

2022年度シンポジウム 富岳で見える気象の未来予想図

大規模アンサンブルを用いた 強風発生確率予測

呉 品穎(ウー ピンイン)

気象業務支援センター、気象研究所



2022年台風11号 ひまわり衛星画像
気象庁ホームページより(9/4 11:30)

目次

2

導入

- 天気予報の未来像：決定論的 ⇒ 確率情報
- 富岳で見た未来：新しい価値を生み出す大アンサンブル

研究内容・結果

- 大規模、高解像度アンサンブルを用いた強風発生確率予測

導入 (I)

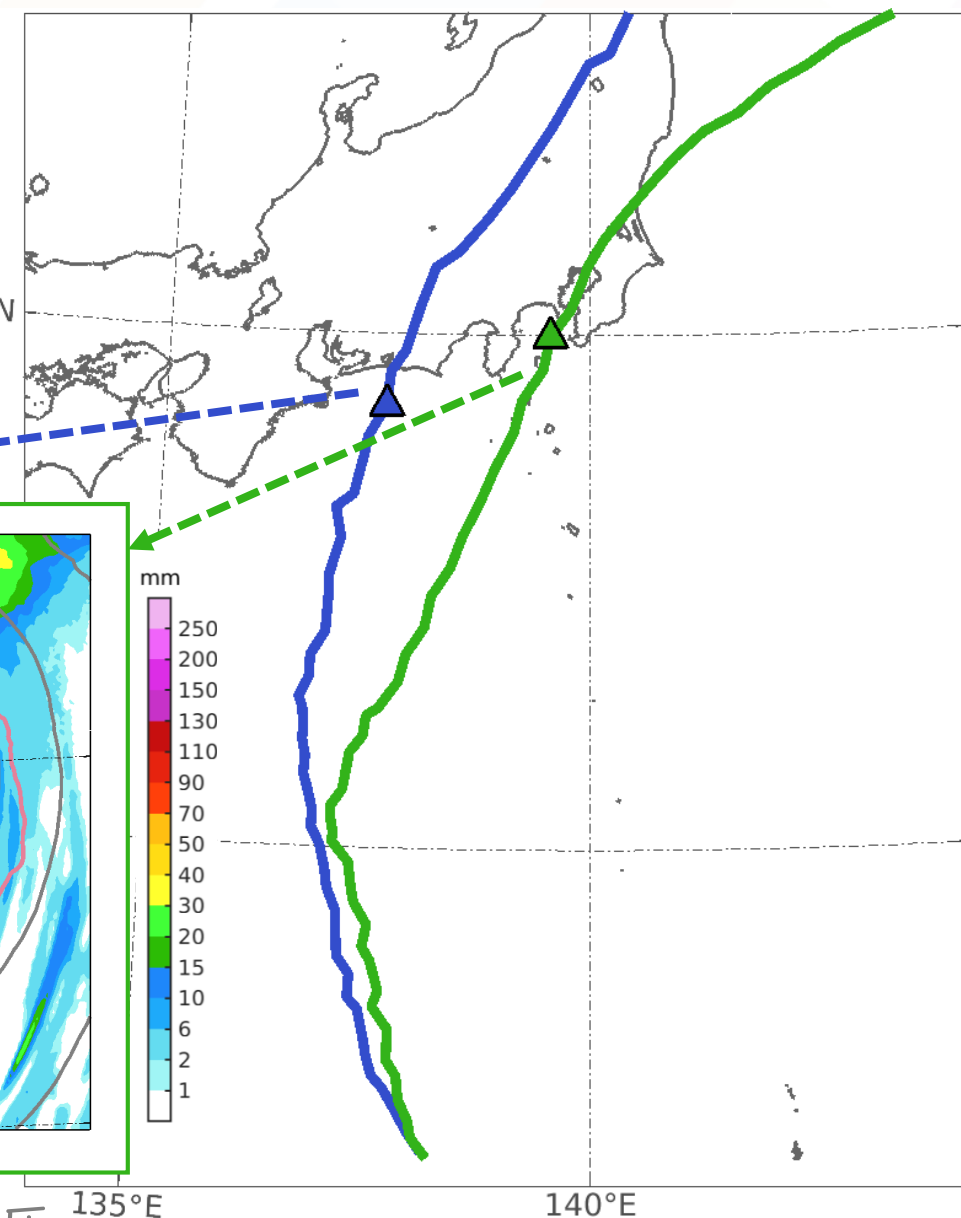
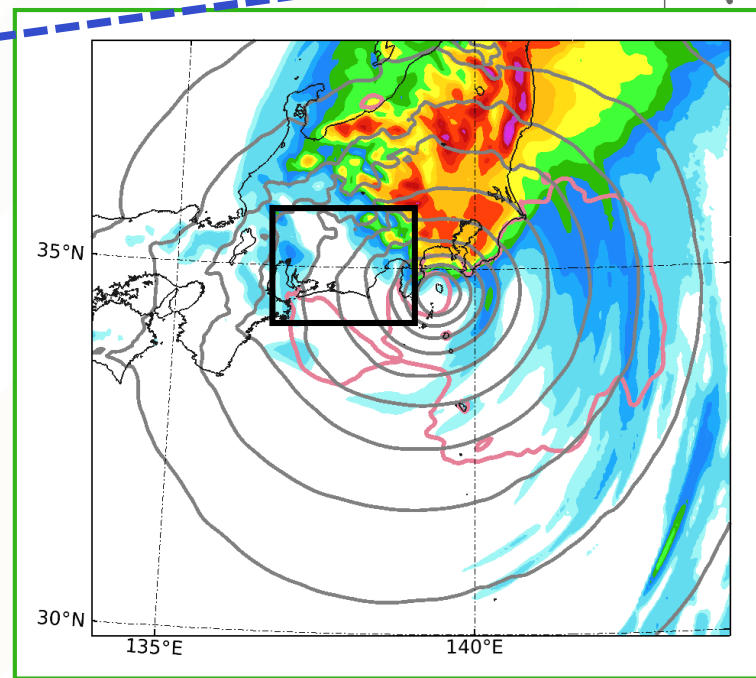
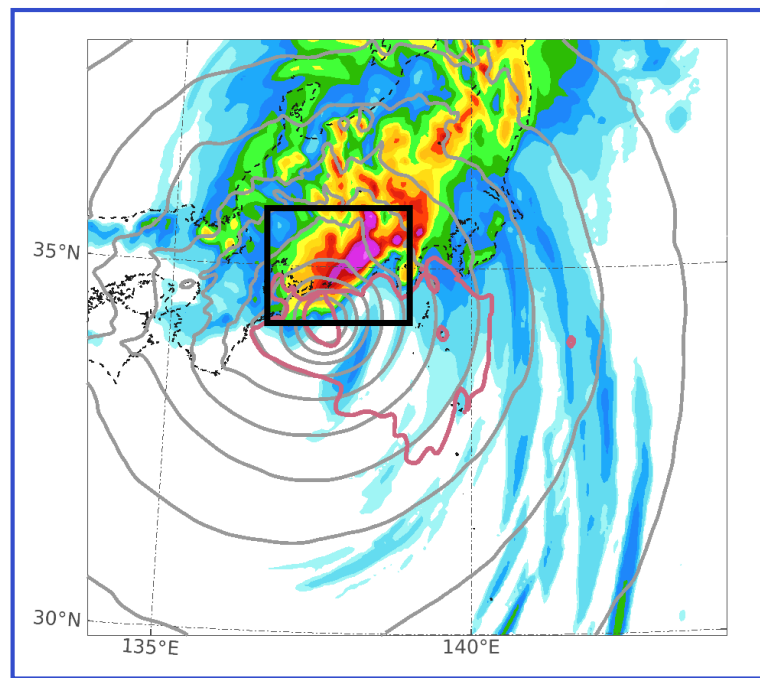
天気予報の未来像：決定論的 ⇒ 確率情報

