



豪雨・強風に対するリスク予測

川畑 拓矢【テーマ1代表】



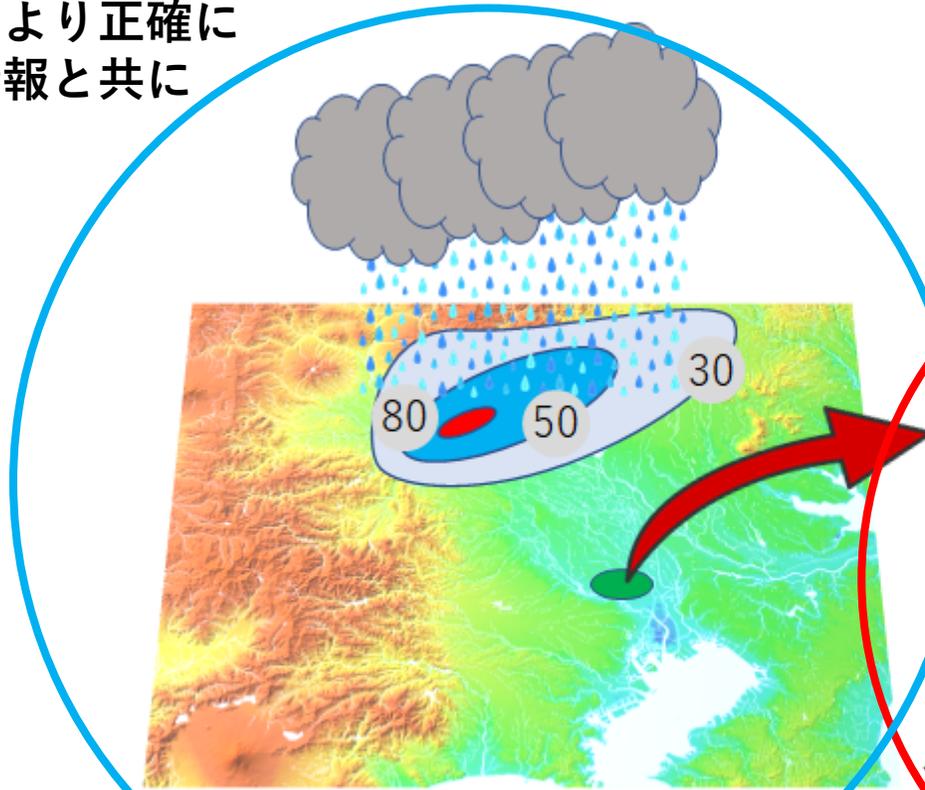
気象研究所

気象業務支援センター

JMBSC

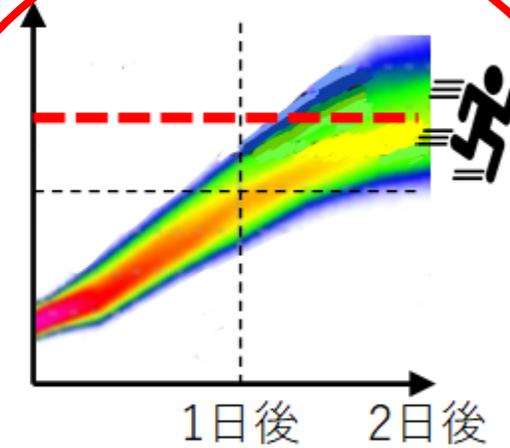
国民の生命を守る情報をアンサンブルで！

大雨の予測をより正確に
不確かさの情報と共に



特別警報級の大雨確率

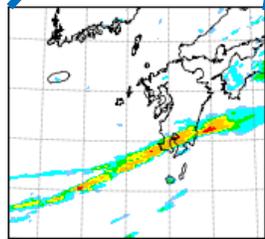
雨の予測にとどまらず
災害に直結する予測情報



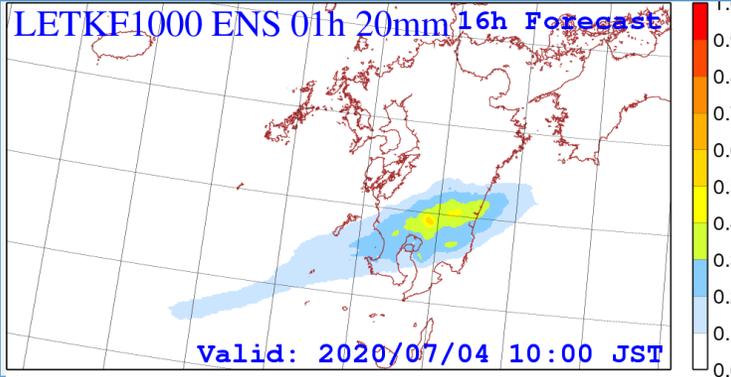
避難基準に達する確率

1000個の異なった 線状降水帯予測

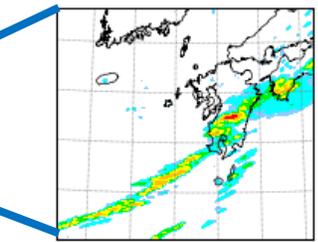
25個



確率分布 (1時間に20mmを超える)



40個



年次計画

2020年度	2021年度	2022年度
<ul style="list-style-type: none">• HPCI第二階層を利用した小規模テスト実験• 富岳試行的利用によるシステム構築および実効性能評価実験	<ul style="list-style-type: none">• 観測ビッグデータ同化を元にした大アンサンブル計算による気象要素確率情報の創出。• ダウンスケールシミュレーションによる高解像度被害推定実験。• 科学的知見の創出。	<ul style="list-style-type: none">• 危険度分布確率メッシュ情報の創出。• 暴風、特別警報級の大雨などの確率メッシュ情報の創出。• 科学的知見の創出および近未来天気予報システムの提示。

