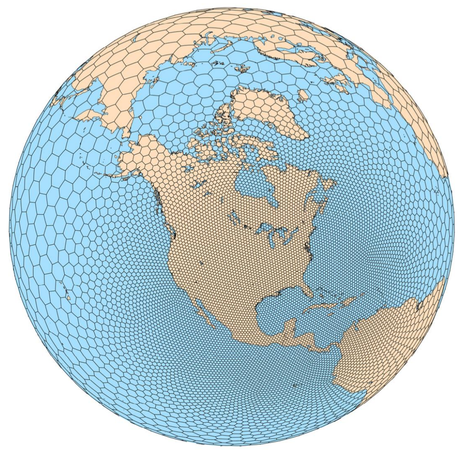


図1　MPASのメッシュ（出典：NCAR）

## 2018年台風21号について

- 2018年8月28日に南鳥島近海で発生した台風第21号は，4日12時頃に非常に強い勢力で徳島県南部に上陸した後，4日14時頃には兵庫県神戸市に再上陸し，近畿地方を縦断した.
- 大阪府田尻町関空島（関西空港）では最大風速46.5m/s、最大瞬間風速58.1m/sとなるなど，近畿地方を中心に猛烈な風を観測した.
- 大阪府大阪市では最高潮位が329cm，兵庫県神戸市では233cmになるなど，過去の最高潮位を更新したところがあった.

（引用：気象庁）

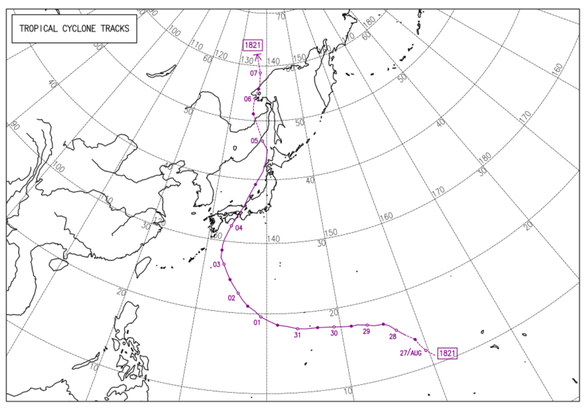



図2　2018年台風21号の経路図（出典：気象庁）

## 計算設定

- MPASでは，3kmの可変解像度メッシュを採用し，大阪湾を中心とした半径1100kmの範囲を計算領域として設定した（図3）.
- WRFについては，MPASの3kmメッシュを包括する範囲を第2領域（水平解像度：3km）として，表1に示すMPASと同様の計算条件により，2段階のネスティング計算を行った（図4）.
- MPASはV8.3.1、WRFはV4.7.1を用いた.

表1　計算条件

| | |
|---|---|
| 計算期間 | 2018/9/4 3:00 ～ 21:00 JST |
| 初期値・境界値 | NCEP-FNL（0.25°×0.25°） |
| 地形データ | GMTED2010（30秒メッシュ） |
| 鉛直層数 | 55層 |
| 物理過程 | 雲物理：Thompson<br>境界層・接地層：MYNN<br>地表面：Noah<br>長・短波放射：RRTMG |

