

令和元年房総半島台風
の
発生前からの予測シミュレーション

山田 洋平

(海洋研究開発機構 地球環境部門・特任研究員)

謝辞：本研究は、文部科学省「富岳」成果創出加速プログラム「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」（JPMXP1020351142）の一環として実施されたものです。また、本研究の一部は、スーパーコンピュータ「富岳」の計算資源の提供を受け実施しました（課題番号：hp200128, hp210166）。アンサンブルシミュレーションの初期値に使用したNICAM-LETKF JAXA Research Analysis systemはJAXA/EORCより提供を受けました。

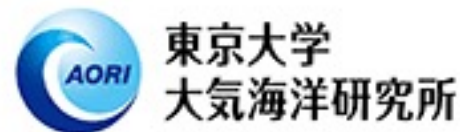
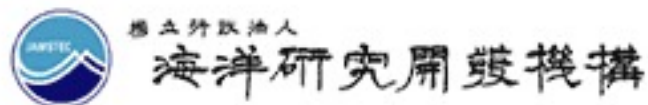
目次

- 富岳で何ができる？
- これまでに富岳で何ができたの？
- 何が当たると予測が良くなる？
- まとめと今後の課題

京コンピュータで出来たこと

防災・減災において進路予測はさらに重要！

プレスリリース



2015年 1月 20日

独立行政法人海洋研究開発機構

東京大学大気海洋研究所

**台風発生の2週間予測が実現可能であることを実証
—台風発生予測の実用化に向けた第一歩—**

気象庁の台風進路予報



「台風の影も形も無い状態から」はChallenging!



2～5日先の進路予報・強度予報を追加

非表示
熱帯低気圧
令和X年09月30日03時50分 発表

<01日03時の予報>

強さ	-
存在地域	沖ノ島島近海
予報円の中心	北緯 22度30分(22.5度) 東経 134度35分(134.6度)
進行方向、速さ	西北西 20km/h(12kt)
中心気圧	994hPa
中心付近の最大風速	20m/s(40kt)
最大瞬間風速	30m/s(60kt)
予報円の半径	150km(80NM)

1日先

<02日03時の予報>

強さ	-
存在地域	北緯 25度35分(25.6度) 東経 130度40分(130.7度)
進行方向、速さ	北西 20km/h(12kt)
中心気圧	980hPa
中心付近の最大風速	30m/s(55kt)
最大瞬間風速	40m/s(80kt)
予報円の半径	220km(120NM)
暴風警戒域	全域 310km(170NM)

2～5日先

<05日03時の予報>

強さ	-
存在地域	温帯低気圧 日本海
予報円の中心	北緯 38度25分(38.4度) 東経 134度40分(134.7度)
進行方向、速さ	北東 30km/h(17kt)
中心気圧	980hPa
中心付近の最大風速	30m/s(55kt)
最大瞬間風速	40m/s(80kt)
予報円の半径	650km(360NM)
暴風警戒域	南東側 900km(480NM) 北西側 800km(440NM)

将来の天気を予報するには？

現在の気象場
(初期値)