今年度計画詳細

- ▶ 気象庁非静力学モデル局所アンサンブル変換カルマンフィルタNHM-LETKFにおいては、台風などを対象に1000メンバーを用いた日本全域実験を行う。
→ 後で詳しく！
- ▶ 領域気象モデルSCALE局所アンサンブル変換カルマンフィルタSCALE-LETKFでは、1000メンバーでの30秒毎のフェーズドレイ気象レーダ同化実験を行う。
→ この後口頭発表（雨宮）、ポスター発表（前島）
- ▶ 別途申請する占有利用が認められた場合、リアルタイム実証実験を行う。
→ この後口頭発表（雨宮）
- ▶ 都市広域の強風に関する解析では気象アンサンブル実験結果を用いて地表近傍のダウンスケールシミュレーションを実施する。さらに強風，猛暑などの極端気象に対する高解像度被害推定に関する検証を行う。
→ 後で詳しく！
- ▶ 気象庁との意見交換を行う。
→ asuca研究会の開催、線状降水帯予測精度向上に向けた政策対応枠への応募など

今年度成果の一部

災害リスク

- 大泉伝「令和2年7月球磨川の豪雨事例を対象としたキキクルを用いたImpact based forecastの試み」
- 小林健一郎（神戸大学）「霞堤による洪水抑制メカニズムの分析 - 多数降雨アンサンブルによる影響評価に向けて -」
- 澤田洋平（東大）「社会気象学：社会ダイナミクスを考慮した新しい天気予報と水害警報に向けた試論」
- 藤見俊夫（京大）「不確実性下の意思決定モデルの発展と防災・減災への応用」
- 藤見俊夫 不確実性下の意思決定モデルの発展と防災・減災への応用
- 澤田洋平 巨大マルチモデルアンサンブル降雨－流出解析～44個の水文モデルで583流域を解く～
- 筆保弘徳（横国大）「台風経路アンサンブルシミュレーションを用いた台風リスクの定量化」
- 大泉伝（気象業務支援センター）「1000メンバーアンサンブル予報結果を用いた洪水危険度の予測実験」

シミュレーション

- 齊藤和雄「台風に伴う北向き非地衡風のPREへのインパクト -雲解像モデル実験-」
- 吉村僚一（東北大学）「冬季の南関東で発生する晴天乱気流の高解像シミュレーションおよび飛行中の旅客機への影響解析」
- 伊藤純至（東北大）発達台風全域全期間LES
- 川畑拓矢（気象研）富岳におけるasuca利用について
- 吉村僚一（東北大） 冬季の南関東中下層で発生する晴天乱気流の数値計算結果に基づく飛行機の揺動評価
- 川口真晴（東工大） 気象モデル・工学LESハイブリッド解析-東京都心をターゲットとする台風時の強風特性再現と風圧評価-
- Pin-Ying Wu（京大） The impacts of mountain topography and environmental flow conditions on the predictability of thunderstorms and the associated error growth in a diurnal cycle
- 平野創一郎（琉球大学）「大気海洋結合モデルで再現された2018年台風第24号の眼の中の深い対流雲」

データ同化

- 澤田 謙 メソ同化システムにおける過飽和制約の効果について
- 前島康光「令和2年7月豪雨を対象とした高密度PAWRの観測システムシミュレーション実験」
- 幾田泰醇（気象研） 台風の2次循環の構造
- 藤田匡（気象研究所）「変分法によるドップラー速度のスケール依存同化の検討」
- 大石俊（理化学研究所）「高頻度海洋アンサンブルデータ同化システムにおける適応型観測誤差膨張の有効性」
- Ting-Chi Wu（理化学研究所）「Examining the sensitivity of ensemble size to the accuracy of EFSO」
- James Taylor（理化学研究所）「Convective-Scale Imbalance Induced by 30-Second Update Radar Data Assimilation」
- 雨宮新（理化学研究所）「富岳を用いた2021年夏の30秒更新リアルタイム降水予報実験」
- 小槻 峻司 Implementing Hybrid Background Error Covariance into the LETKF with Attenuation-based Localization
- 前島 康光 令和2年7月豪雨を対象とした高密度PAWRの観測システムシミュレーション実験
- 大石 俊 アンサンブルカルマンフィルタを用いた海洋データ同化システムの開発：AOEIによる塩分構造の改善
- 小槻 峻司 スパースセンサ最適化を用いた観測位置決定手法の調査
- 幾田 泰醇 SAR同化について
- 雨宮 新 2021年夏の1000メンバー30秒更新リアルタイム降水予報実験の事後解析

アンサンブル

- 大泉伝 令和3年8月に九州北部で発生した豪雨の高解像度アンサンブル予報実験
- 瀬古弘（気象研究所）「メソアンサンブルと1km-asucaを用いた豪雨解析」
- 小野耕介 メソアンサンブルを用いた複数降水予測シナリオの作成