なぜ確率情報は重要なのか
台風予報における確率情報

なぜ確率情報は重要なのか

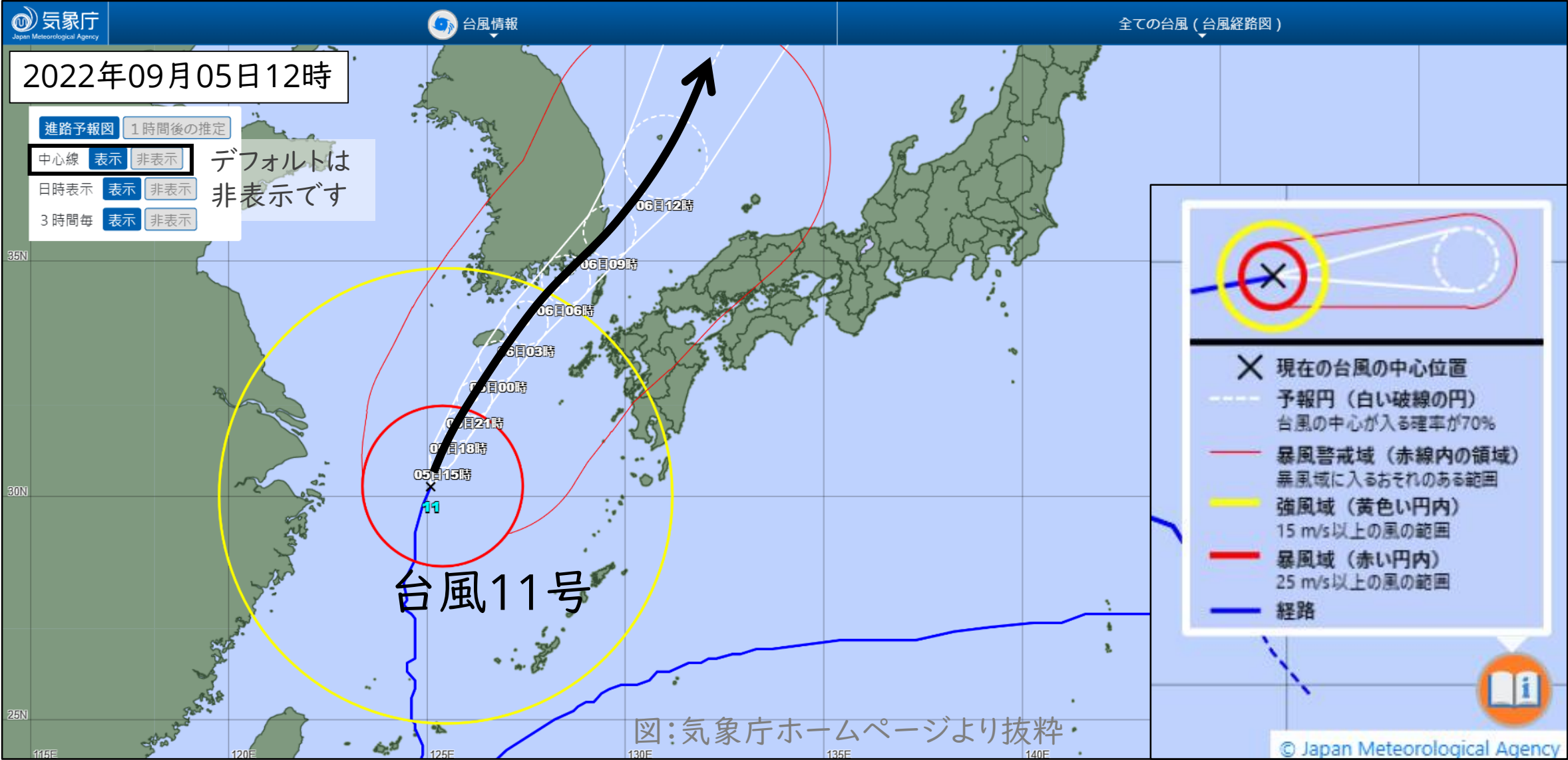
- 大気はカオスな性質を持っている
- 予報は必ず不確実性を含む

色付け: 3時間積算雨量

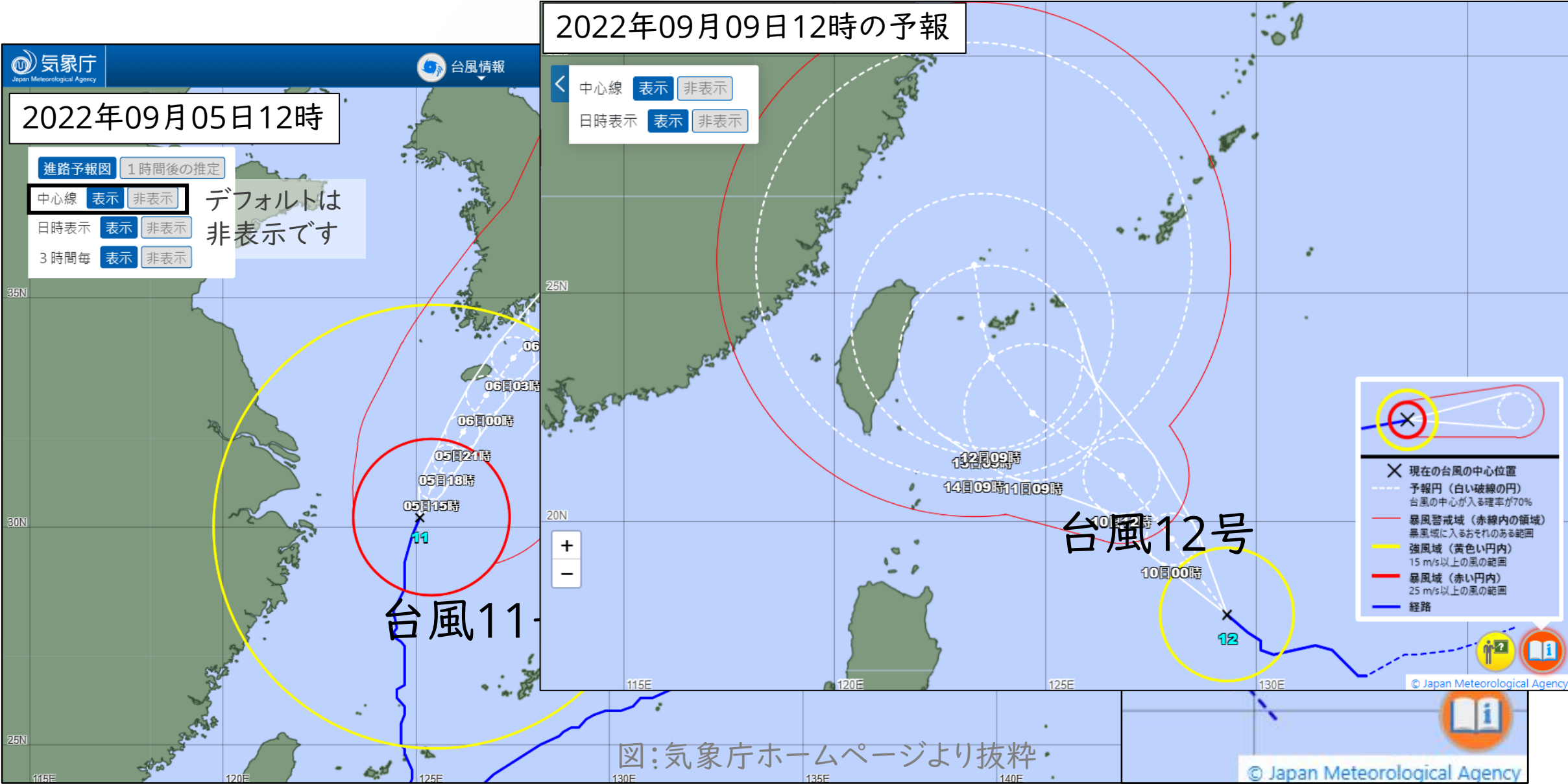


ピンク色コンター: 暴風域 ($>25\text{m/s}$) 灰色コンター: 海面気圧

台風予報における確率情報

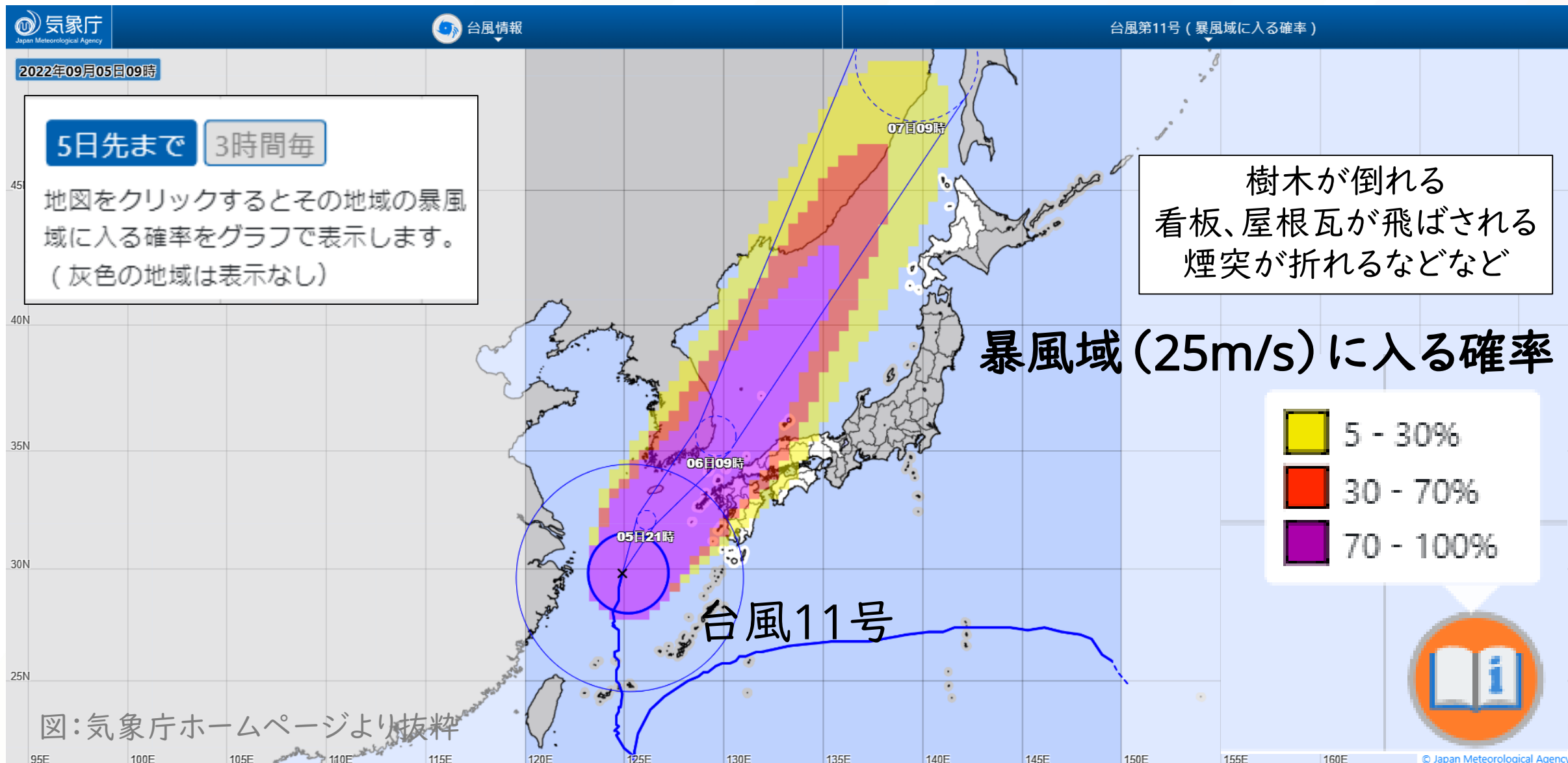


台風予報における確率情報



台風予報における確率情報

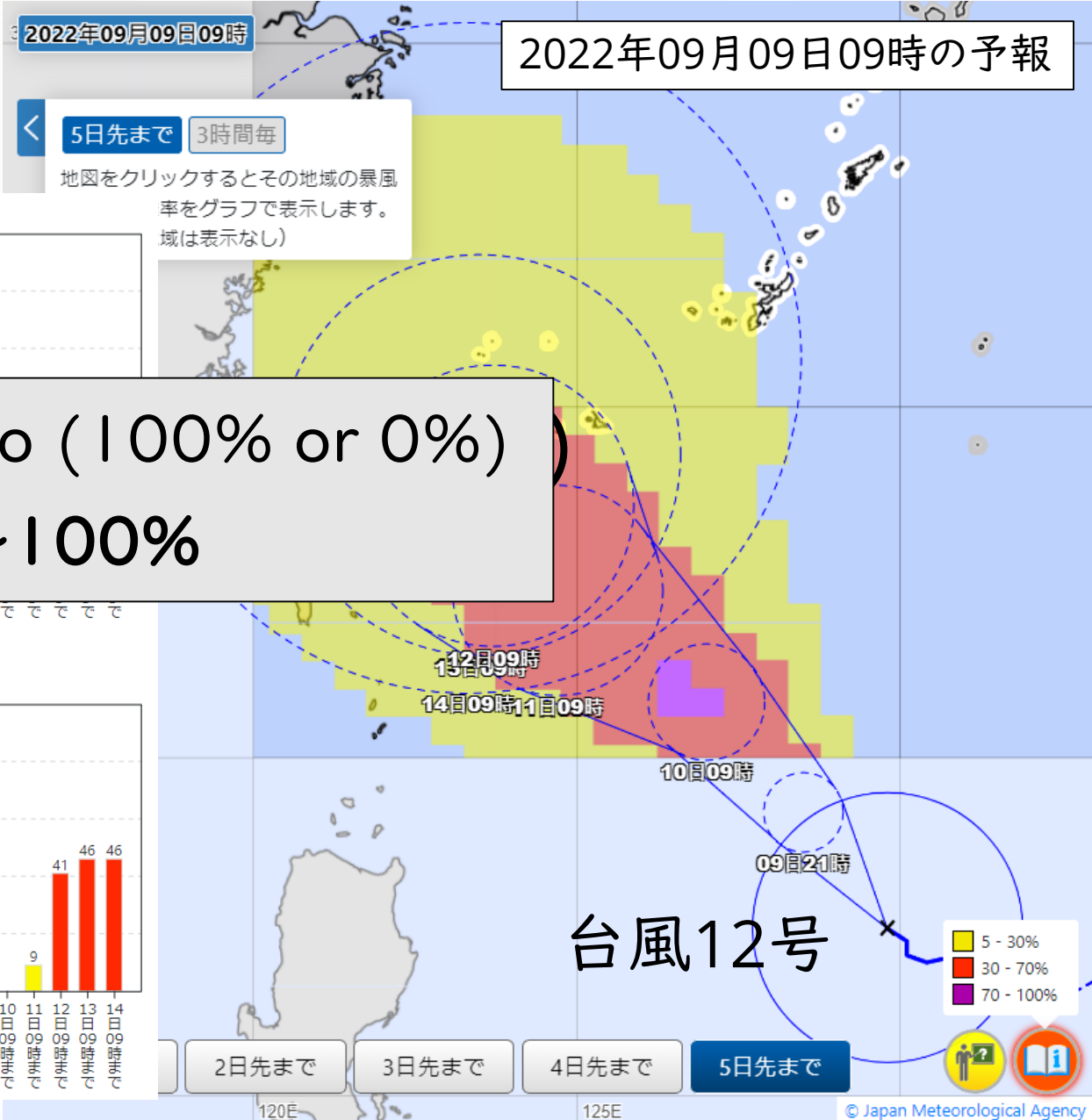
7



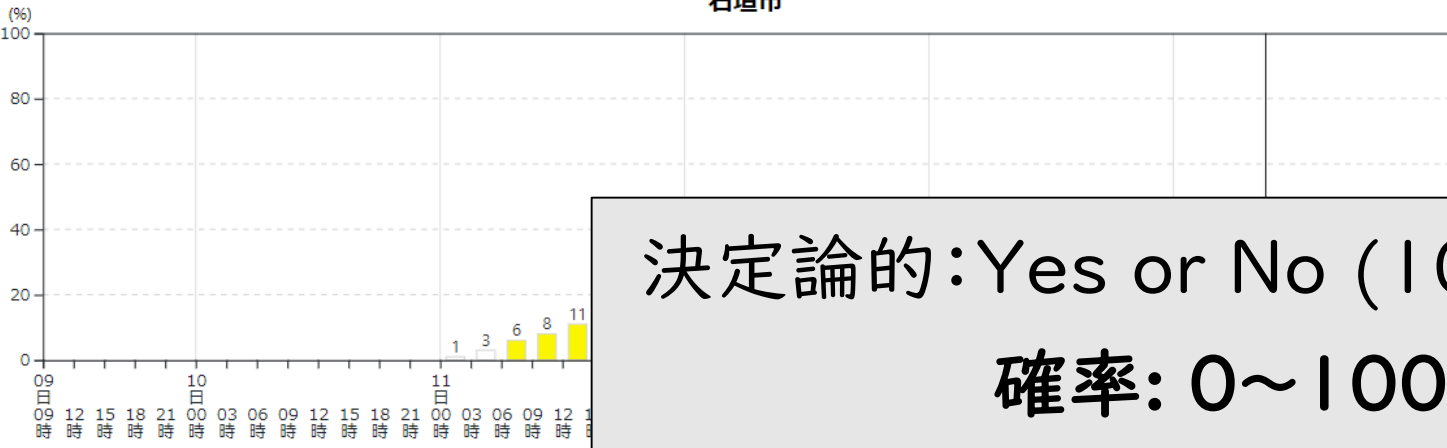
台風予報における確率情報

図：気象庁ホームページより抜粋

2022年09月09日09時の予報

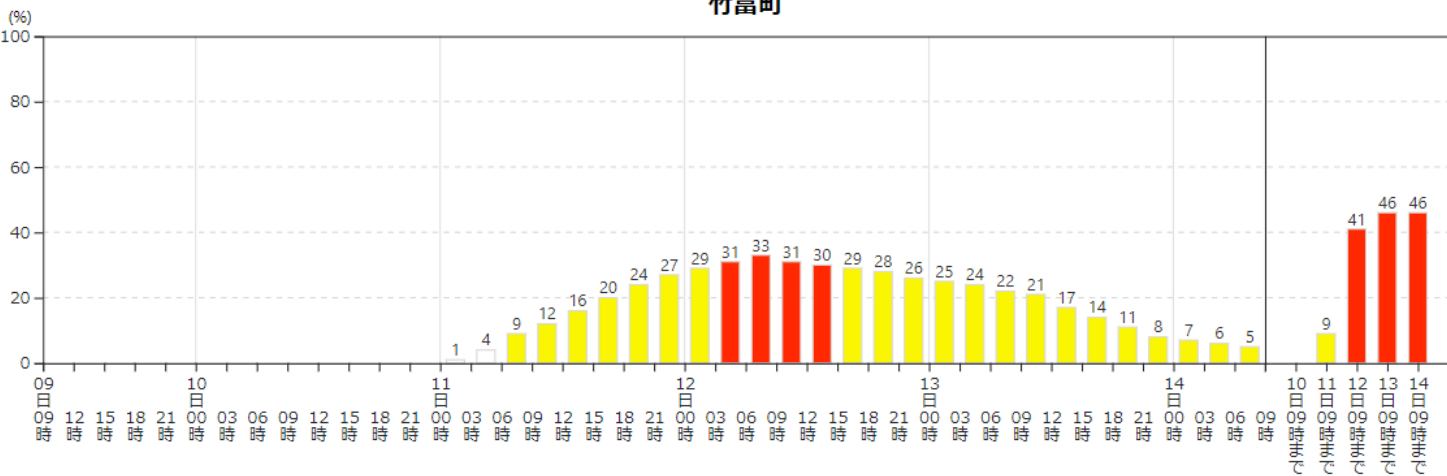


石垣市



決定論的: Yes or No (100% or 0%)
確率: 0~100%

竹富町



導入(II)

富岳で見た未来： 新しい価値を生み出す大アンサンブル

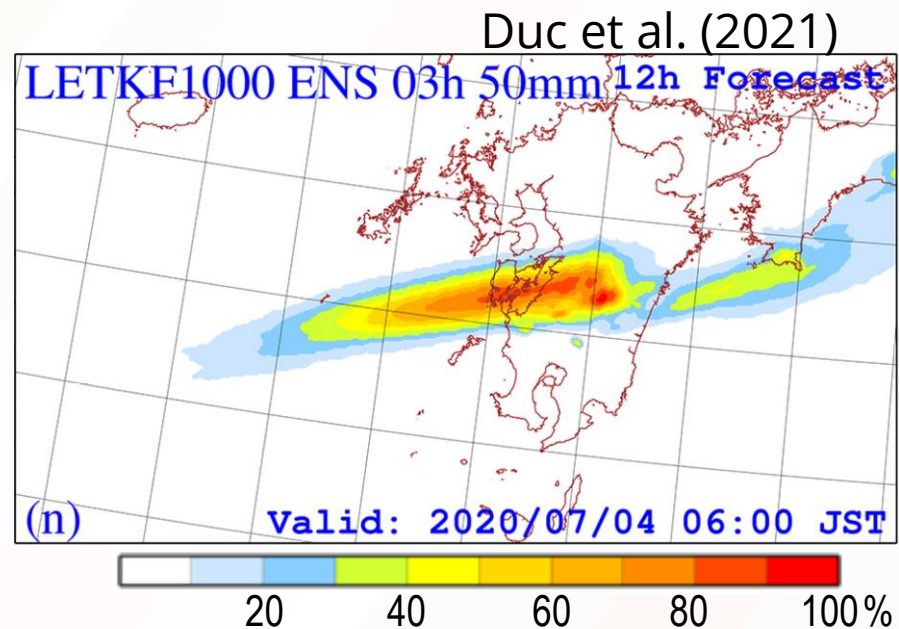
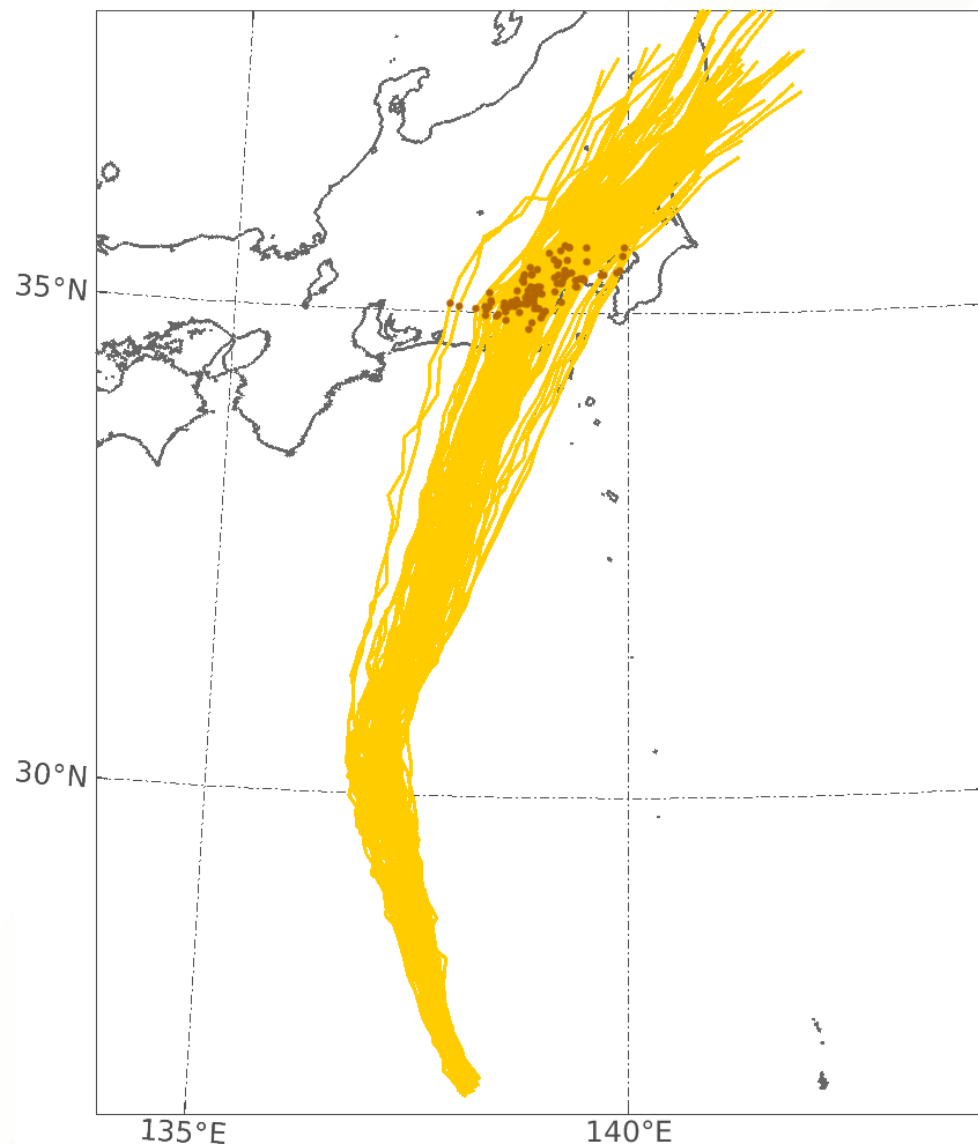
アンサンブルが教えてくれること