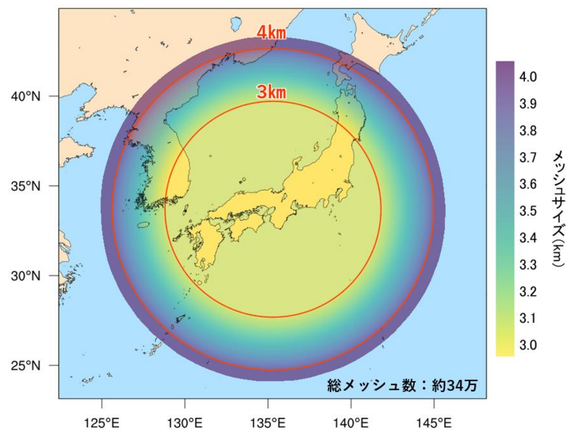



図3　MPASの計算領域

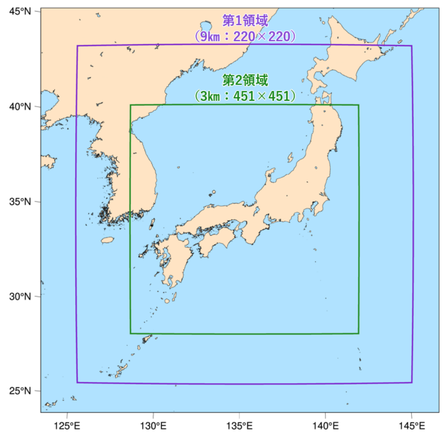



図4　WRFの計算領域

## 結果

- 最大風速分布図（図6）より，大阪湾周辺に着目すると，WRFでは湾東部において風速が大きく、最大風速32～36m/sのメッシュが出現していた．この湾東部において風速が大きい傾向は，解析値（図8 最左列）と一致する．一方で，MPASではこの傾向は不明瞭であり，最大風速は湾全体で概ね28～32m/sであった.
- 10分毎の風速分布図（図8）を見ると，13:50までは両モデルに大きな差は見られなかったが、14:00以降、南寄りの風から西寄りの風に変わってからは，WRFでは風速30m/s以上の領域が湾中央から湾東部に移動する様子が見られた一方で，MPASでは風速30m/s以上のメッシュはごく僅かであった.
- 風速・風向の時系列図（図7）より，関空島及び神戸空港では，両モデル共に観測値における風速のピークを再現できておらず，再現精度に大きな差は見られなかった．一方で，洲本では，両モデル共に台風通過時の風速の低減を再現できていたが，風速・風向が変化するタイミングはMPASの方が観測値に近かった．これは，MPASの方が台風の経路が実際の経路に近かったためであると考えられる（図5）.
- 本検討では，解像度や物理過程は両モデルで共通のものを用いたため，MPASにおいて大阪湾東部の強風場が不明瞭であった要因は，非構造格子における地形データの表現方法や力学コアの計算手法が影響している可能性が考えられる．今後は，標高などの地形データ，収束・発散や摩擦速度などの地表面パラメータの観点からも分析が必要であると考えられる．また，複雑な海岸線や地形を有する大阪湾において局所的な風速場を捉えるには，3kmという解像度はやや粗い可能性があるため，高解像度化も視野に検証を進めていきたい.