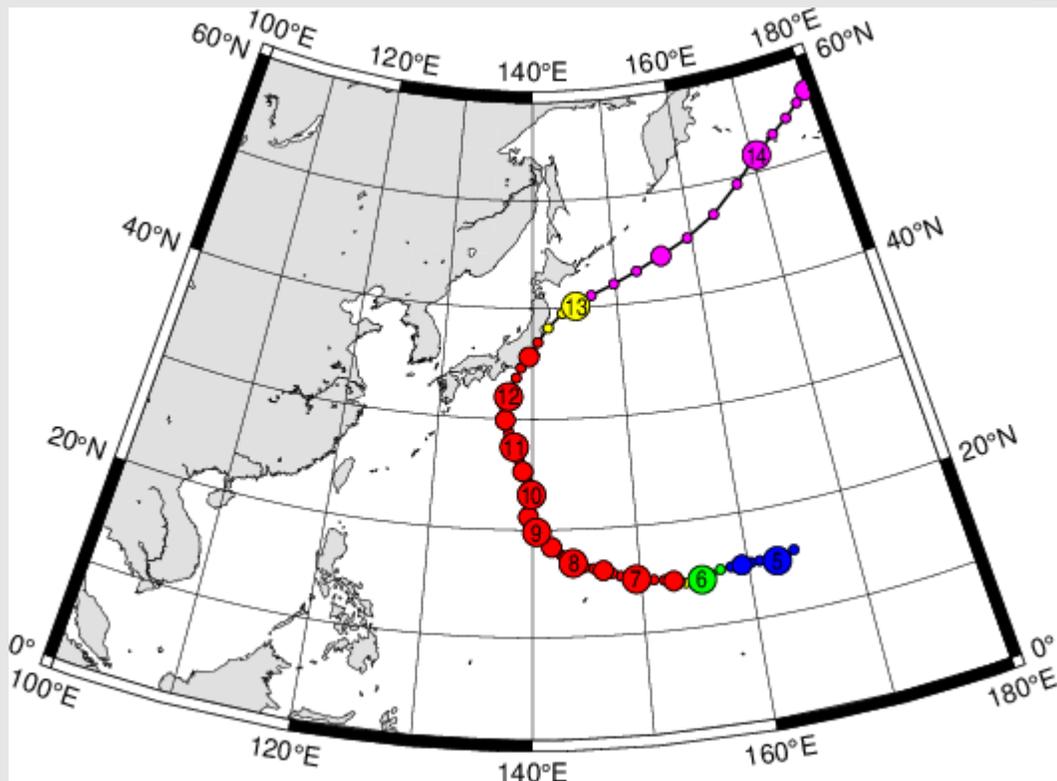
機械学習

- Le Duc (東大) 「Ensemble sensitivity analysis of the July 2020 Kyushu heavy rain. Part 2: Nonlinear analysis」
- 小槻峻司 データ同化と機械学習を用いた洪水氾濫予測の高度化
- Le Duc Parameter estimation using Stein variational gradient descent
- 澤田 洋平 時間変化するモデルパラメータの効率的な推定について
- 西澤 誠也 ニューラルネットワーク代理モデルを用いた4次元変分法データ同化
- 露木 義 深層学習アンサンブルカルマンフィルタの研究
- 富澤 風翔 極端水文気象現象の数値予測に対する不確実性推定