+

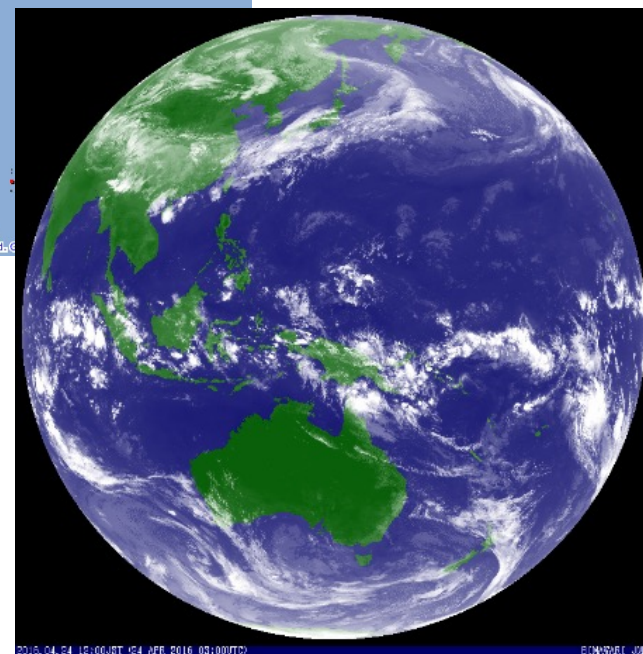
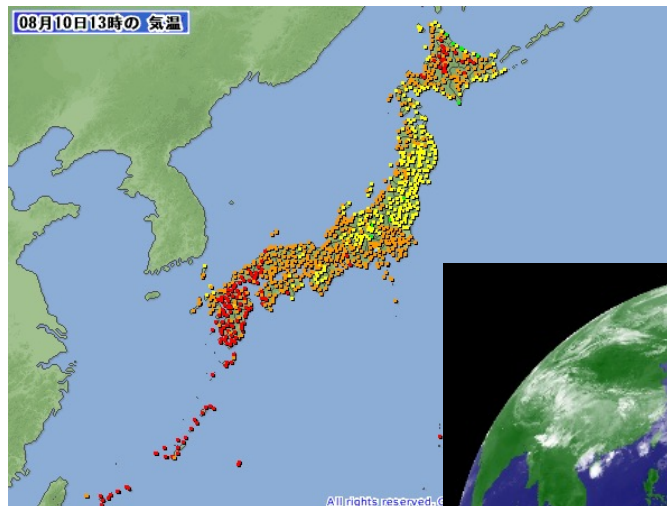
気象を支配する方程式
(予報モデル)

+

スーパーコンピュータ

||

未来の気象場



図：気象庁提供

たくさんの観測から初期値を作成

**現在の気象場
(初期値)**

+

気象を支配する方程式
(予報モデル)

+

スーパーコンピュータ

||

未来の気象場

膨大な情報量



出典：気象庁ホームページ
(https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kansoku/weather_obs.html)

予報モデルで未来の気象場を予報する

現在の気象場
(初期値)

+

気象を支配する方程式
(予報モデル)

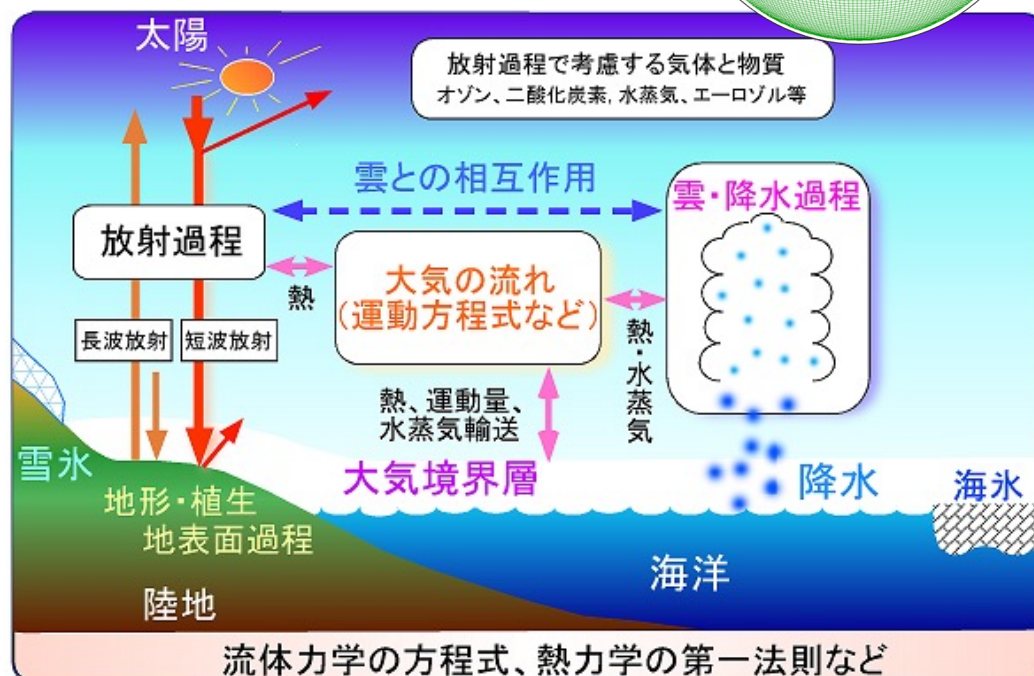
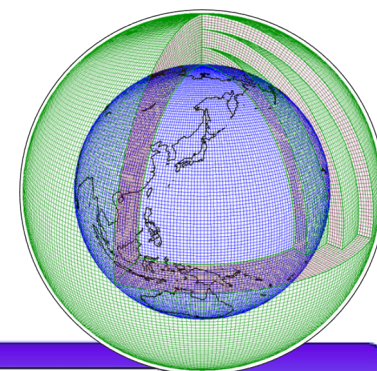
+