天気予報の役割

アンサンブルで生み出される新しい価値

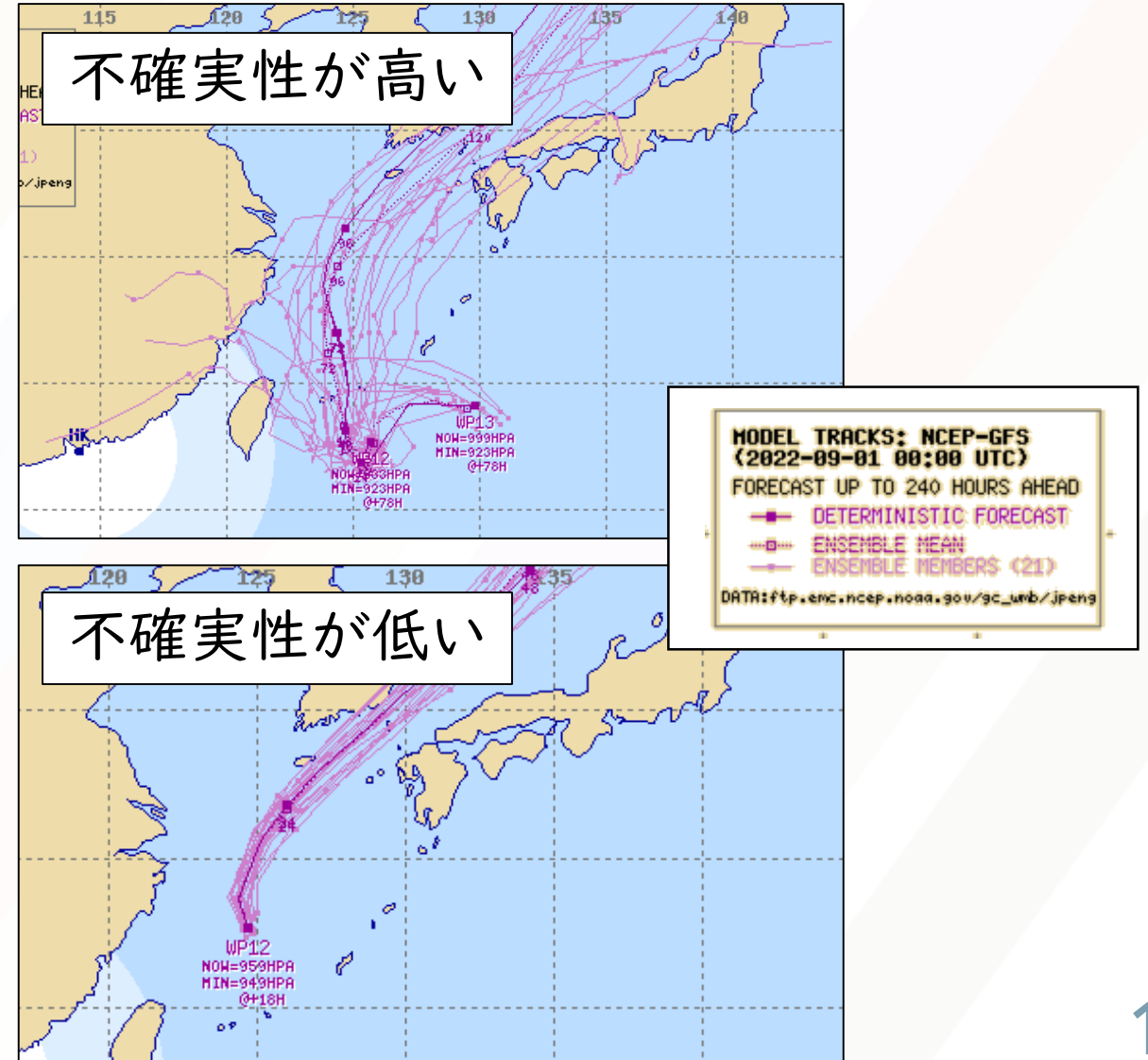
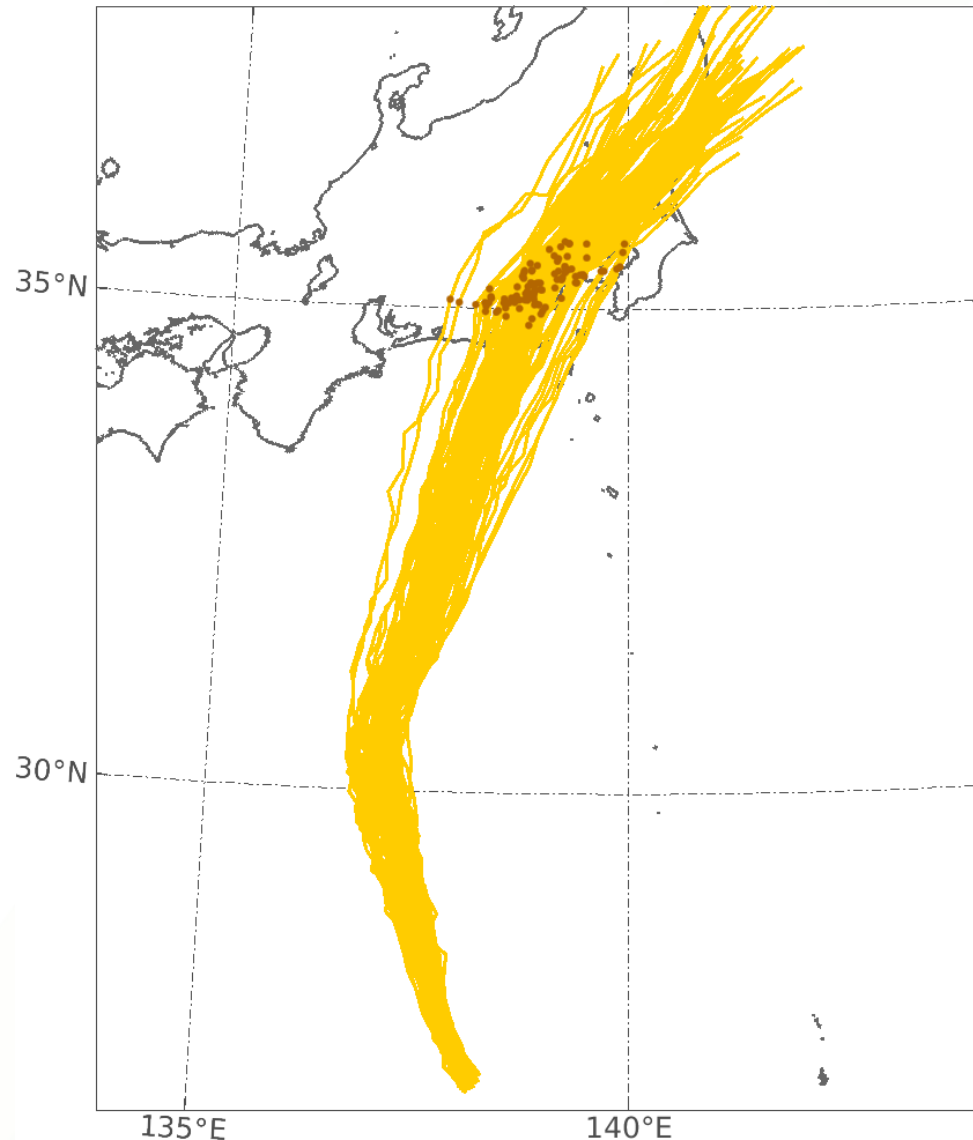
アンサンブルが教えてくれること(I): 確率情報

10



1000個のメンバーの中で8割(800個)のメンバーが50mm/3h以上の大雨を予測した

アンサンブルが教えてくれること(II) : 不確実性のレベル



天気予報の役割

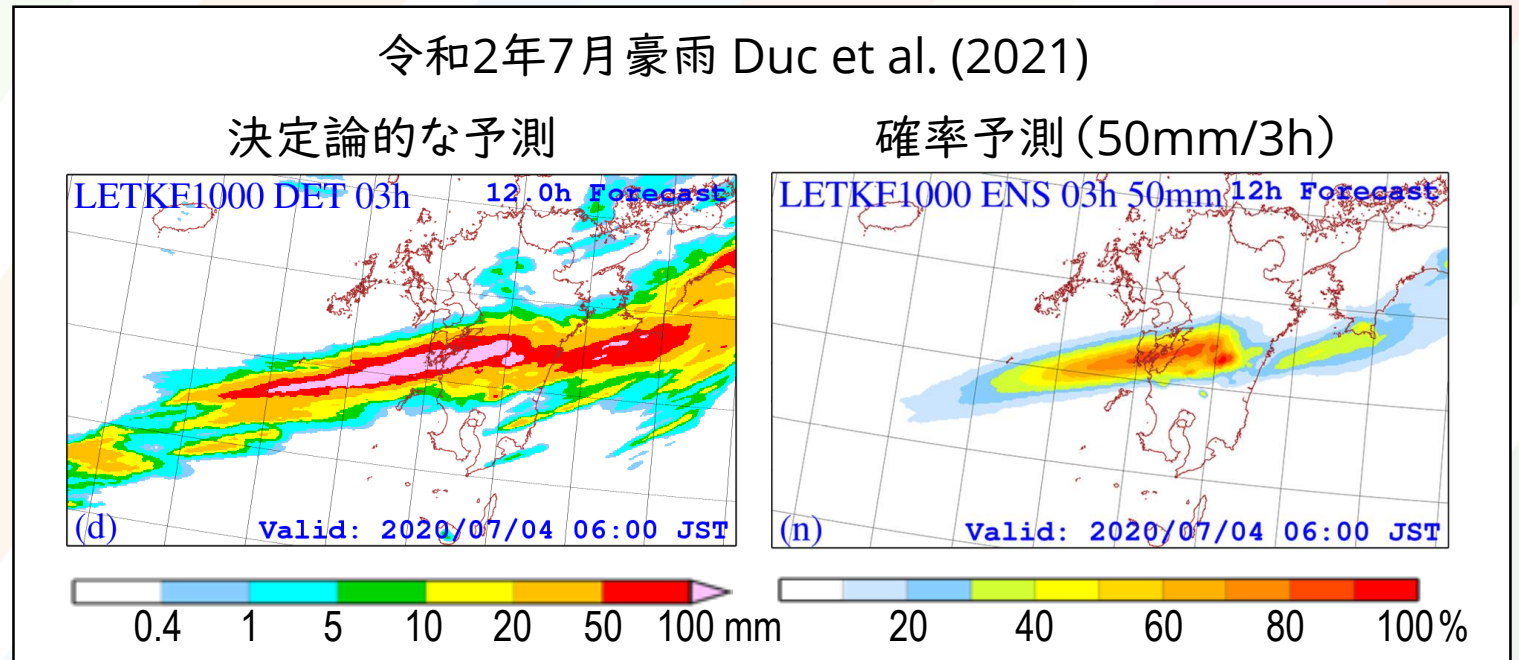
12

- リスク管理 → 災害を起こす天気現象の予報は大事
- 災害といえば、、、
 - 大雨
 - 強風

天気予報の役割

13

- リスク管理 → 災害を起こす天気現象の予報は大事
- 災害といえば、、、
 - 大雨 → 1000-アンサンブルによる線状降水帯予測
 - 強風 ?



天気予報の役割

- リスク管理 → 災害を起こす天気現象の予報は大事
- 災害といえば、、、

強風による災害

令和元年房総半島台風

電柱が倒壊、損傷; 停電、断水; 家屋被害...

著作権の制限のため公開できません。
下記URLにご参照ください。

<https://www.bo-sai.co.jp/t15.html>

2018年台風21号

関空連絡橋衝突事故、京都駅の屋根・天井崩落

著作権の制限のため公開できません。
下記URLにご参照ください。

<https://www.bbc.com/japanese/45416985>

アンサンブルで生み出される新しい価値

15

- ・ 現業機関でも大規模、高解像度アンサンブルが行えるようになったら、..

NOW: 統計+予報官主観判断
→ 真円

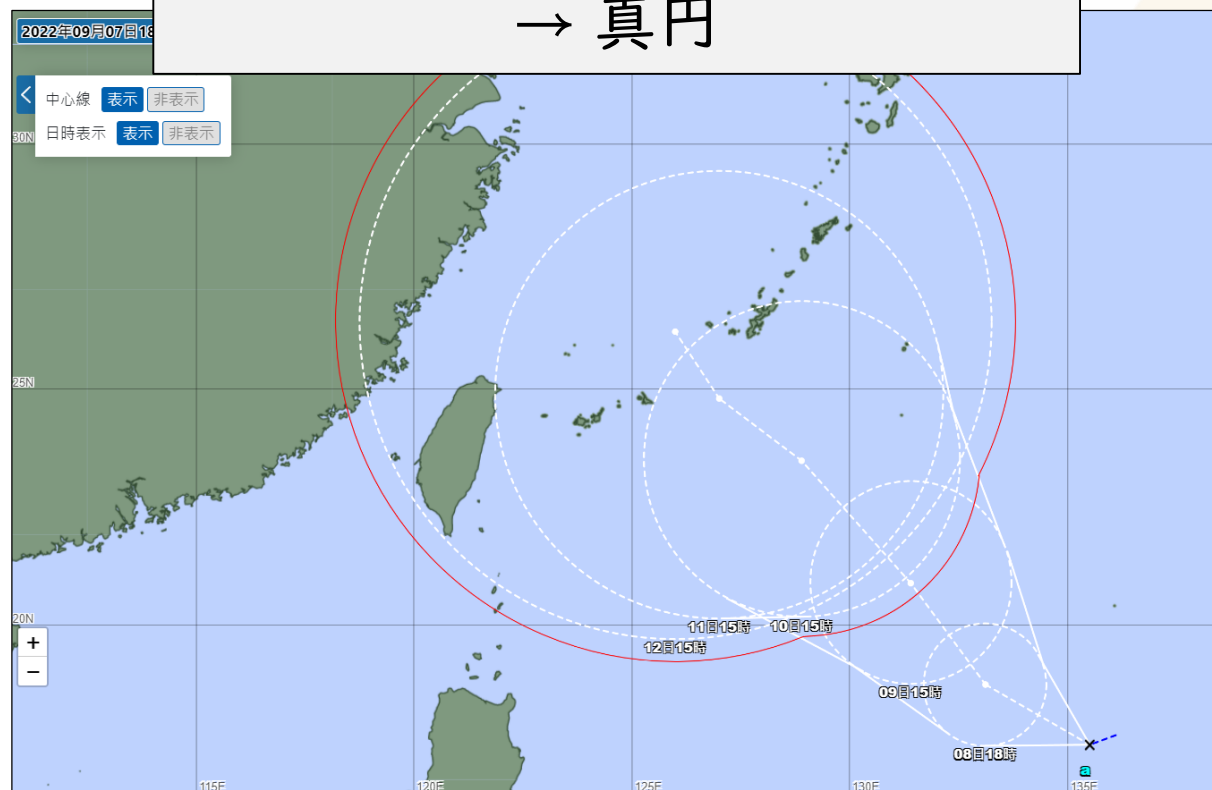
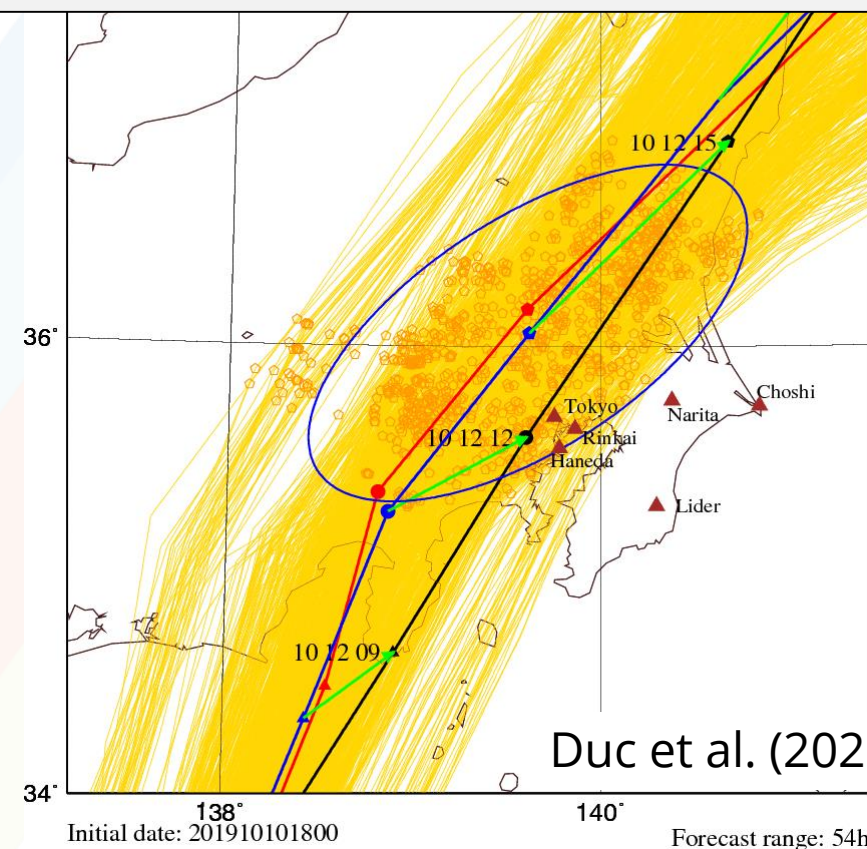