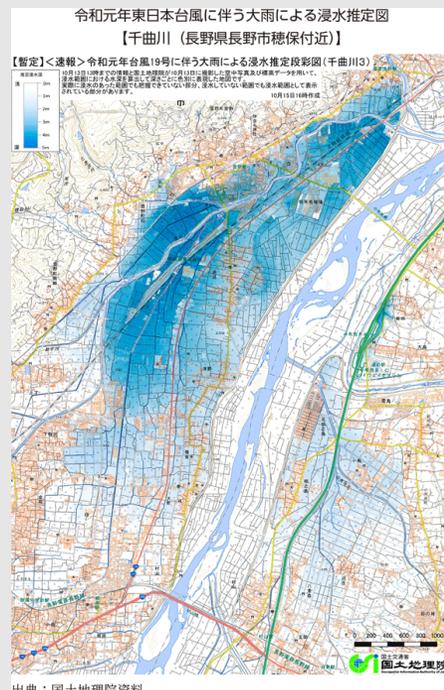
他、多数！

令和元年東日本台風

浸水害や土砂災害が広い範囲で発生し、死者91名、住宅被害として、全壊3,273棟、浸水29,556棟（消防庁）



2019年10月5日～14日（デジタル台風）



千曲川浸水推定図
（国土地理院）



長野市（内閣府資料）



郡山市（内閣府資料）

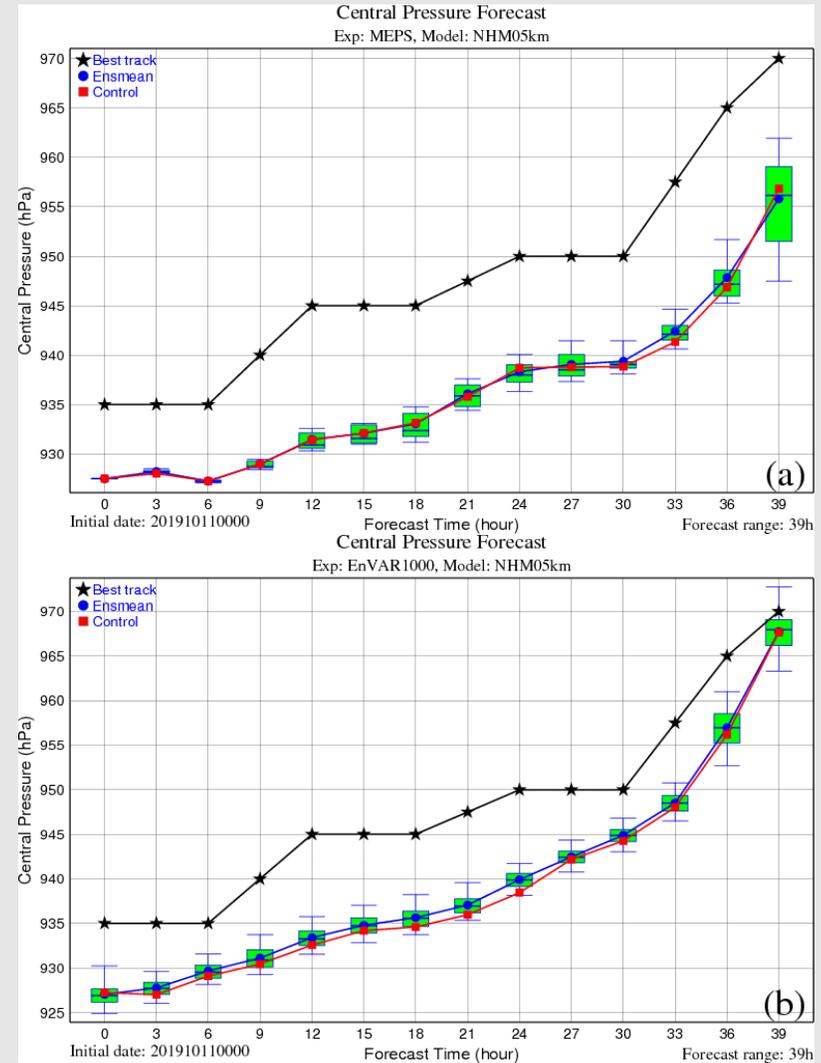
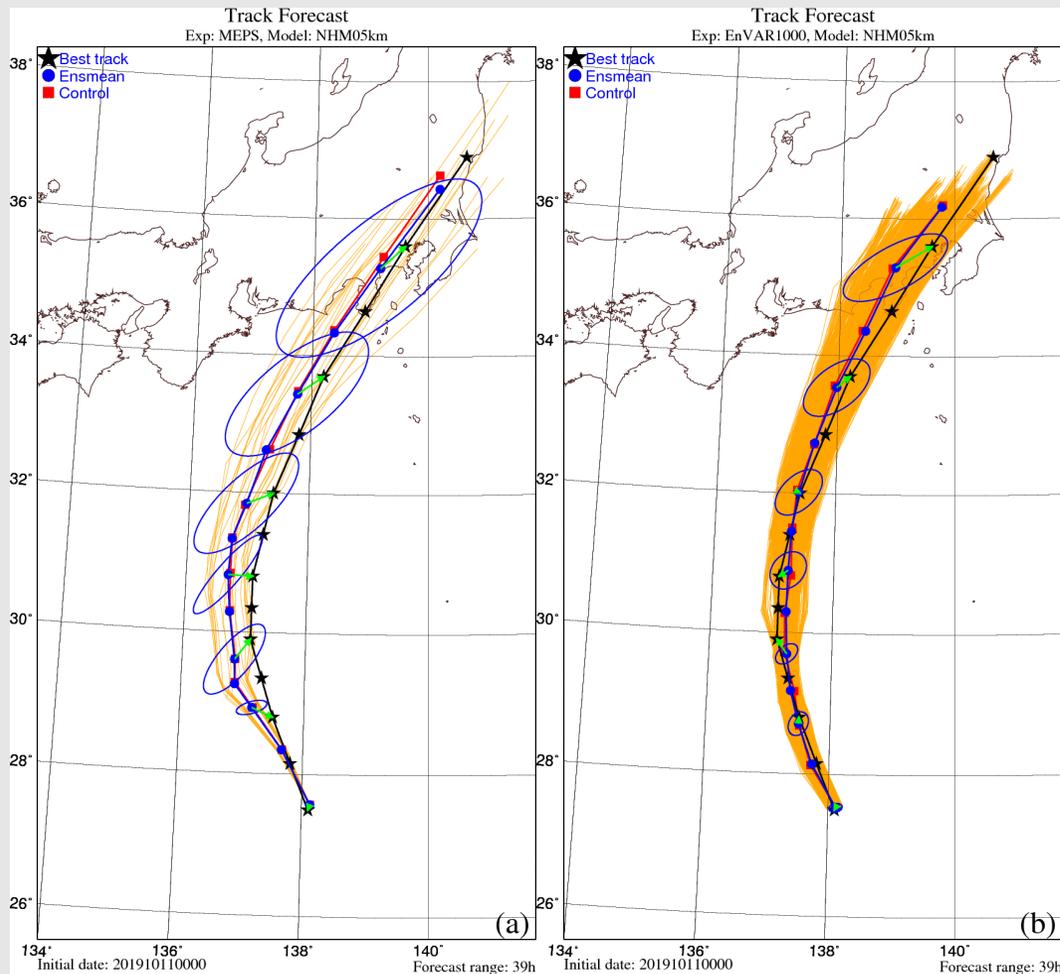
令和元年東日本台風