スーパーコンピュータ

||

未来の気象場

膨大な計算量



出典：気象庁ホームページ

(<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>)

膨大な情報・計算にはスパコンが必要

現在の気象場
(初期値)

+

気象を支配する方程式
(予報モデル)

+

スーパーコンピュータ

||

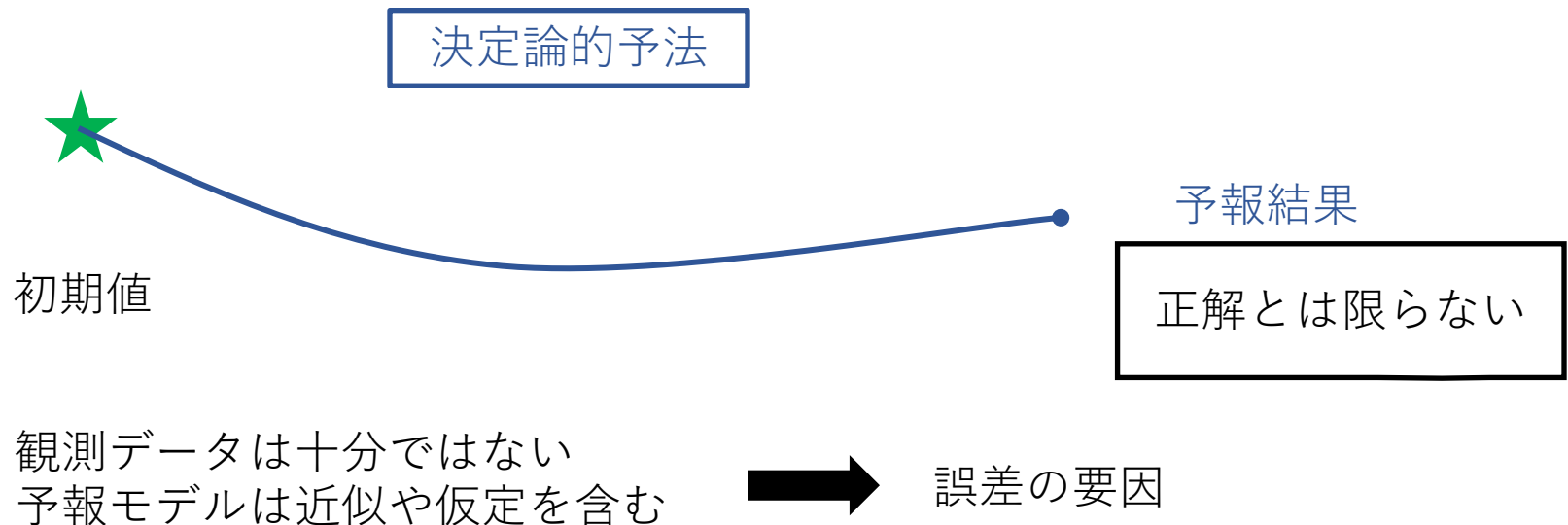
未来の気象場



出典：気象庁ホームページ
(http://www.jma.go.jp/jma/press/1805/16b/20180516_hpc_renewal.html)