図: 気象庁ホームページより抜粋

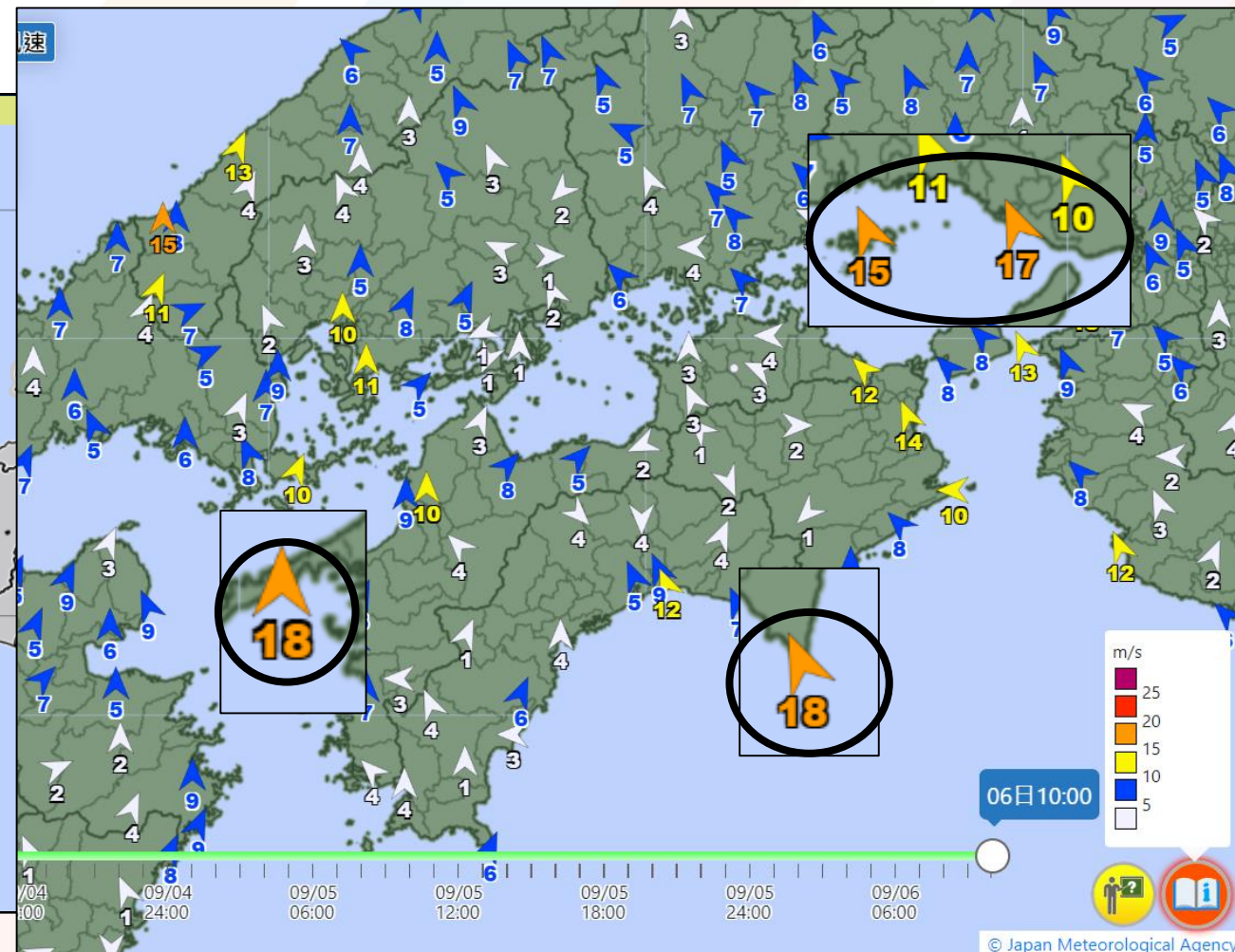
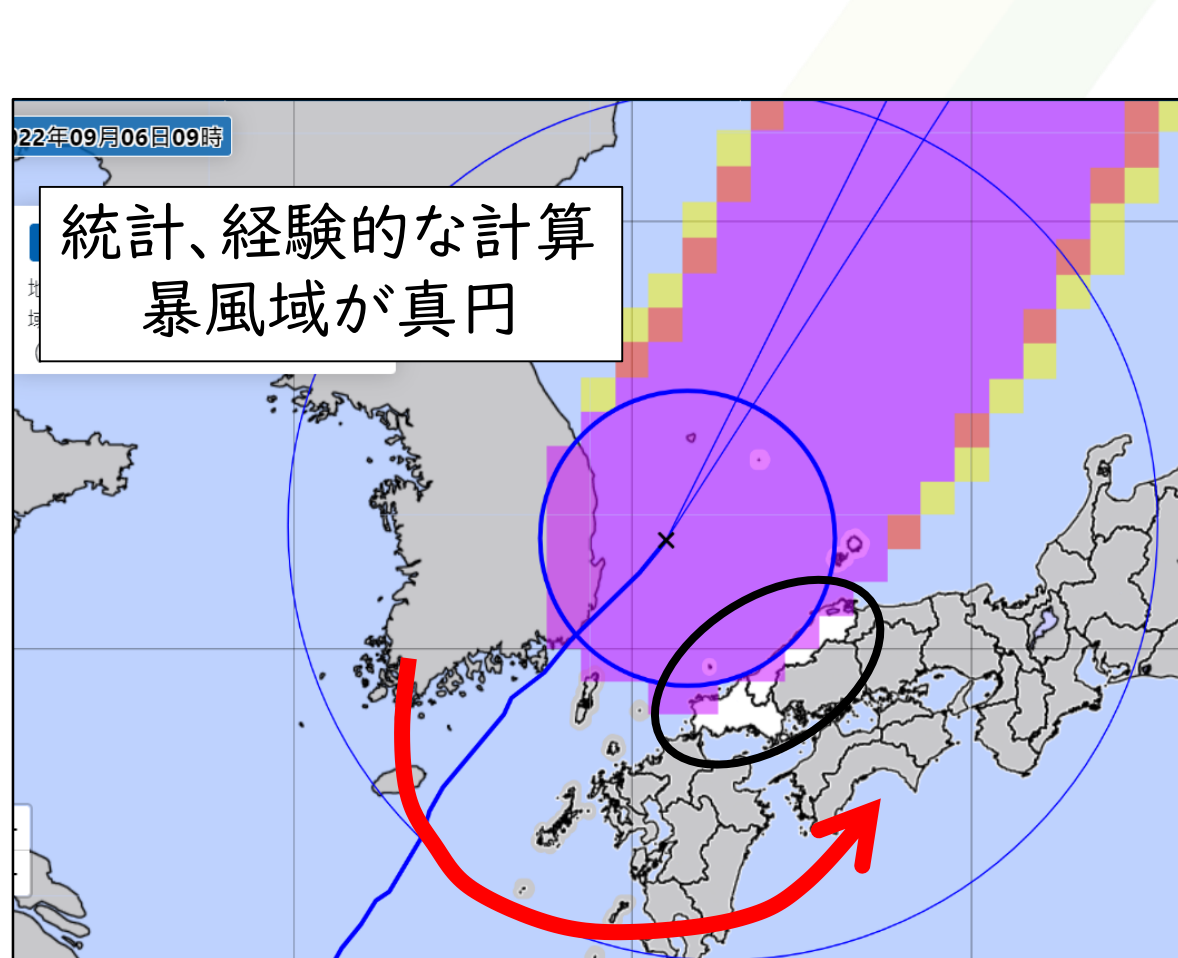
FUTURE: アンサンブルを使う
→ 楕円



アンサンブルで生み出される新しい価値

16

- ・ 現業機関でも大規模、高解像度アンサンブルが行えるようになったら、..



図：気象庁ホームページより抜粋

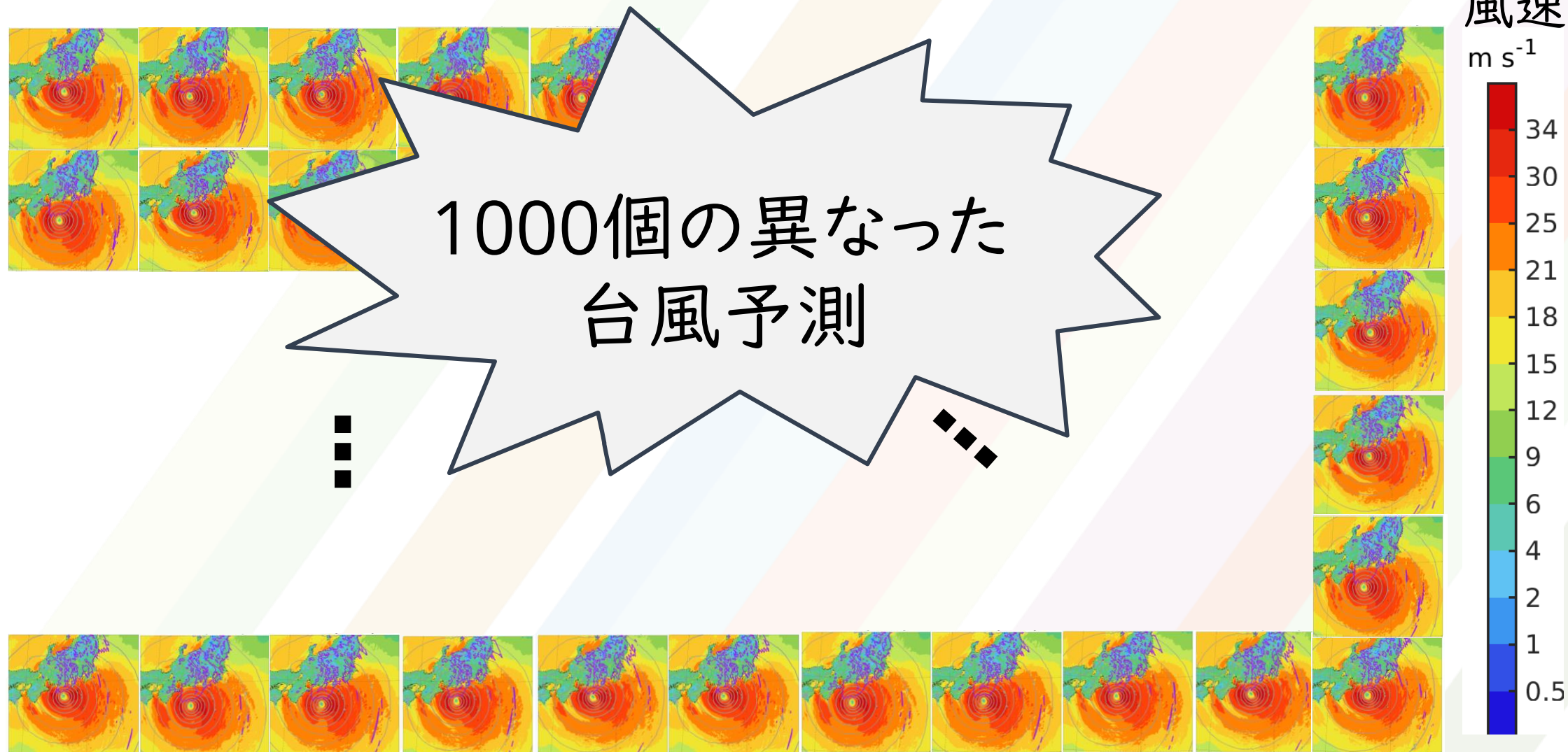
アンサンブルで生み出される新しい価値

17

- 現業機関でも大規模、高解像度アンサンブルが行えるようになったら、、

風速

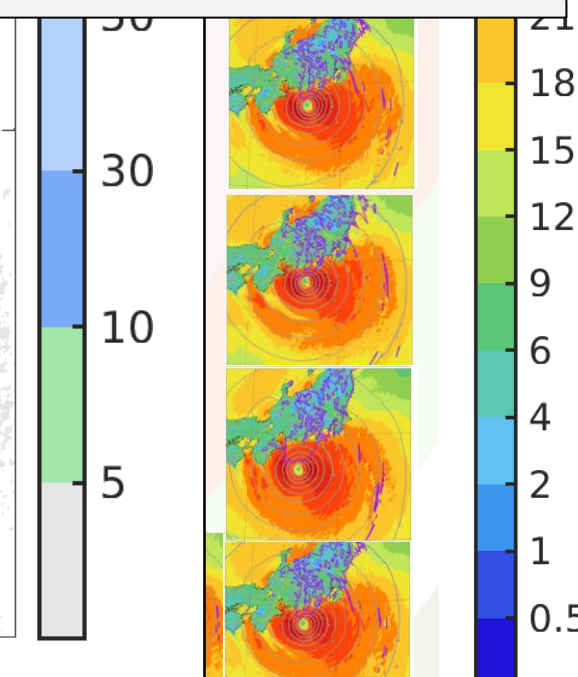
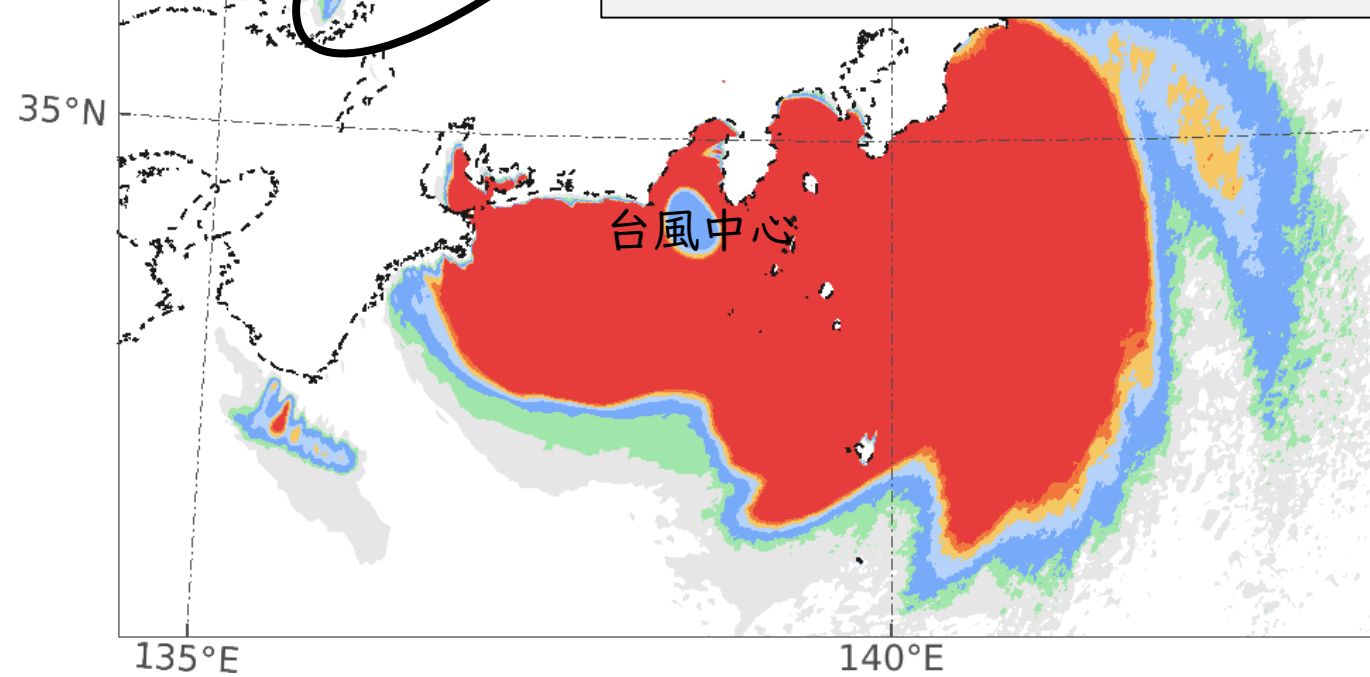
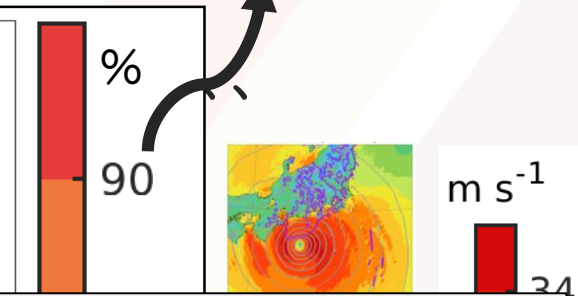
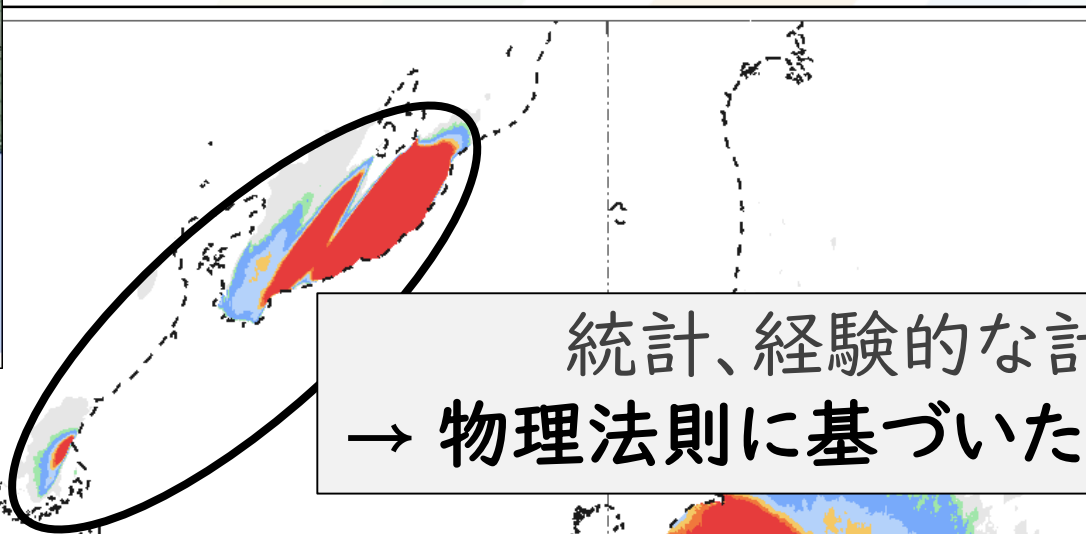
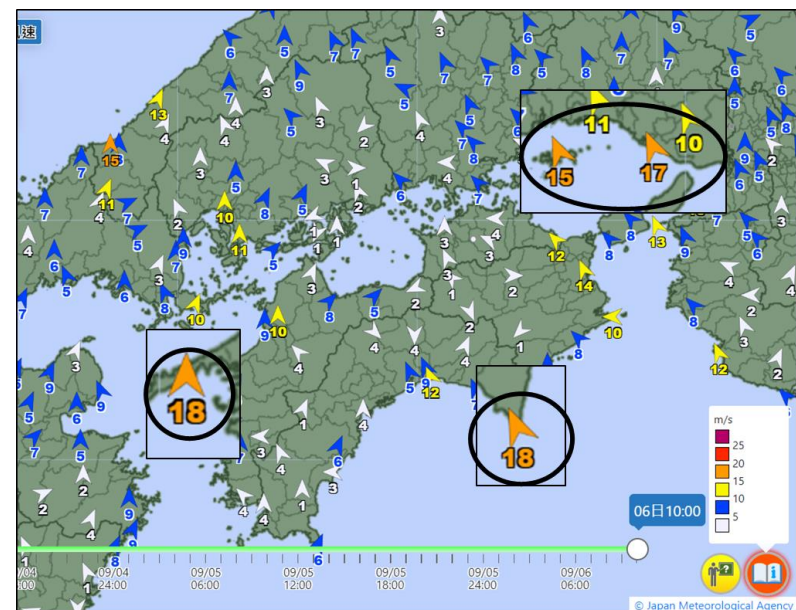
m s^{-1}