1000アンサンブルによる進路・強度

Duc et al. 2021

気象庁メソアンサンブル

気象庁メソアンサンブル 1000-アンサンブル



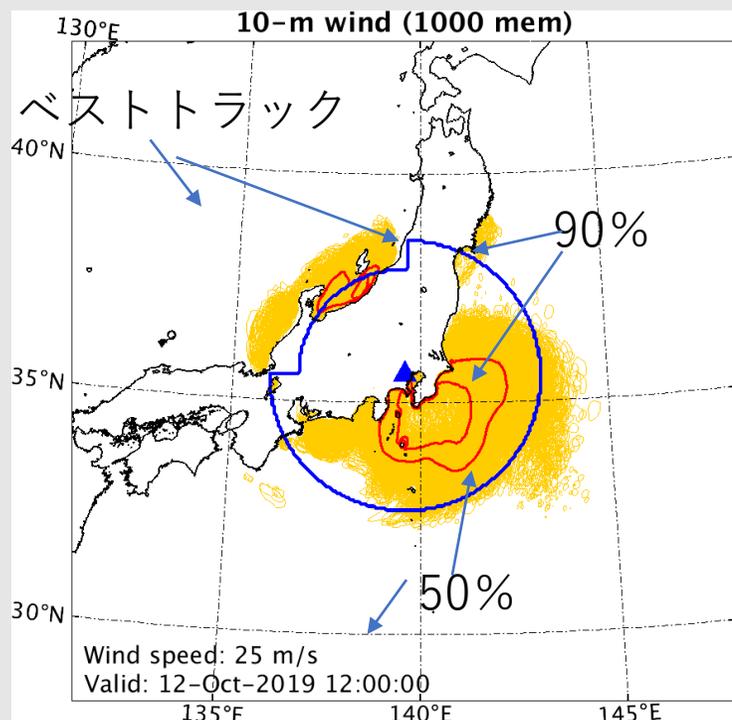
1000-アンサンブル

令和元年東日本台風

1000アンサンブルによる強風確率

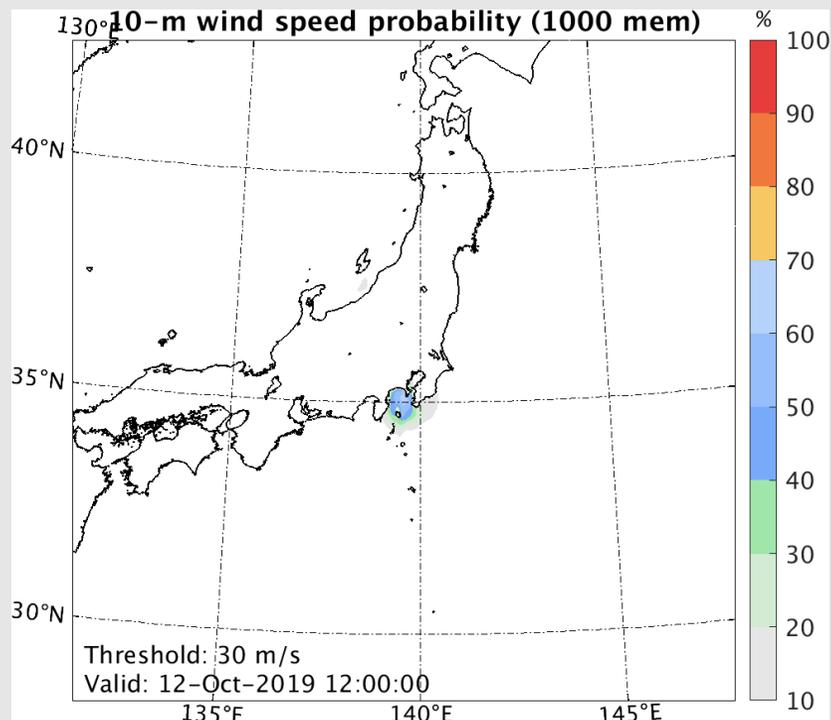
by courtesy of P.-Y.- Wu

暴風域 (25m/s)
暴風半径 (ベストトラック)



等風速線 (コンター) の
スパゲッティダイアグラム

風速 30m/s 確率



風速に対する確率分布

- 強風に対して高確率域が小さい
- 強風域より暴風域の方が相対的にばらついている。
- ベストトラックの暴風半径はアンサンブル平均よりかなり大きい。

令和元年東日本台風

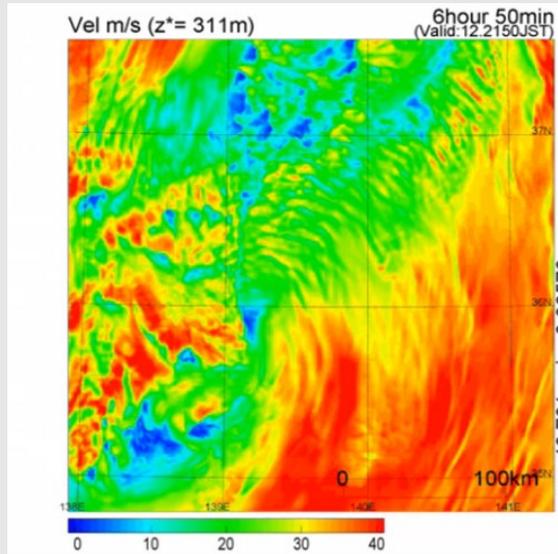
JMANHMによるダウンスケーリング実験

東京工業大学 坂田弘安, 田村哲郎, 川口真晴, 河合英徳

- 詳細な気象擾乱構造を再現するためのNHMでのダウンスケーリング実験 (空間解像度50m) を実施し, 風速のピーク特性について検証

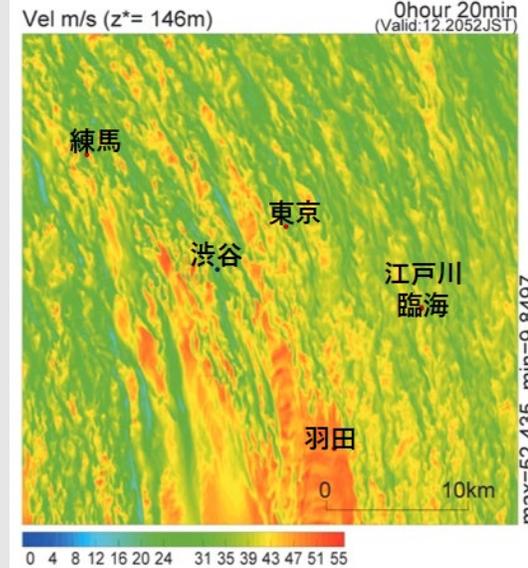


経路の再現



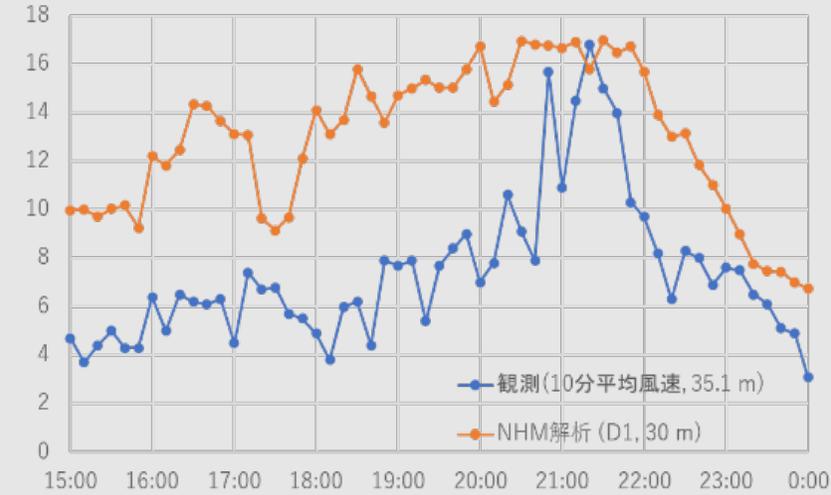
風速

(1km解像度,地上311m)



風速

(50m解像度,地上146m)