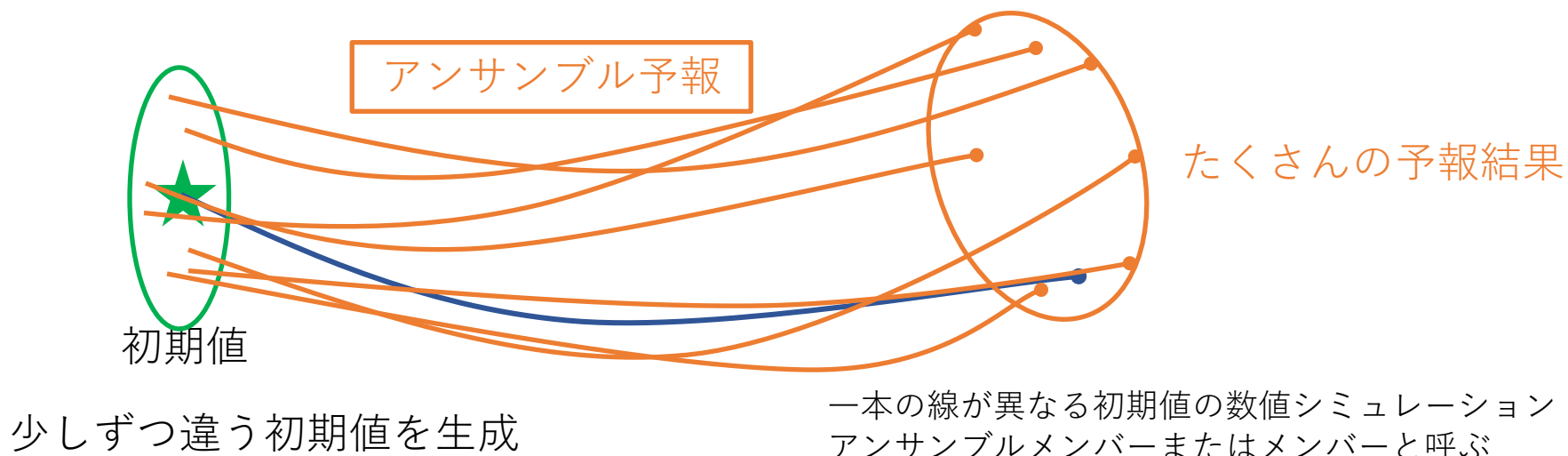
一つの予報で良い？

一つの初期値に対して一つの予報結果

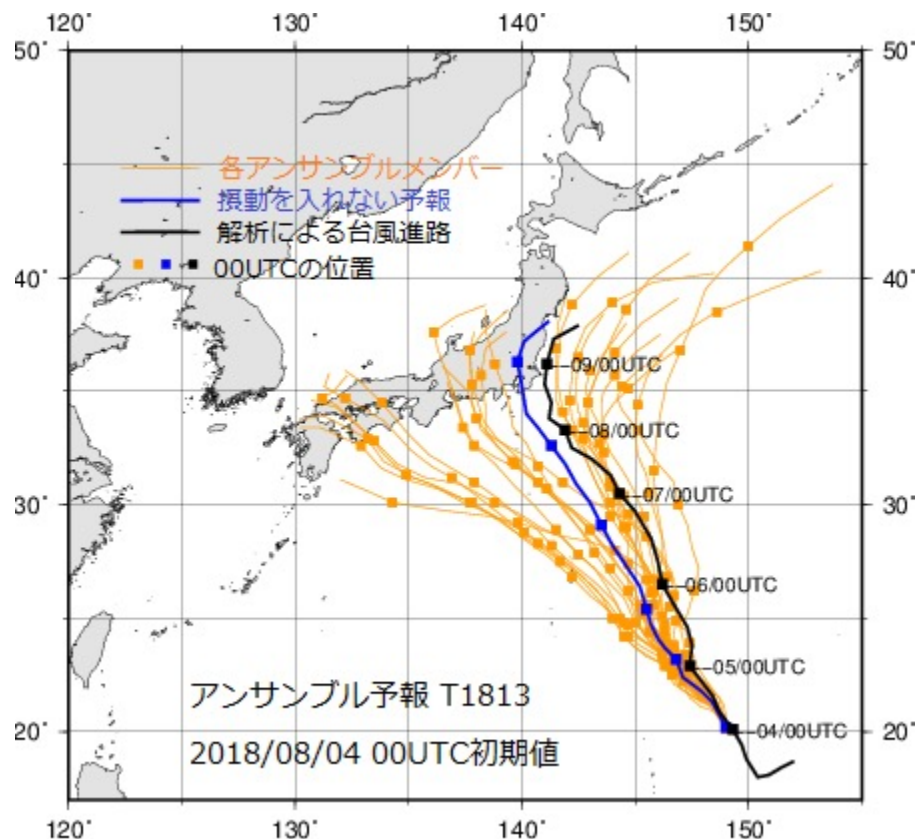


アンサンブル予報 初期値が少しずつ違うたくさんの予報

たくさんの予測結果
決定論的予報では知り得ない予報結果の誤差を見積り可能！



台風進路予報の例



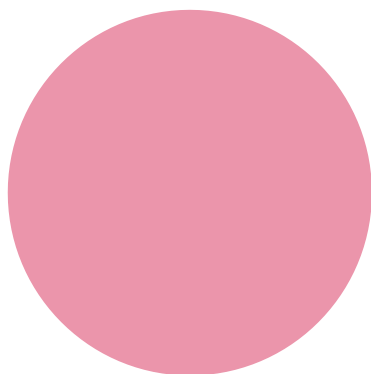
予報進路の誤差を見積

進路予報精度向上に資する情報

台風進路のアンサンブル予報の例、2018年台風第13号の5日予報。
台風解析による進路、一つの初期値の**決定論的予報の進路**と、初期
値を少しずつ変えた個々の**アンサンブルメンバーの予報進路**
気象庁ホームページを基に一部改変

(<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-8.html>)