見出される新しい価値

90%のメンバーが暴風
($>25\text{m/s}$)を予測した

統計、経験的な計算(真円)
→ 物理法則に基づいた計算(流れ依存)



研究内容・結果

大規模、高解像度アンサンブルを用いた 強風発生確率予測

事例紹介

アンサンブルシミュレーション実験紹介

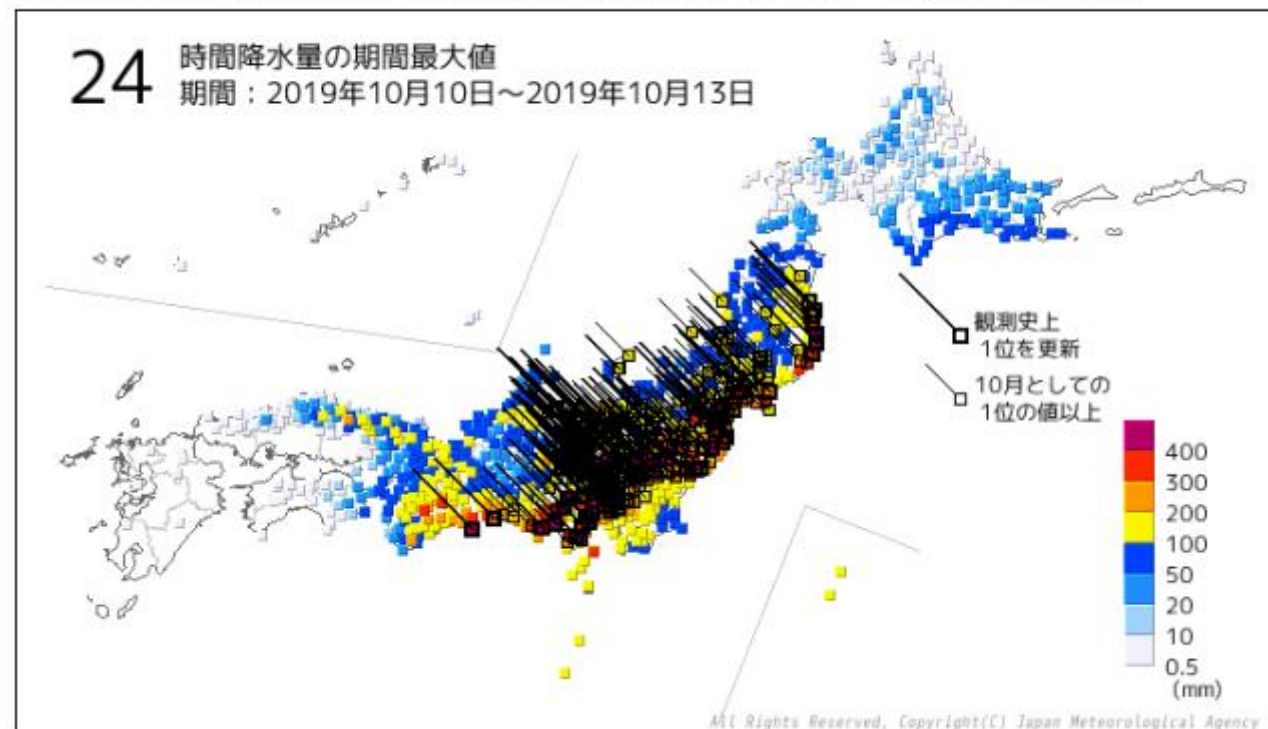
強風発生確率予測

事例紹介

20

・2019年台風第19号（令和元年東日本台風）

24 時間降水量の期間最大値の分布図(10 月 10 日 0 時～10 月 13 日 24 時)



著作権の制限のため公開できません。
下記URLにご参照ください。

毎日新聞「台風19号 東日本縦断 35人死亡
18人不明 6県21河川決壊 土砂災害56件」
<https://mainichi.jp/articles/20191014/ddm/001/040/158000c>

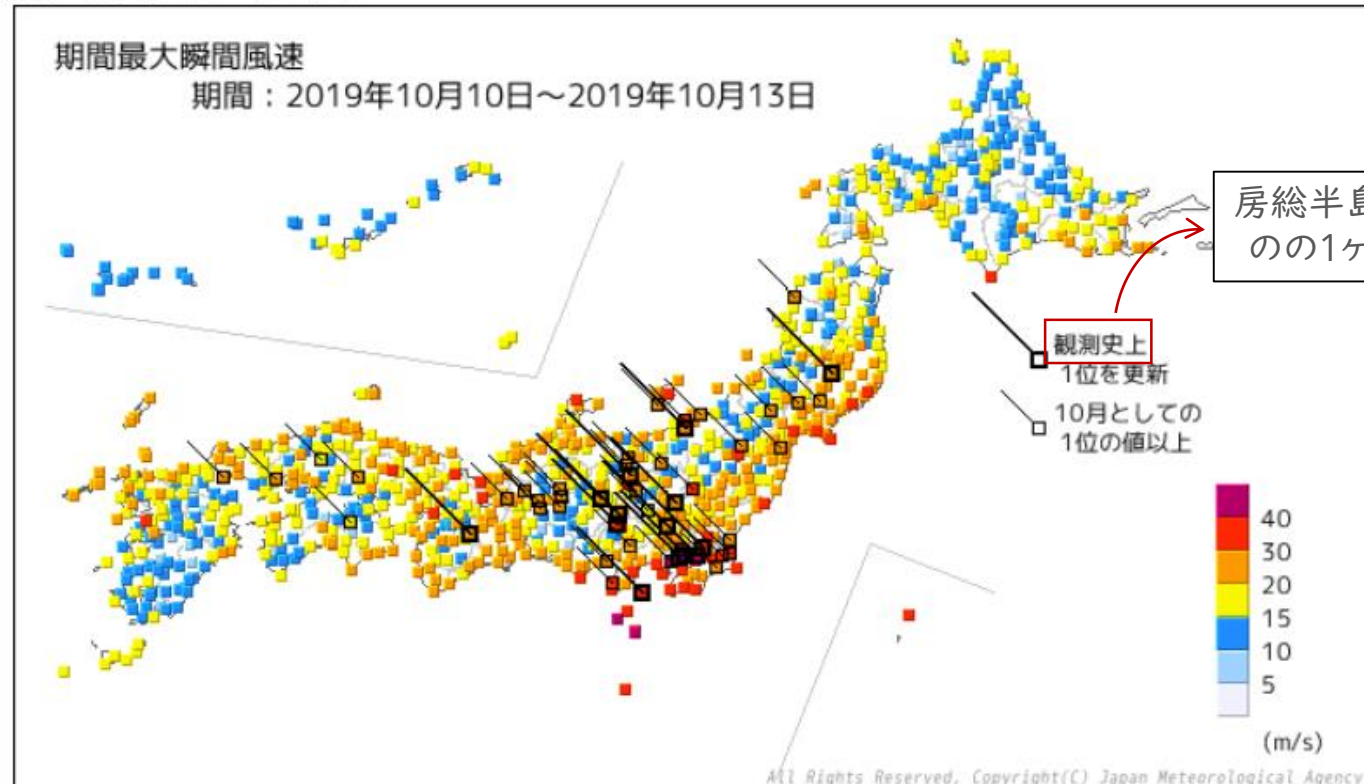
気象庁発表資料「台風第19号による大雨、暴風等」より抜粋

https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun_sokuji20191010-1013.pdf

・2019年台風第19号（令和元年東日本台風）

24 時間降水量の期間最大値の分布図(10 月 10 日 0 時～10 月 13 日 24 時)

最大瞬間風速の分布図



著作権の制限のため公開できません。
下記URLにご参照ください。

日新聞「台風19号 東日本縦断 35人死亡
8人不明 6県21河川決壊 土砂災害56件」
[://mainichi.jp/articles/20191014/ddm/001/040/158000c](https://mainichi.jp/articles/20191014/ddm/001/040/158000c)

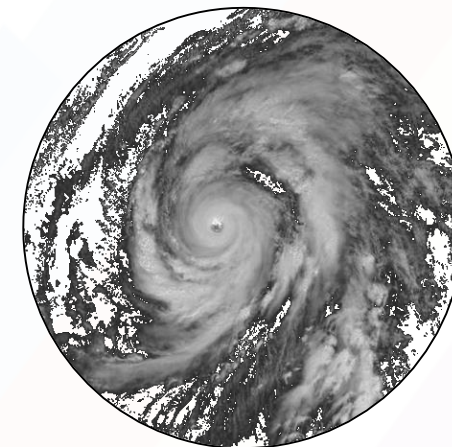
気象庁発表資料「台風第19号による大雨、暴風等」より抜粋

https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun_sokuji20191010-1013.pdf

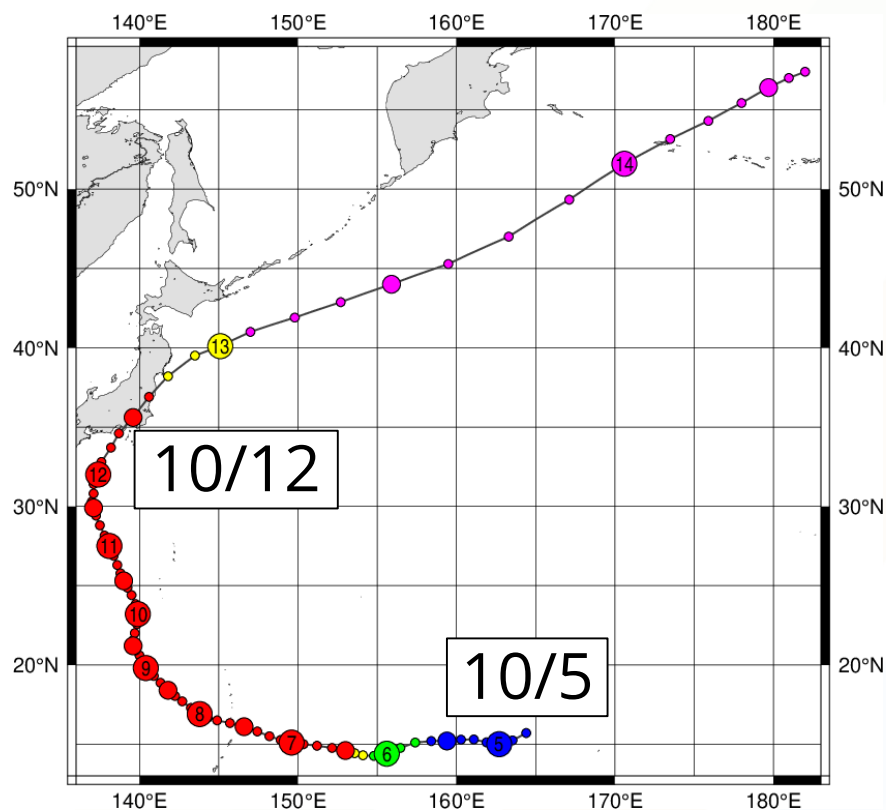
事例紹介

22

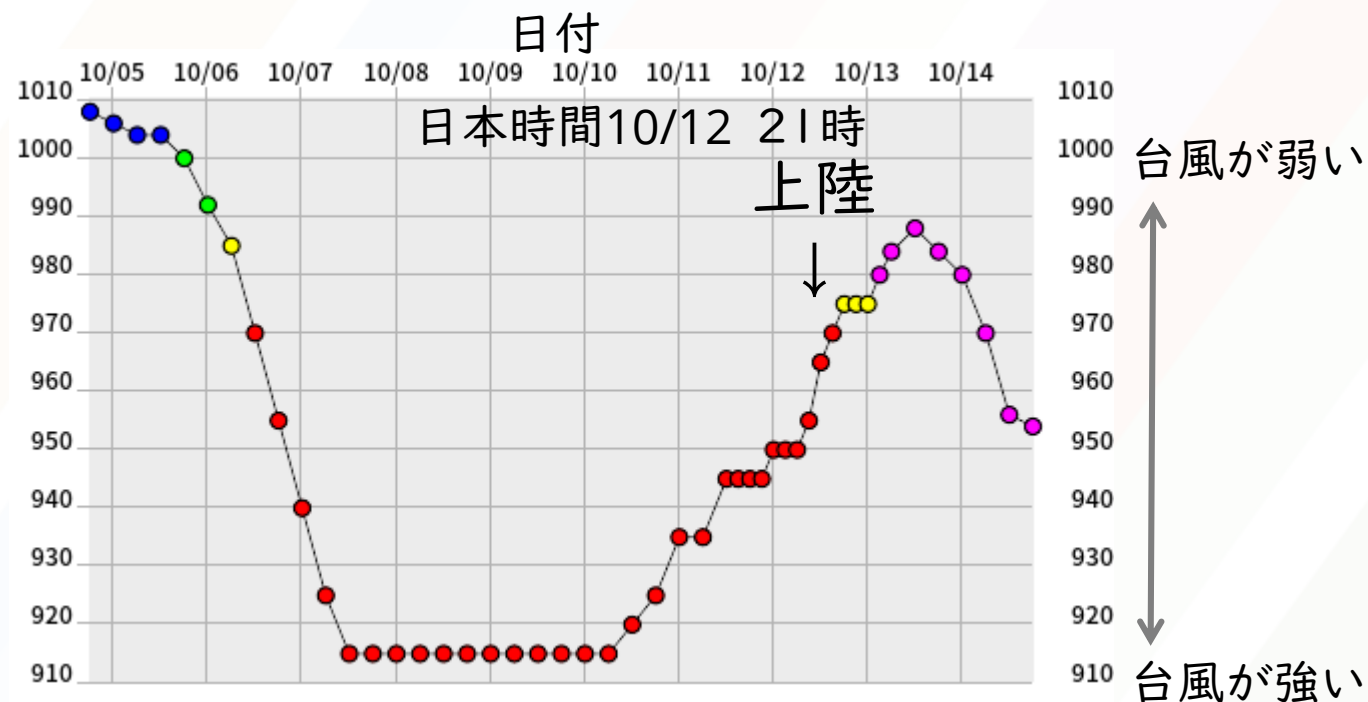
- 2019年台風第19号（令和元年東日本台風）



経路



中心気圧

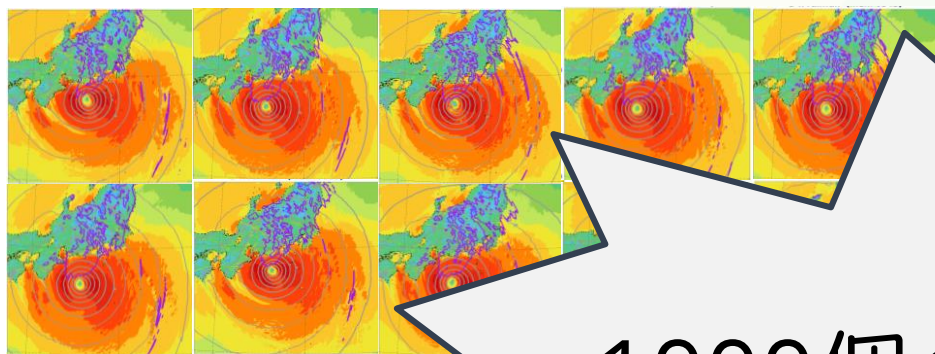


図(経路、中心気圧、衛星画像): デジタル台風より

アンサンブルシミュレーション実験

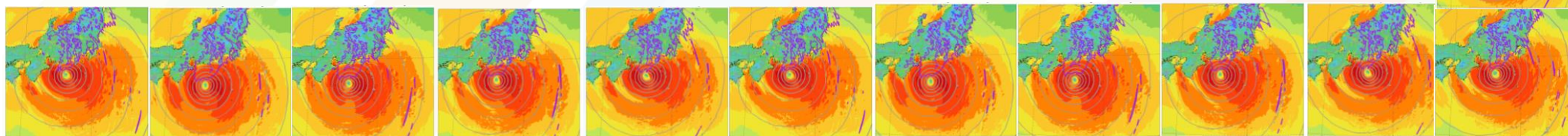
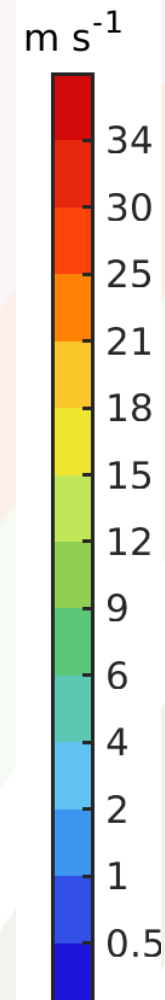
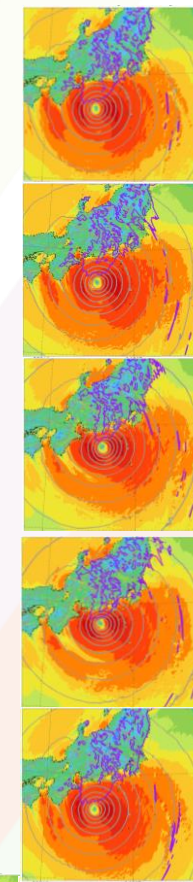
23

- 2019年台風第19号（令和元年東日本台風）



1000個の台風19号！

...