NHMによる風速と観測値 (東京管区気象台)の比較

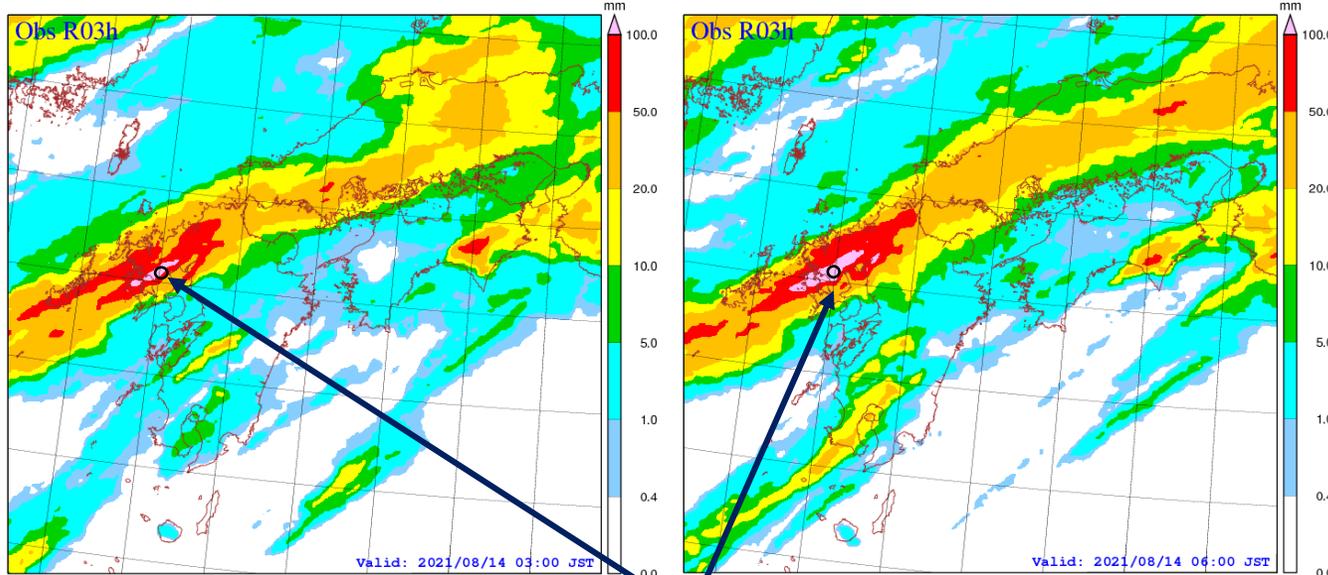
- 最外領域のピーク時の風速が観測値と対応することを確認
- 空間解像度50mの解析により, 台風の構造に基づいた数十秒単位の風速変動構造が再現できることを確認

線状降水帯事例 (長崎・佐賀)

8月14日に佐賀・長崎に特別警報
 解像度2kmの1000メンバーによるアンサンブル実験

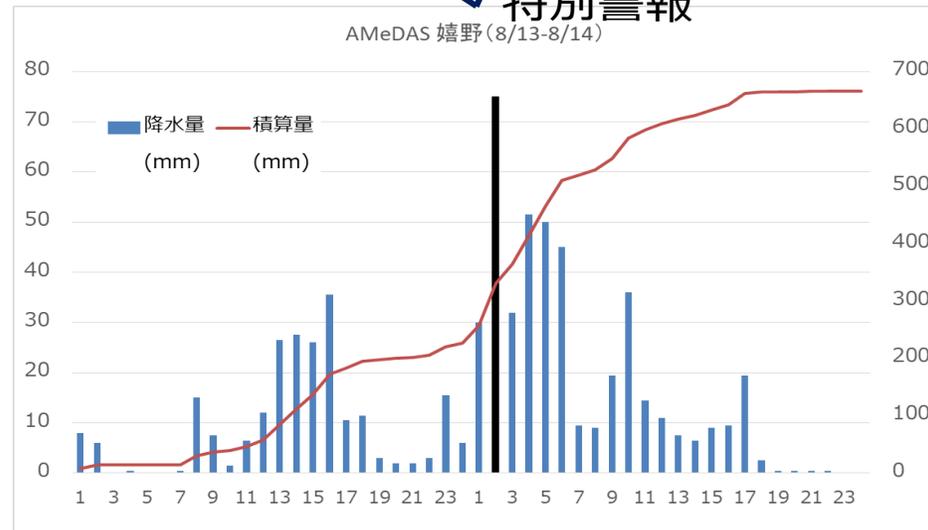
2021/8/14 03:00

2021/8/14 06:00



特別警報

AMeDAS 嬉野 (8/13-8/14)

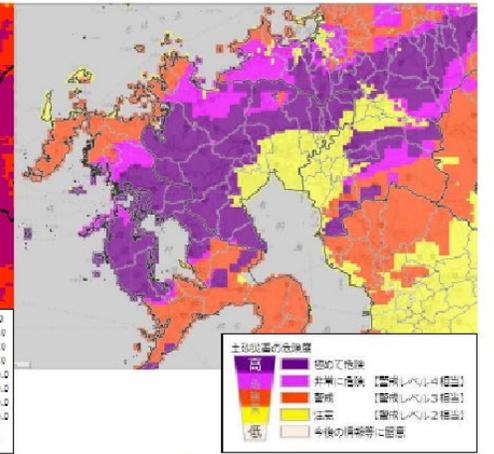
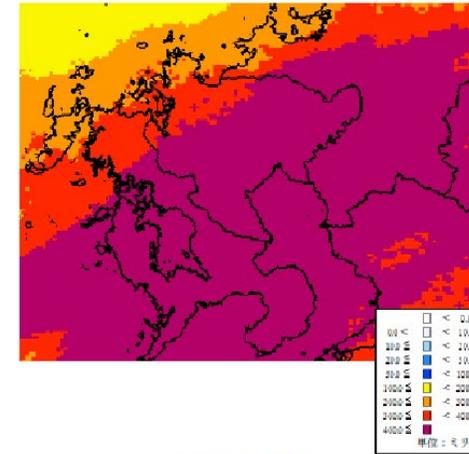


8月14日03時(佐賀県、長崎県に大雨特別警報を発表した直後)

参考:72時間降水量(解析雨量)

土砂キキクル

(大雨警報(土砂災害)の危険度分布)