アンサンブル予報のデメリット



限られた計算機資源

たくさんシミュレーションを実施



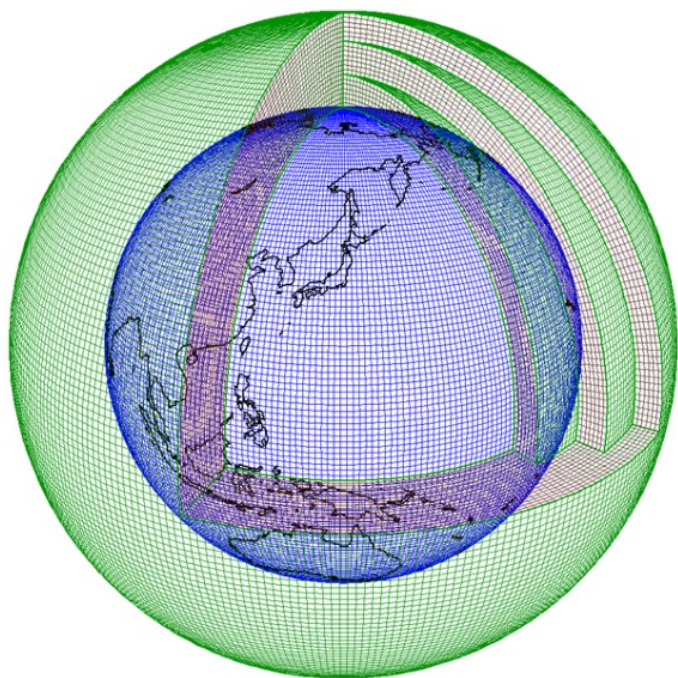
計算機資源がたくさん必要



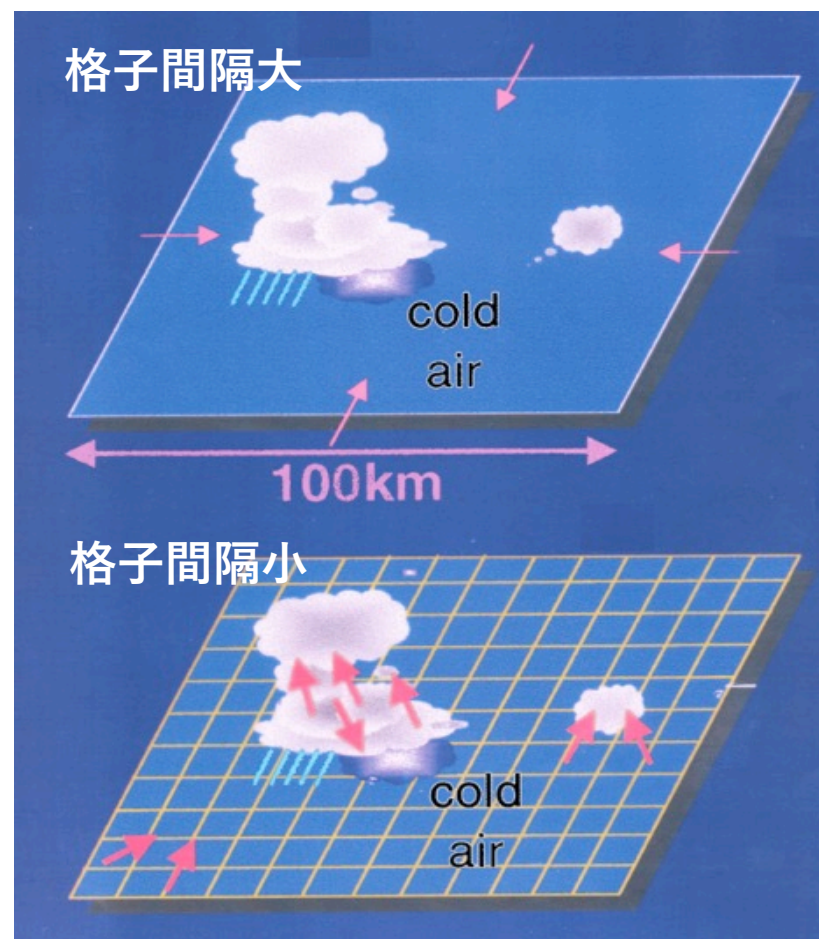