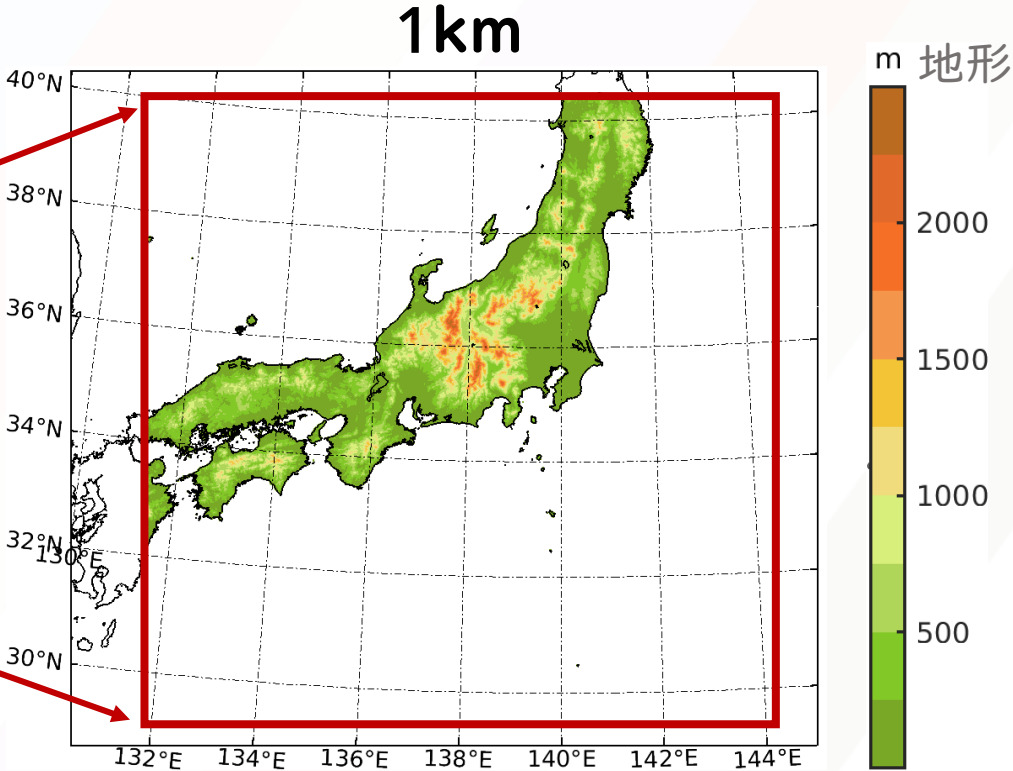
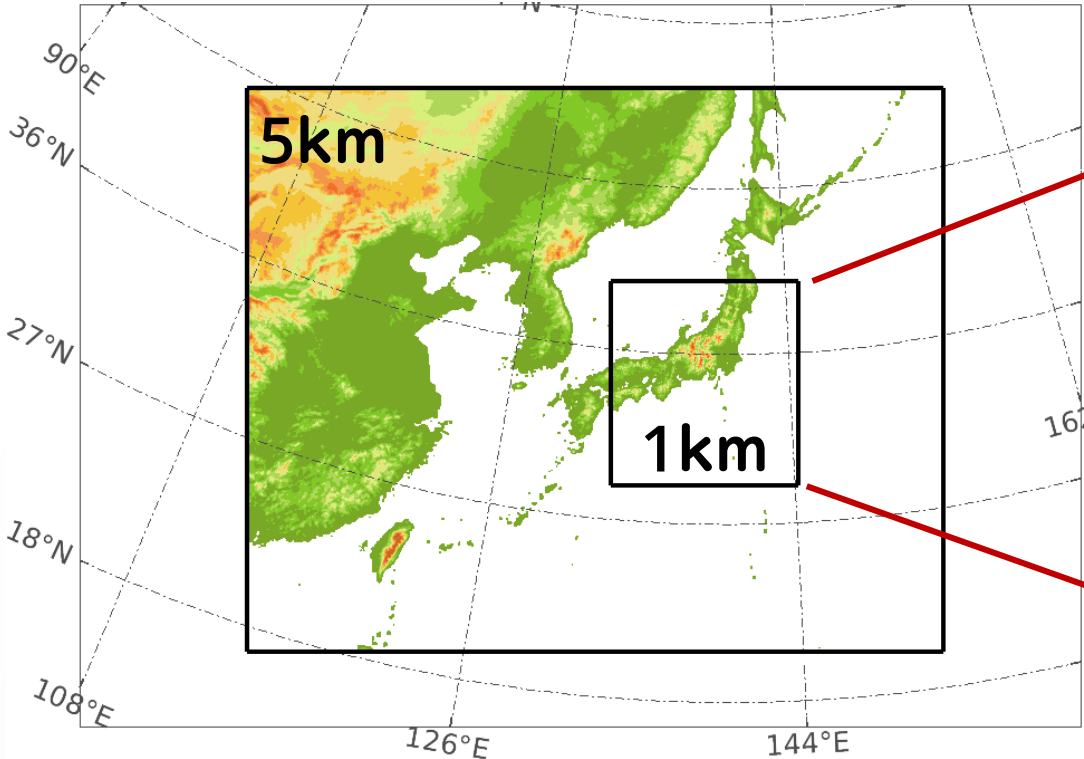


1000-メンバーアンサンブル実験：設定

気象庁 メソモデル: 5 km
局地モデル: 2 km

	5-km メッシュ (Duc et al. 2021)	1-km メッシュ
初期値	データ同化サイクルによる解析値	5km実験50メンバー + ランダム摂動
境界値	気象庁GSM (全球モデル) アンサンブル	
格子点数	水平817×661;鉛直50層	水平1101×1201;鉛直60層

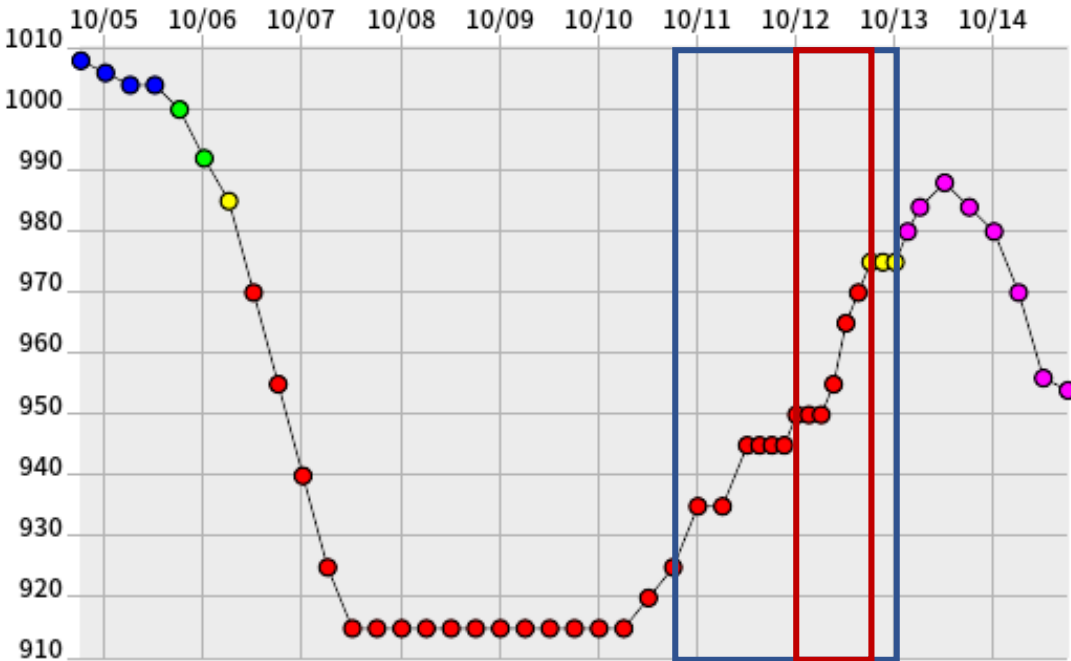
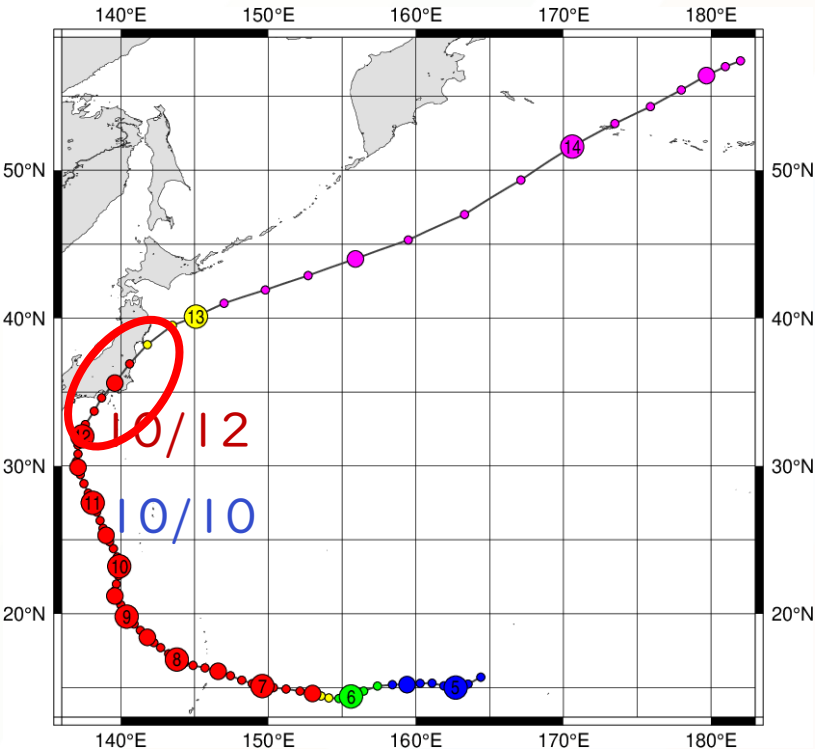
計算領域



1000-メンバーアンサンブル実験：設定

	5-km メッシュ (Duc et al. 2021)	1-km メッシュ
初期値	データ同化サイクルによる解析値	5km実験50メンバー + ランダム摂動
境界値	気象庁GSM (全球モデル) アンサンブル	
格子点数	水平817×661;鉛直50層	水平1101×1201;鉛直60層
積分期間	10/10 1800 UTC～ (54時間)	10/12 0000UTC～ (18時間)

日本時間10/12 9時～



5km 1km

図：デジタル台風より

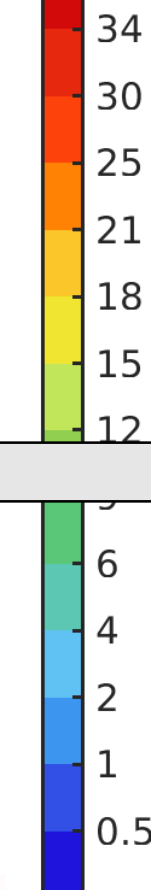
強風発生確率予測 (1km実験)

26

風速予測

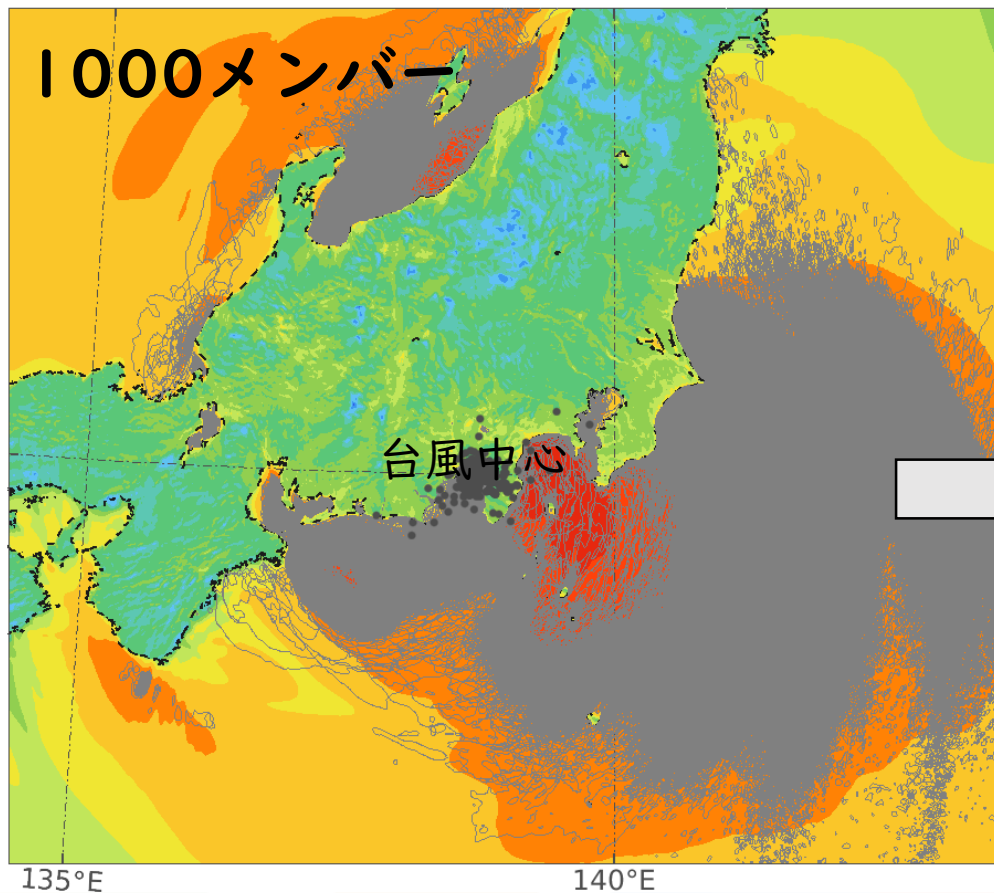
色付け: 1000-メンバーアンサンブル平均
灰色コンター: 各メンバーの暴風域 (25m/s)

m s^{-1}



1000メンバー

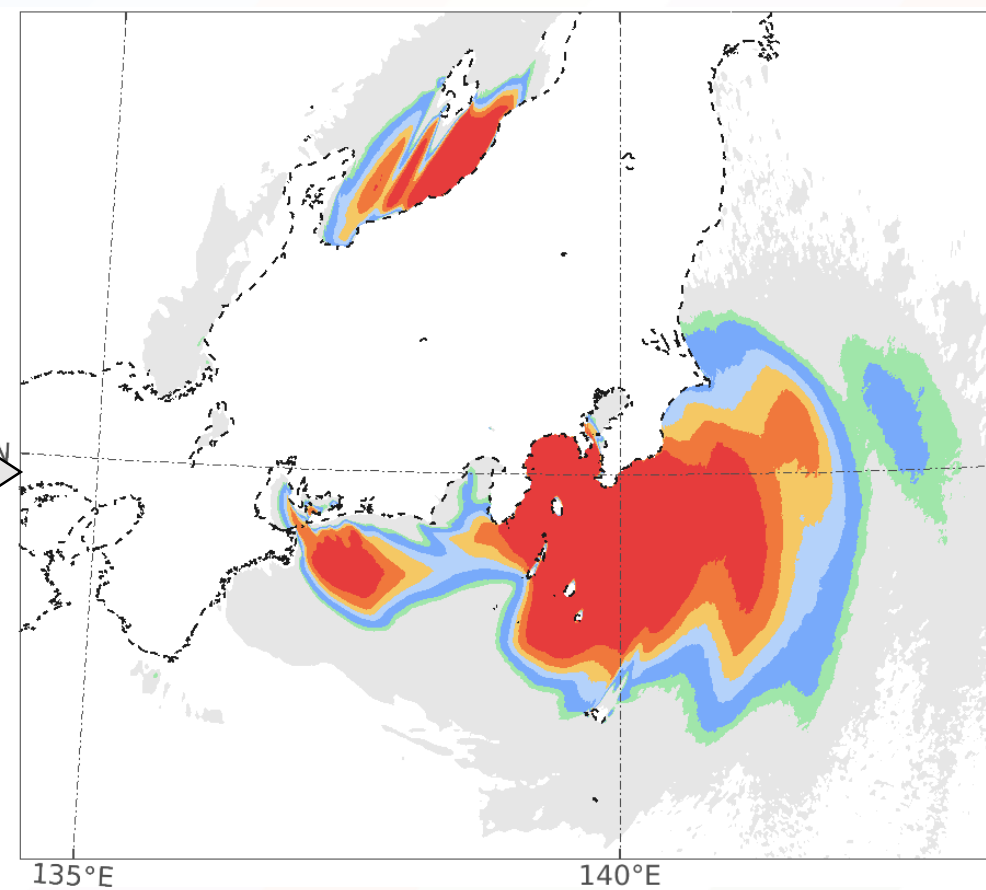
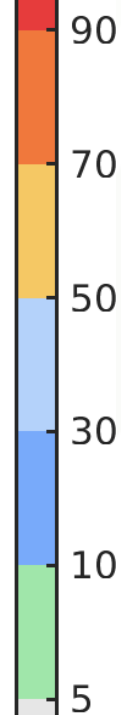
台風中心



1000メンバーによる 暴風域 (25m/s) 確率予測分布

確率が高い

%



時刻: 日本時間20時30分 (台風の上陸直前)