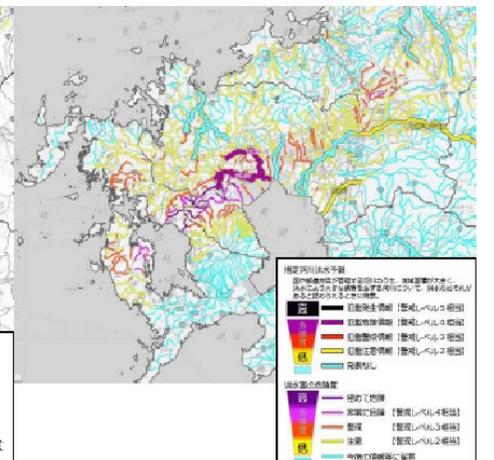
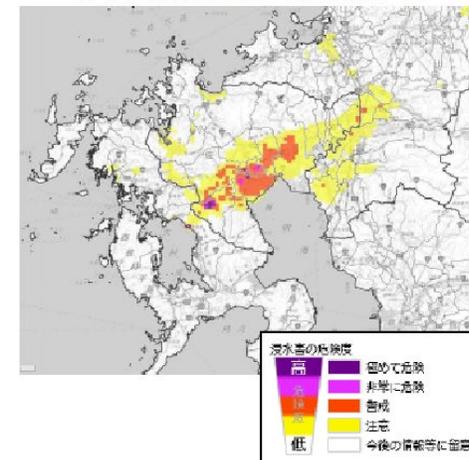


浸水キキクル

(大雨警報(浸水害)の危険度分布)

洪水キキクル

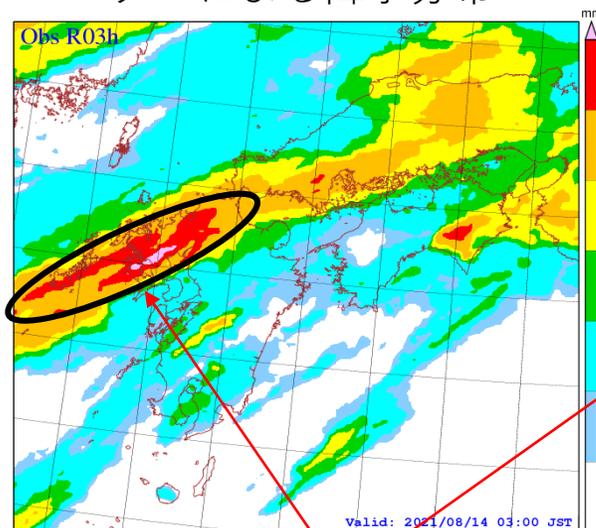
(洪水警報の危険度分布)



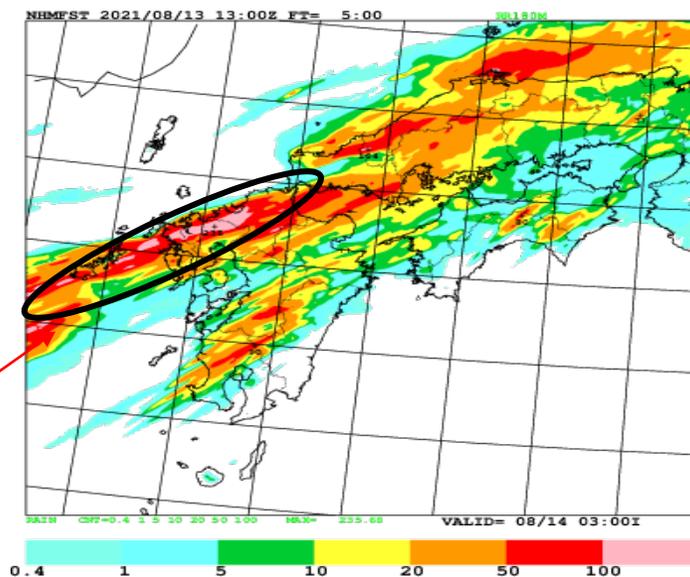
線状降水帯事例（長崎・佐賀）

1000-アンサンブルによる線状降水帯予測

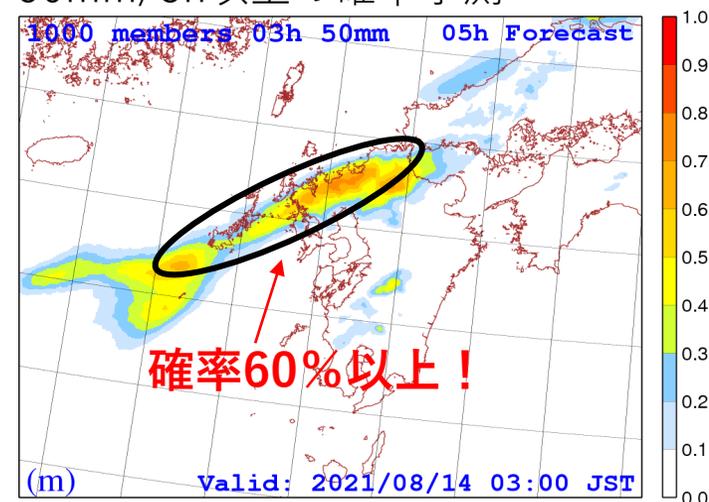
レーダーによる降水分布



降水量予測



50mm/3h以上の確率予測



100mm/3h以上の線状降水帯の予測に成功

2018年猛暑日における東京都市域での弱風・温熱場予測

東京工業大学 坂田弘安, 田村哲郎, 新井舞子, 川口真晴, 河合英徳

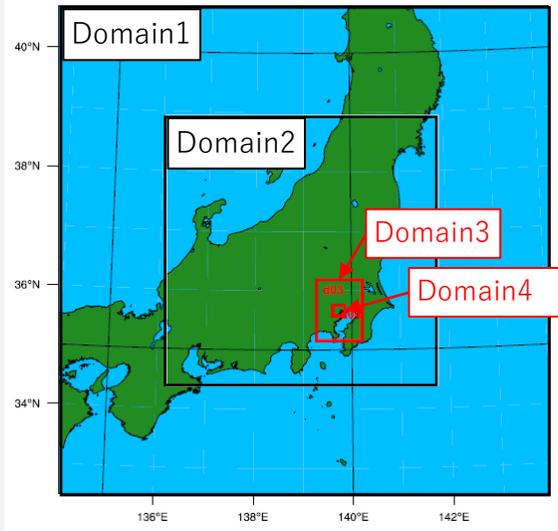
領域気象モデルWRF Version 3.7.1を用いて、WRFおよびWRF-LESの解析を実施。