予報モデルの解像度を低く

解像度

低解像 = 格子間隔



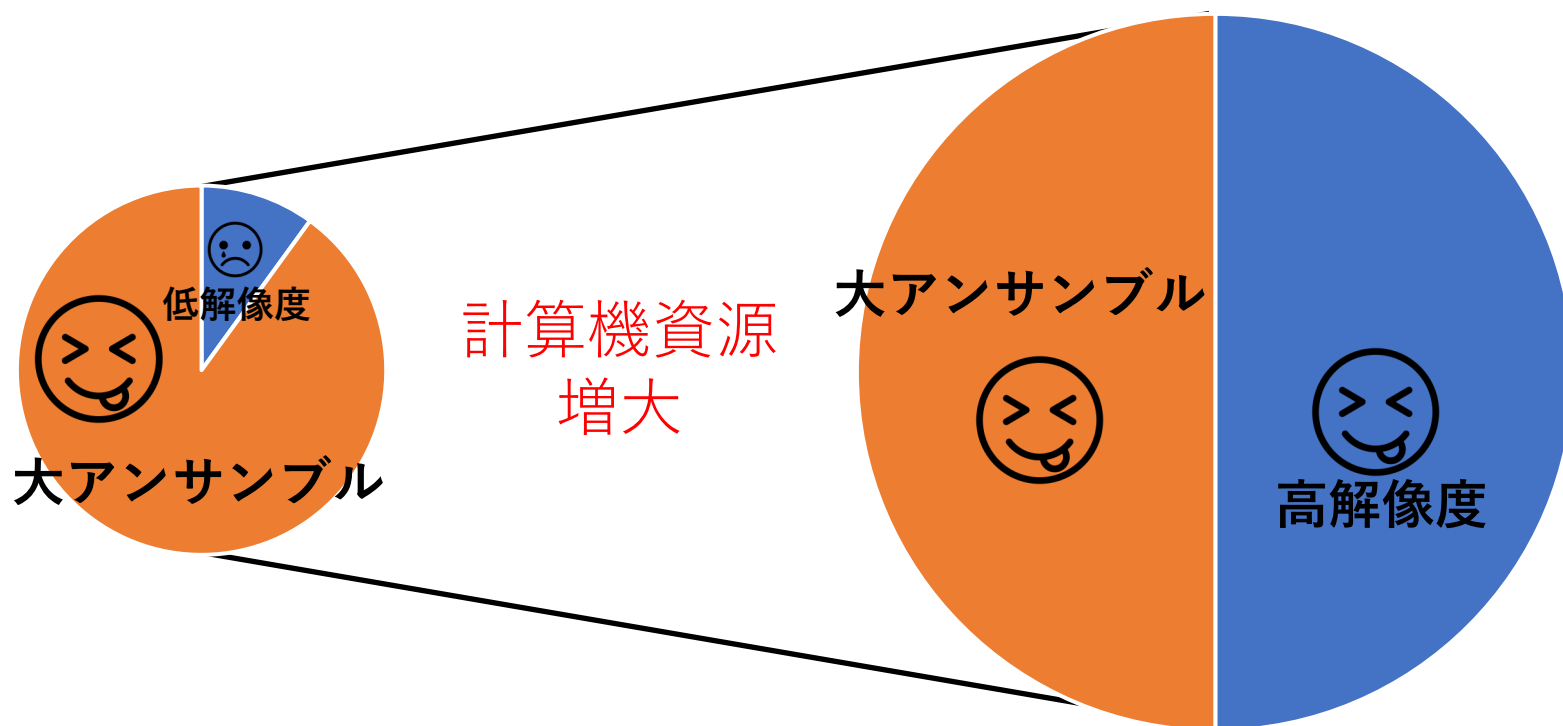
出典：気象庁ホームページ
(<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>)