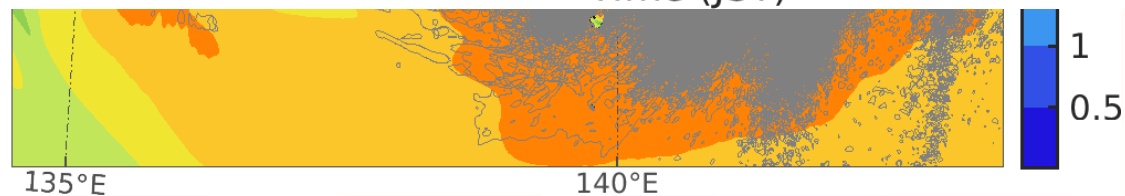
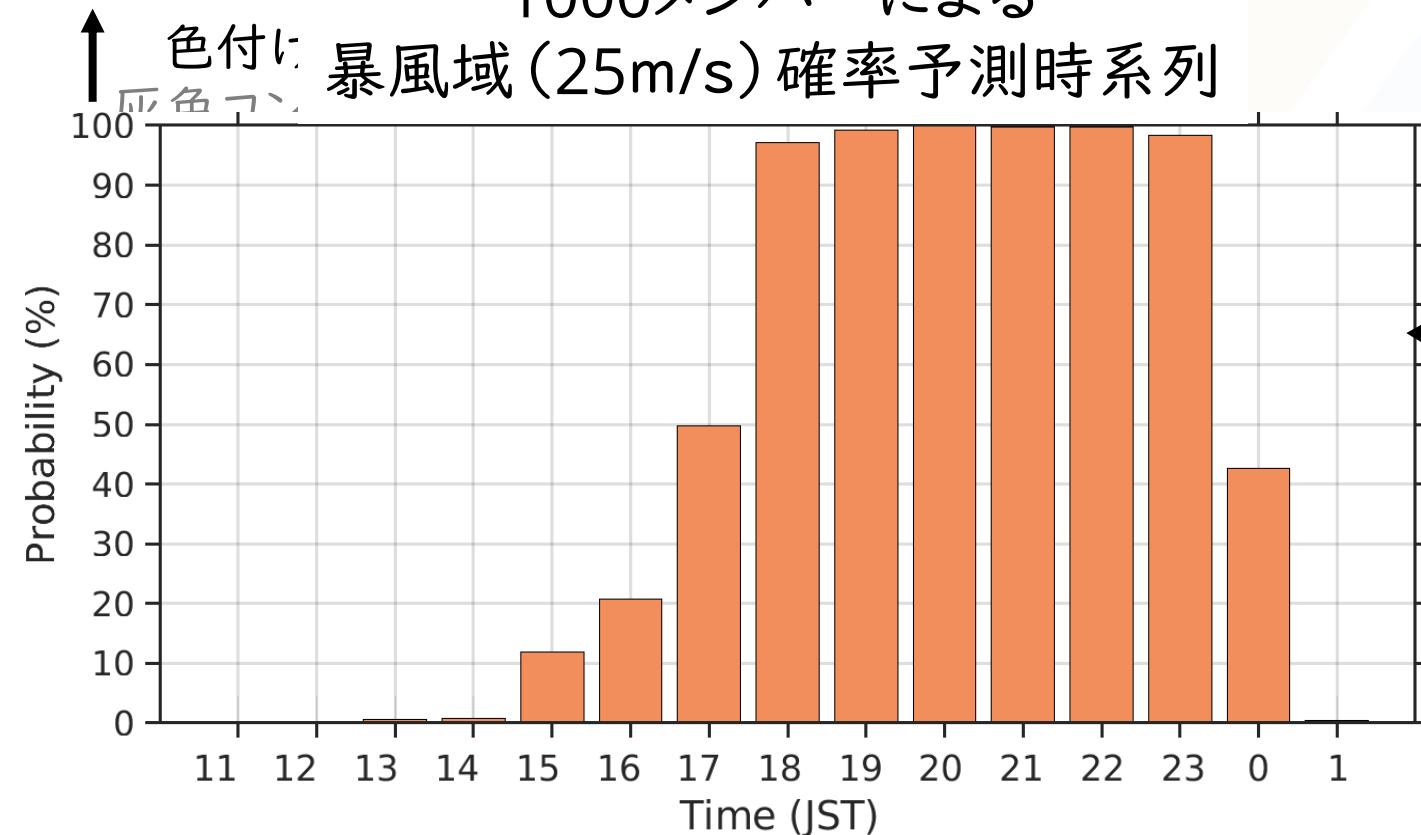
強風発生確率予測 (1km実験)

27

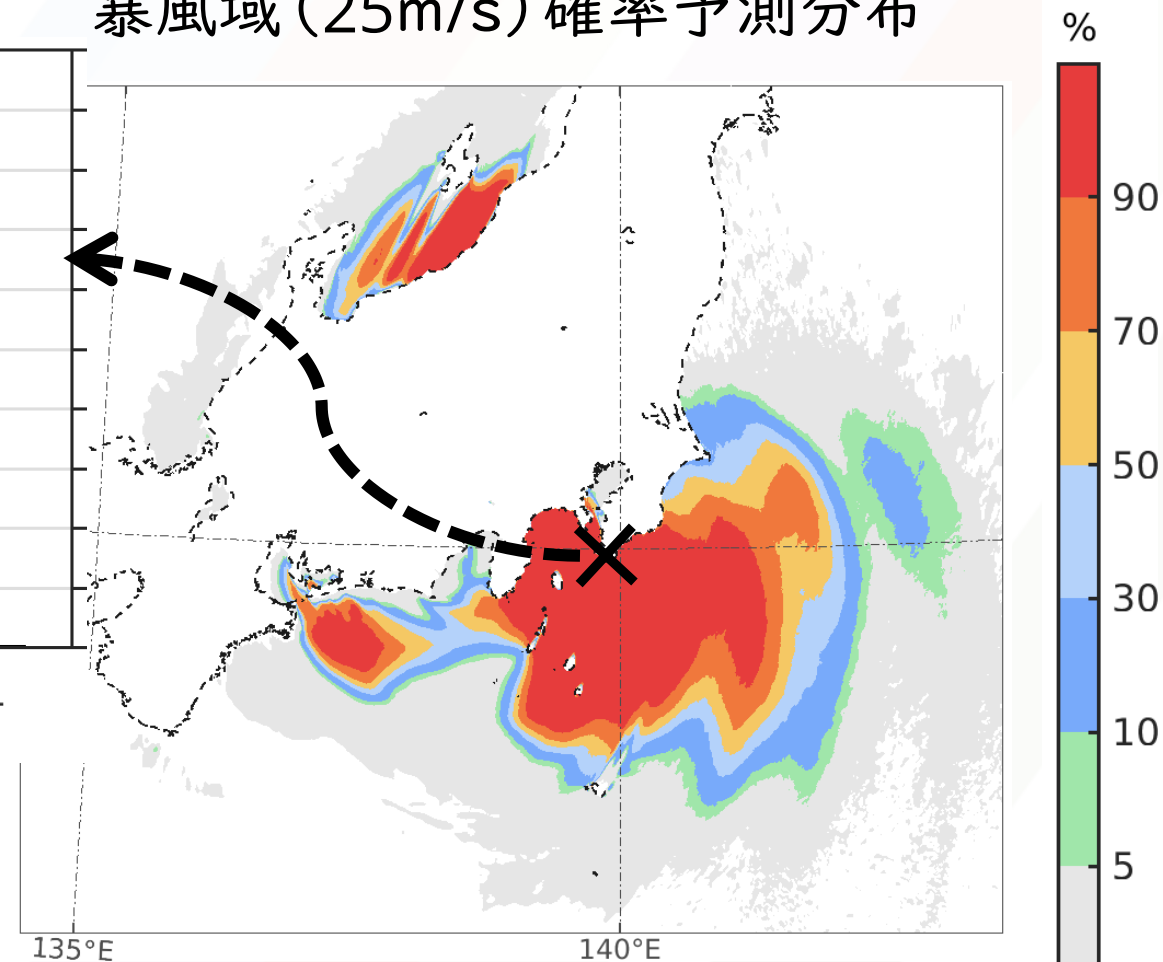
暴風発生確率(%)

1000メンバーによる

色付に 暴風域(25m/s)確率予測時系列



1000メンバーによる
暴風域(25m/s)確率予測分布



時刻: 日本時間20時30分 (台風の上陸直前)

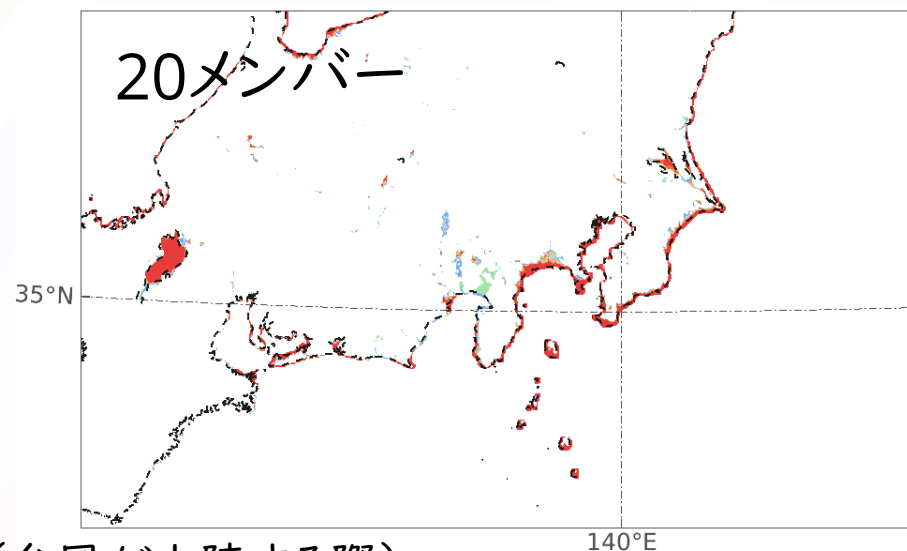
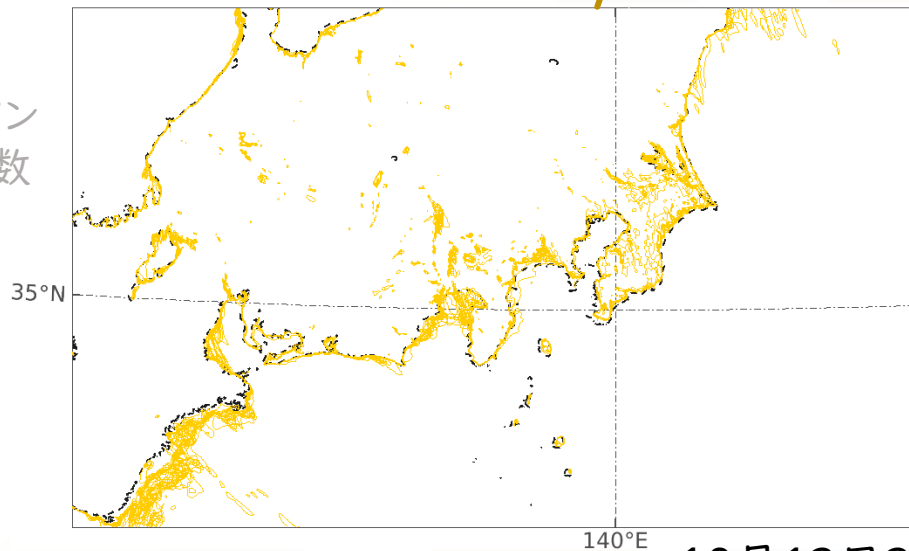
ここがすごい！1000-メンバーアンサンブル！

(1km実験結果)

各メンバー強風(15m/s)のコンター

強風域確率予測(海上を除く)

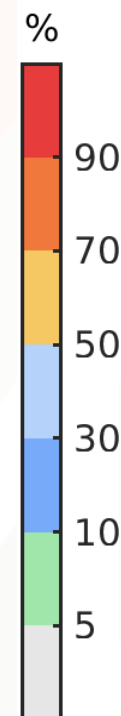
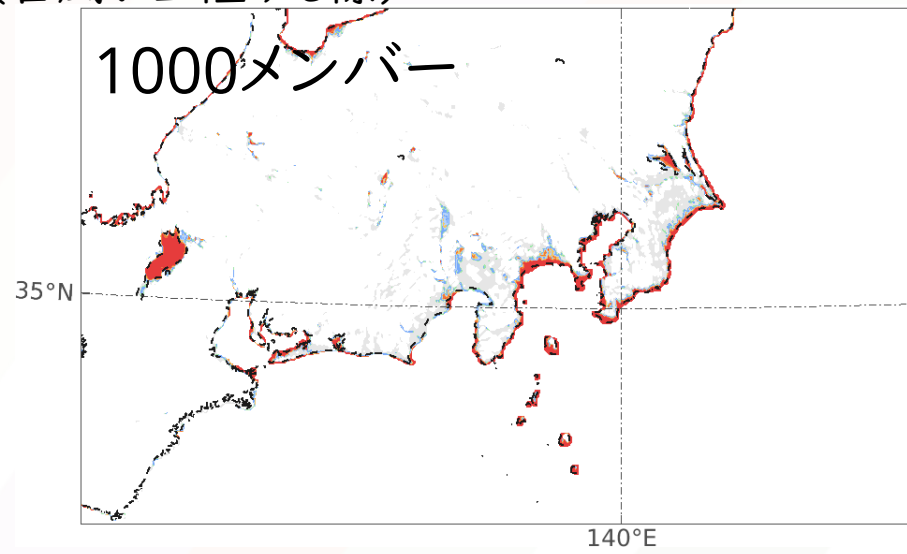
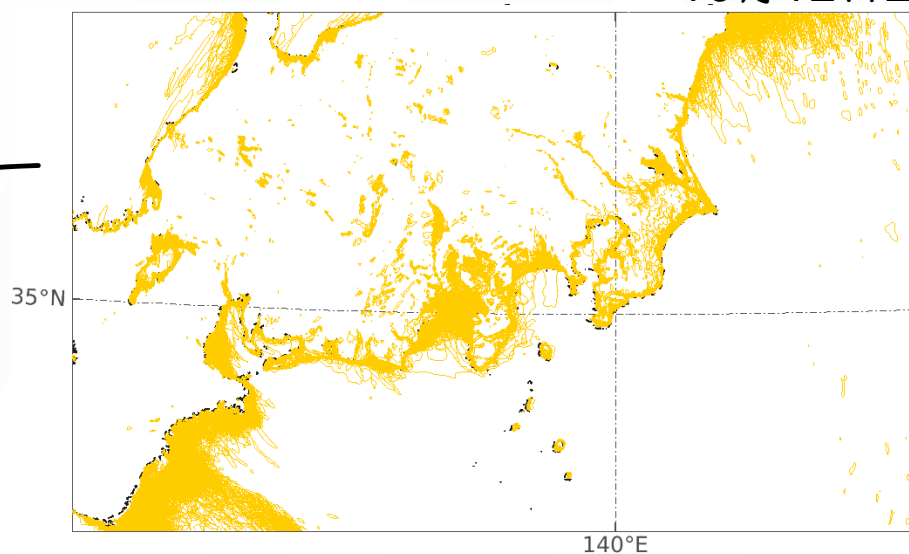
気象庁現業メソアン
サンブルメンバー数
20メンバー



10月12日21時(台風が上陸する際)