解析対象：

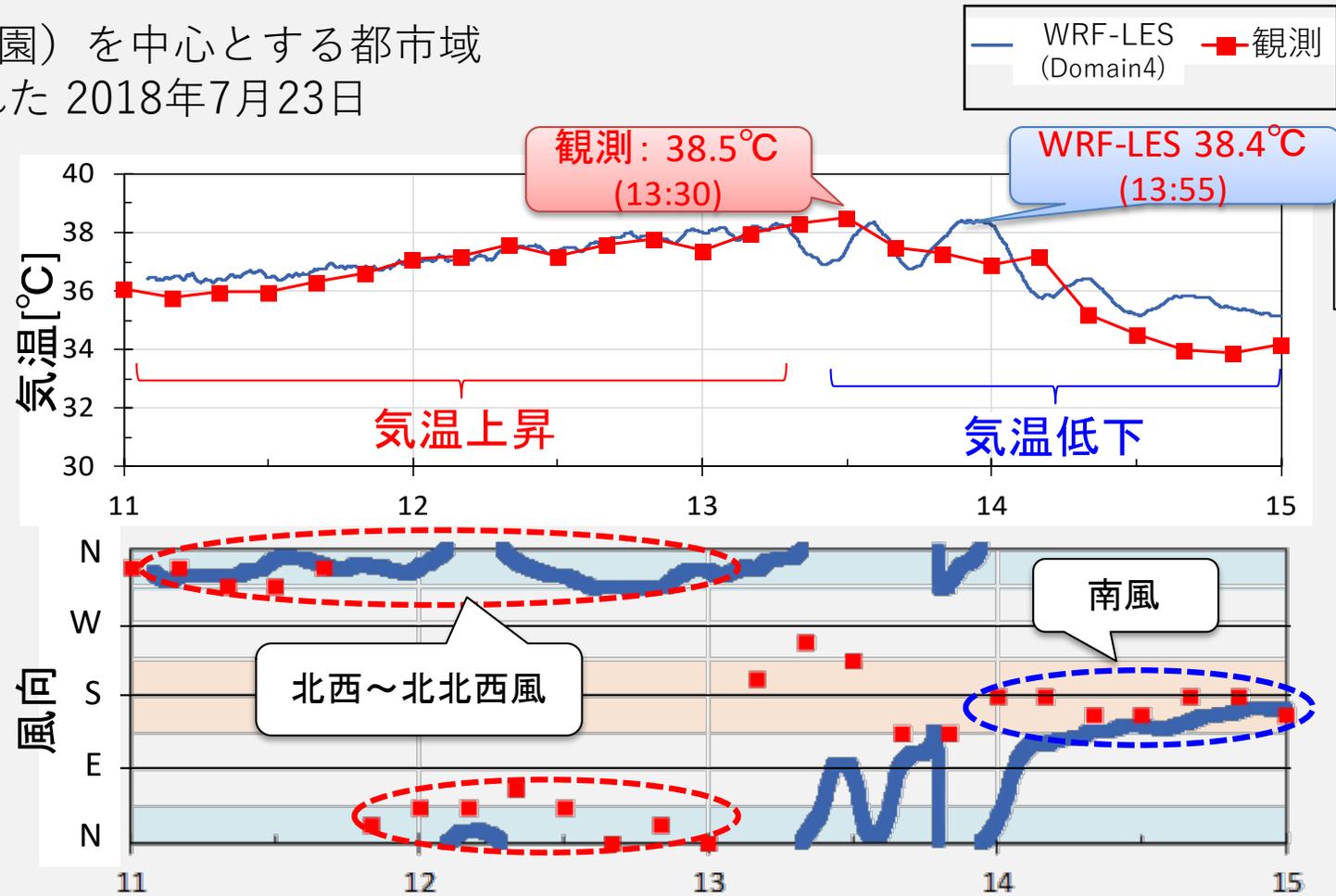
場所：東京管区気象台（北の丸公園）を中心とする都市域

時刻：関東地方で高温が観測された2018年7月23日

最小空間解像度：60m (Domain4)



解析領域（4 Domainネスティング）



東京管区気象台やアメダス観測値との比較検証を実施し、東京都都市域での高温発生状況が再現されていることを確認。

報道

- Le Duc, 大泉伝, 西日本版に球磨川線状降水帯, 読売新聞, 2021年4月2日
- 大泉伝, RCCテレビ特別番組 集中豪雨から命を守る【2021GWスペシャル】, 中国放送, 2021年5月5日
- 川畑拓矢, 大泉伝, Le Duc「半日前予測 気象庁が挑む」日本経済新聞, 2021年6月30日
- 佐藤陽祐, 林修吾, 橋本明弘「豪雨なのに, 雷が頻繁に鳴ったり鳴らなかったりするのなぜ? ~豪雨に伴う雷頻度の違いを数値シミュレーションで再現することに初めて成功~」北海道大学 プレスリリース, 2021年9月6日
- 佐藤陽祐, 林修吾, 橋本明弘, スパコン「富岳」活用__雷頻度の違い解明, 日刊工業新聞, 2021年9月9日
- 川畑拓矢, 台風の進路予測 誤差半分に, 読売新聞, 2021年9月16日
- 佐藤陽祐「スパコン「富岳」が豪雨なのに雷が鳴ったり鳴らなかったりする理由を解明!」ナゾロジー, 2021年9月18日

Weather forecast から
(天気予報)

Impact-based forecast へ
(災害リスク予報)