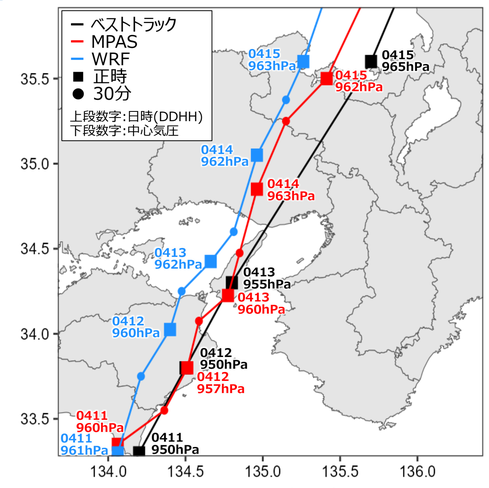



図5　台風経路図

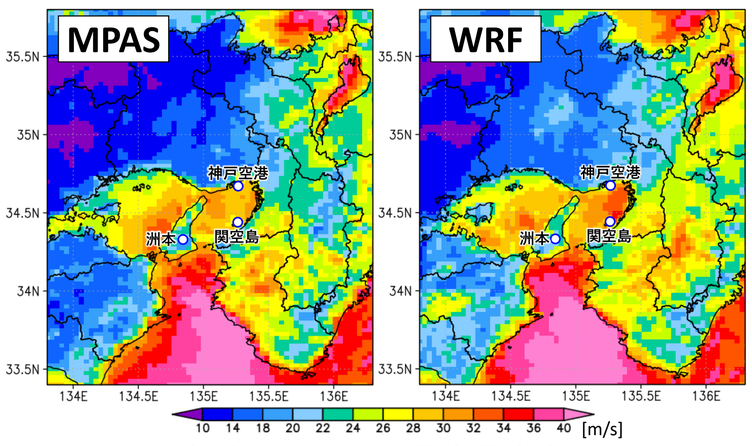



図6　地上10mにおける最大風速分布図

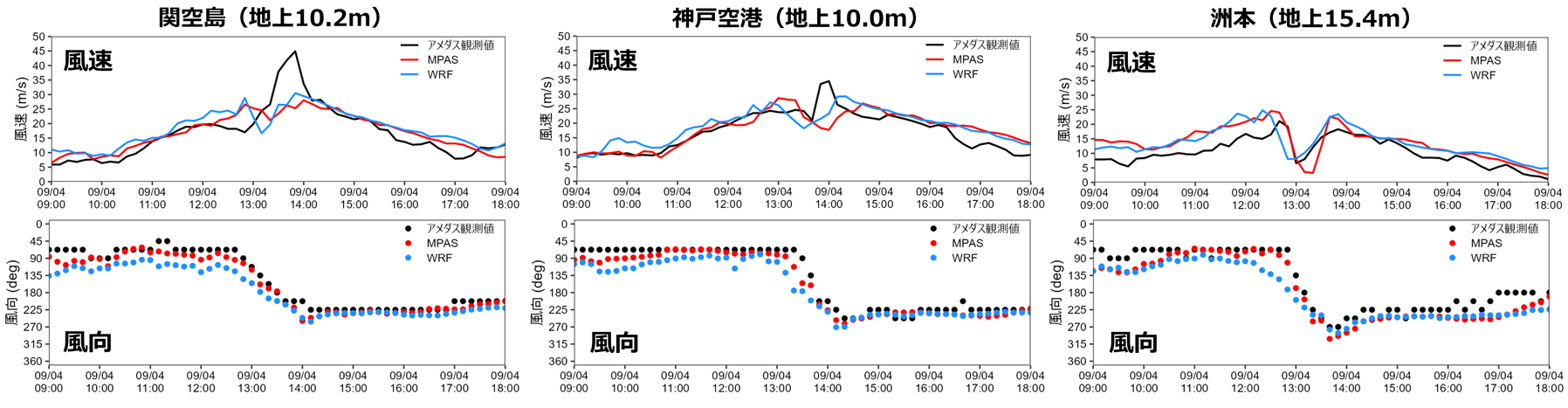



図7　アメダス観測地点における風速・風向の時系列図

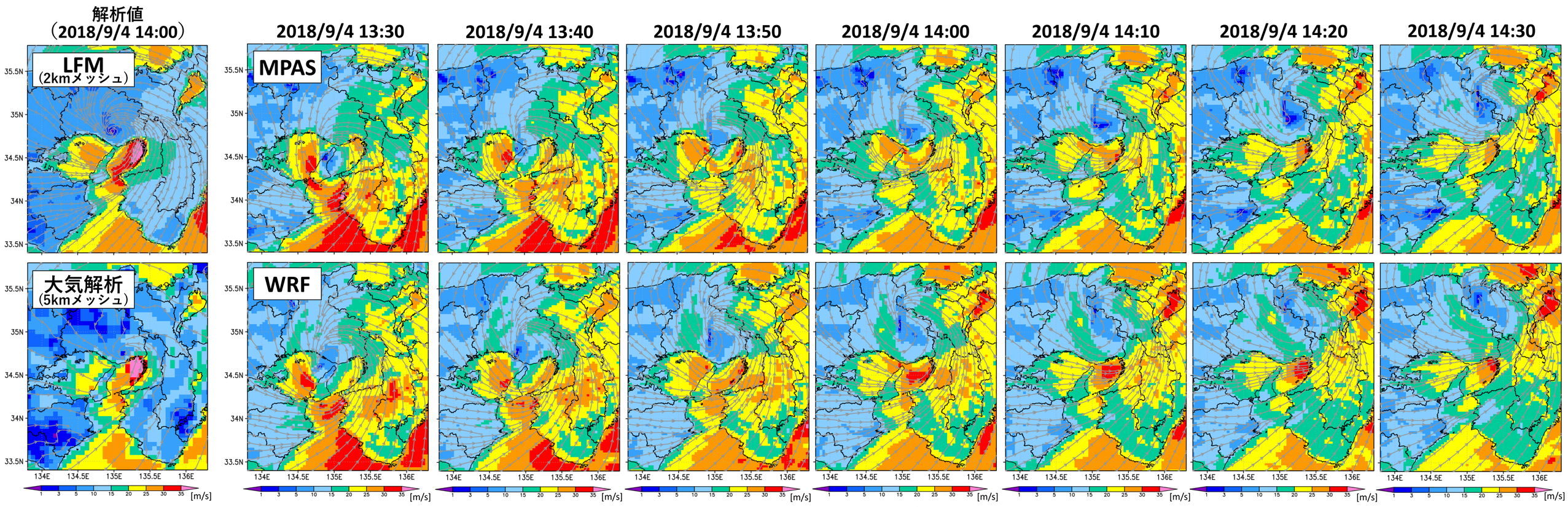



図8　地上10mにおける風速・風向分布図

# 全国版d4PDF
# ダウンスケーリングデータの
# バイアス補正データの開発と
# 水資源影響評価への適用



# 気象と鳥たちの生活–鳥たちの気象防災(風力発電編)



# AI防災ソングで
# 気象リテラシを高める