計算量50倍

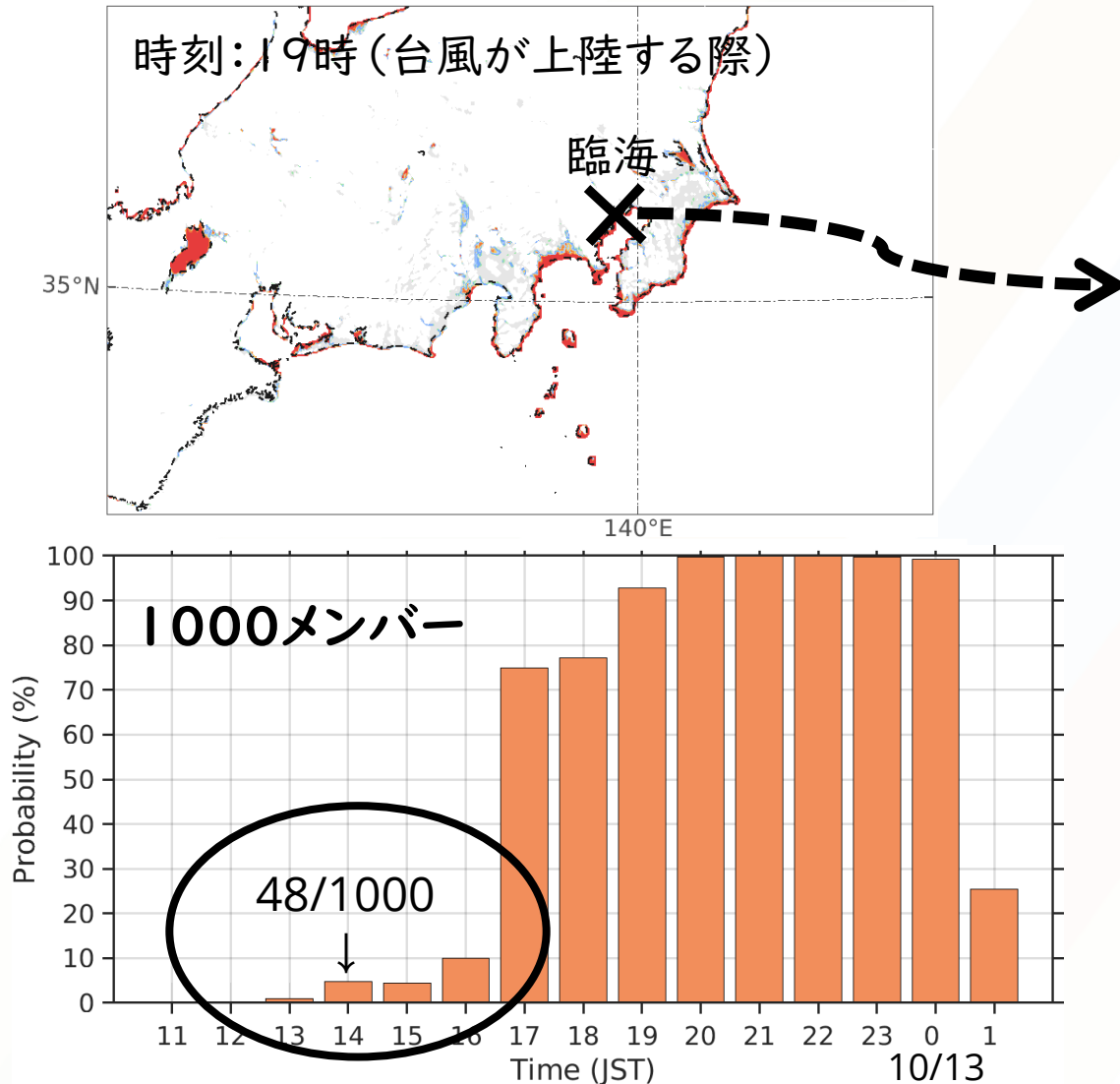
1000メンバー



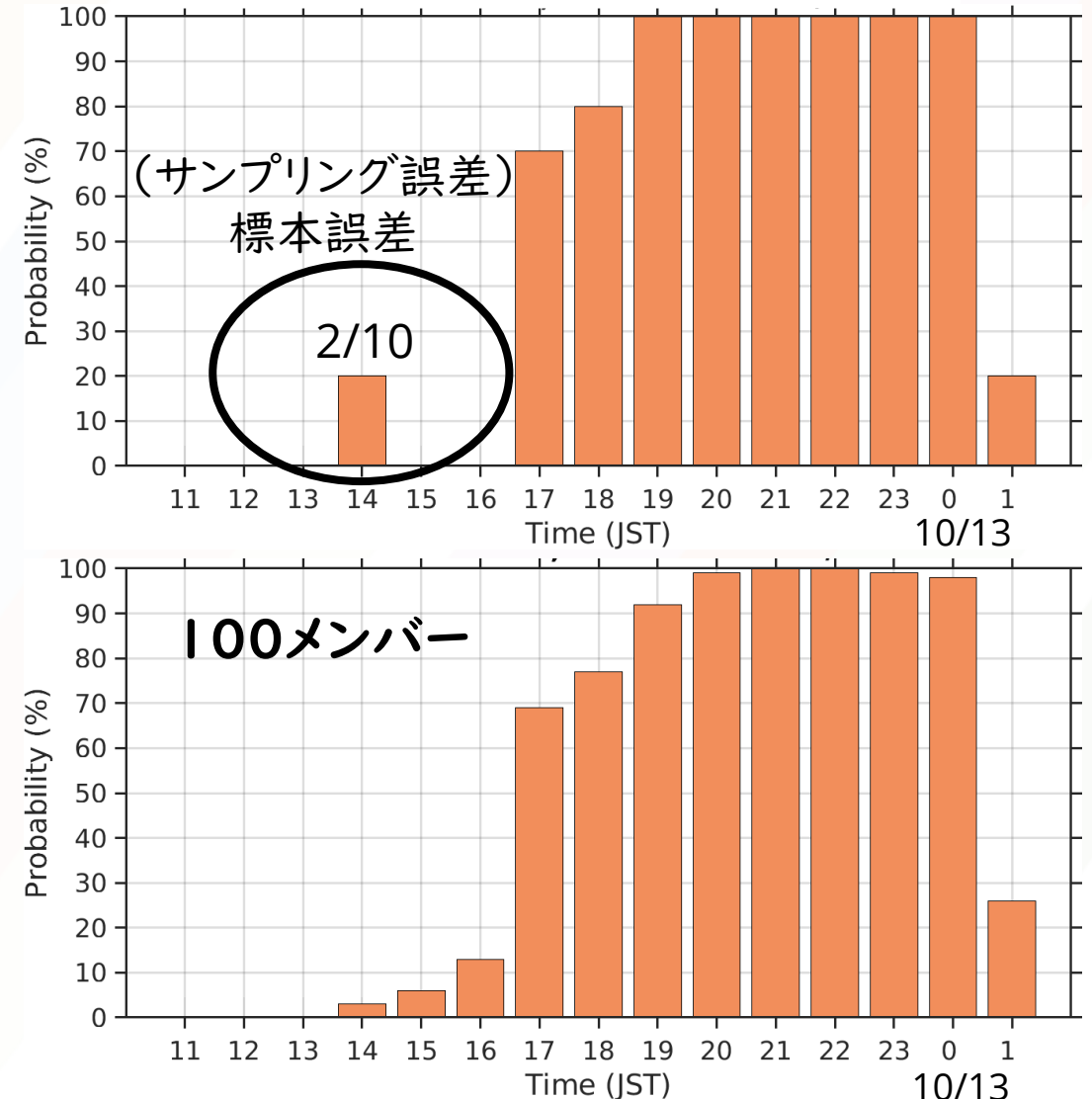
ここがすごい！1000-メンバーアンサンブル！

(1km実験結果)

(1000メンバー) 強風域確率予測分布



暴風域確率予測時系列 (10メンバー)



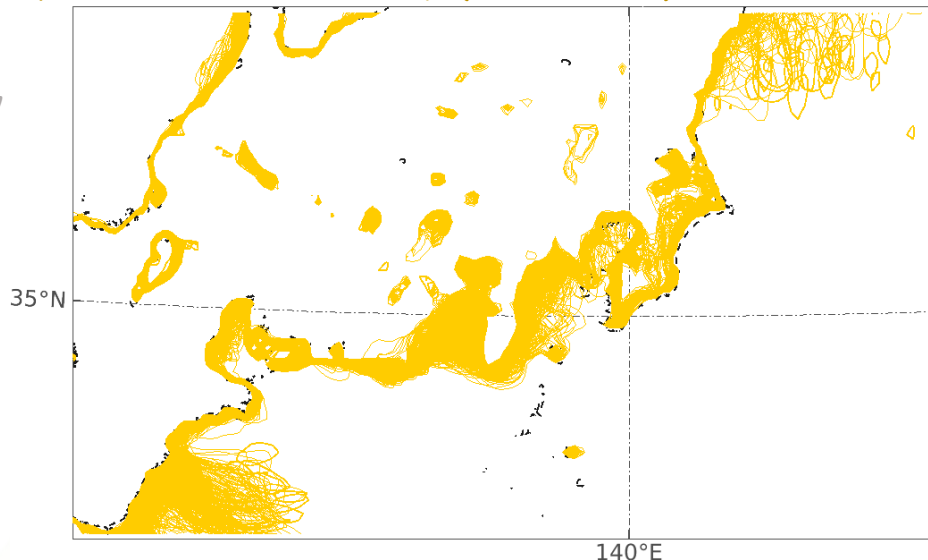
ここがすごい！1-km メッシュ！

(1000メンバー結果)

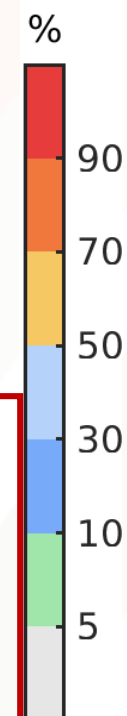
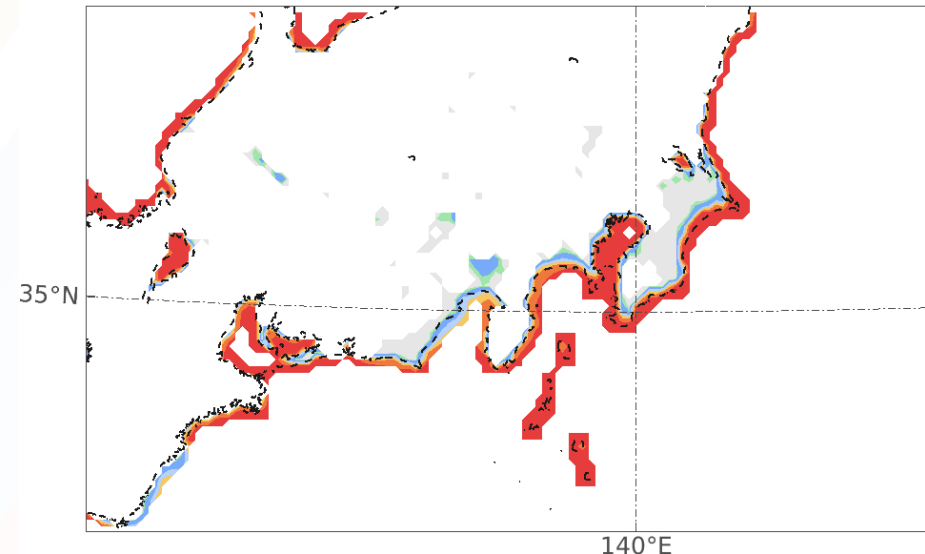
各メンバー強風(15m/s)のコンター

気象庁現業メソ
モデル解像度

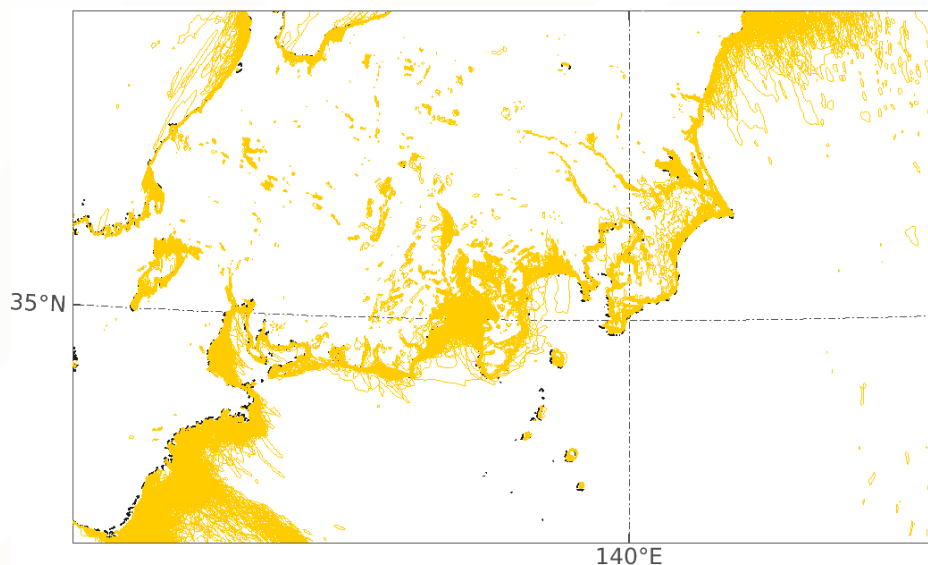
5km



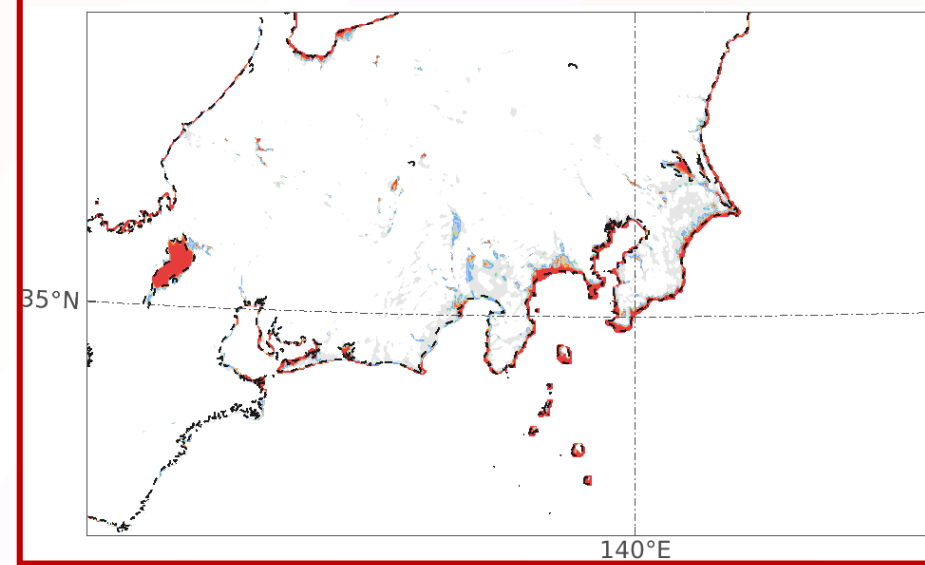
強風域確率予測(海上を除く)



1km



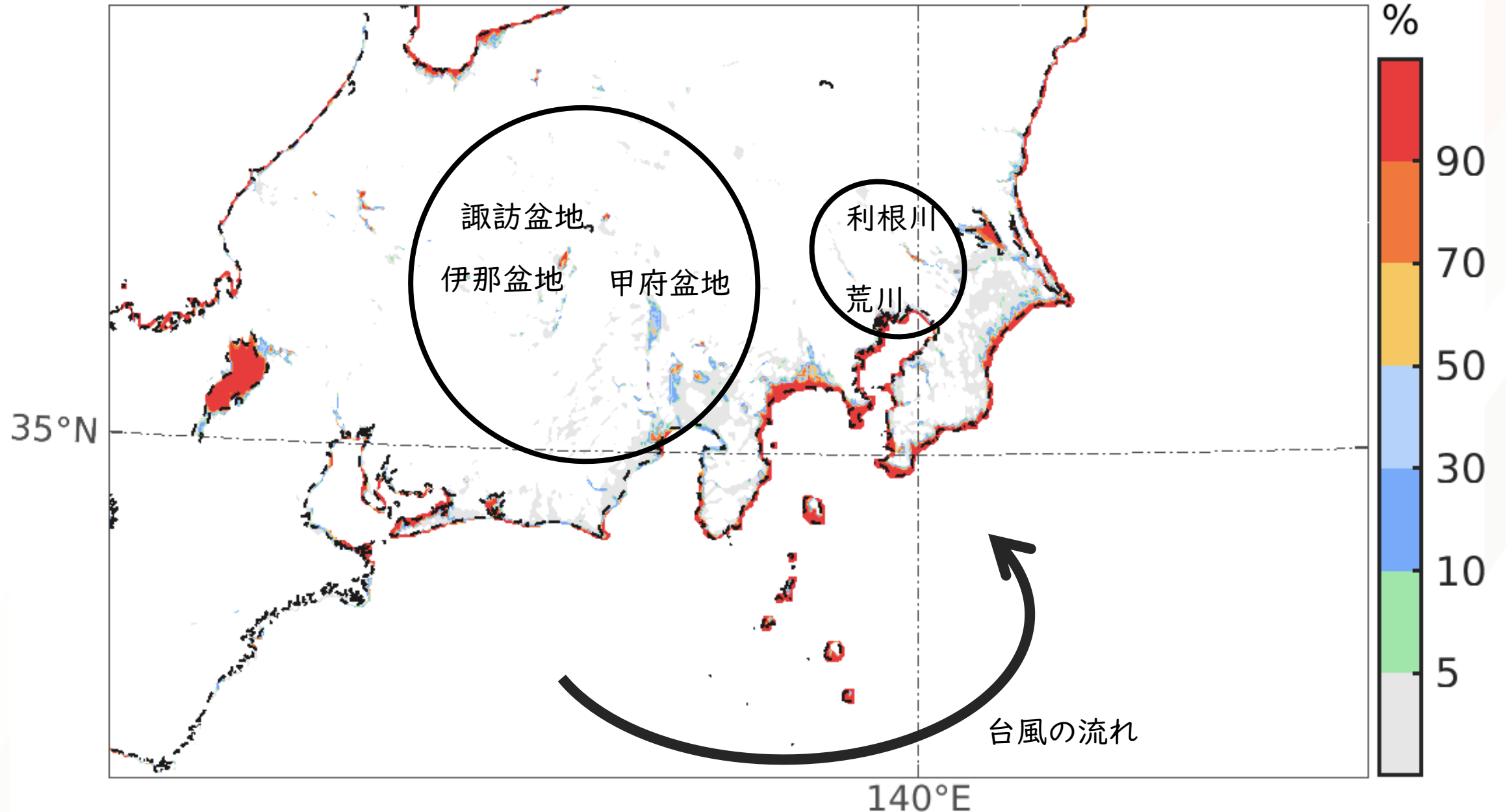
10月12日21時(台風が上陸する際)



ここがすごい！1-km メッシュ！

31

1000メンバーによる結果



まとめと今後の展望

- まとめ

- ハイインパクトな天気現象の確率予測は重要である
- 富岳を用いて大規模、高解像度アンサンブルを行った
 - アンサンブルメンバー数↑：サンプリング誤差の軽減ができる
 - 解像度↑：より細かい（リアルに近い）情報を教えてくれる

- 今後の展望

- 確率密度分布の情報
- アンサンブルシミュレーションを使ったメカニズム説明

ご清聴ありがとうございました。

- Duc, L., T. Kawabata, K. Saito, and T. Oizumi, 2021: 1000-member ensemble forecasts for extreme events: the 2019 typhoon Hagibis and the July 2020 Kyushu. The Joint WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, Online, 13-17 September 2021, https://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/fugaku/img/duc_seika.pdf
- <https://isabou.net/thefront/disaster/point/wind.asp> 風速と感覚と被害
- https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/degitalelevationmap_kanto.html 国土地理院
- https://47.tdfk-q.com/chubu-hokuriku_g/ 47都道府県のあれやこれや