富岳ができて何ができる？

■大アンサンブルと高解像度の両立

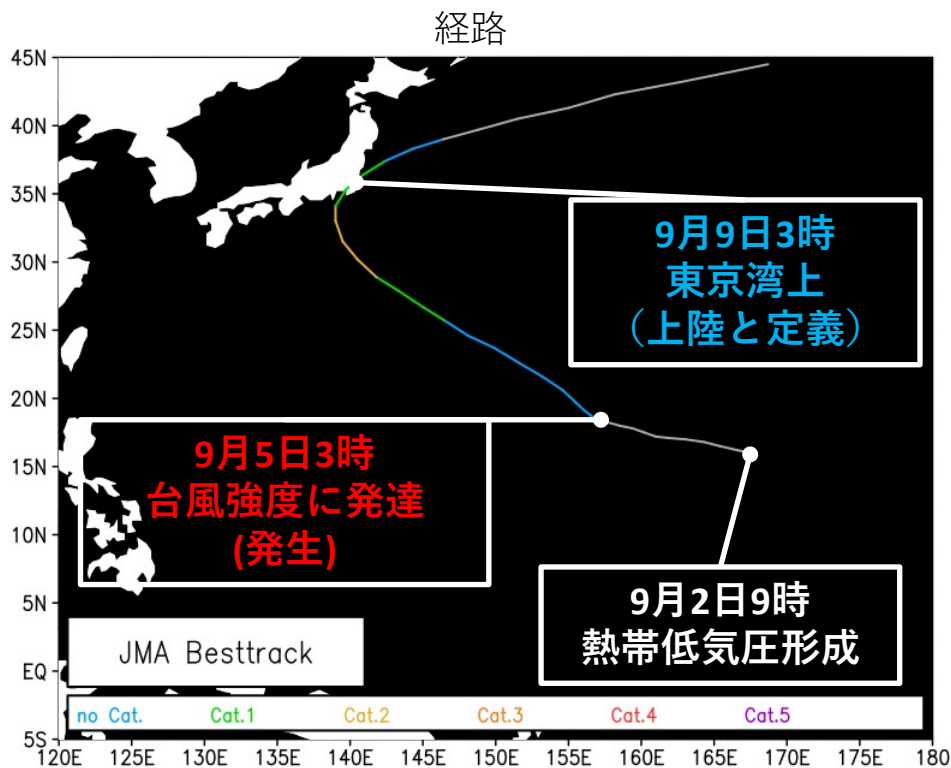
■発生だけでなく進路予測に関する研究



目次

- 富岳で何ができる？
- **これまでに富岳で何ができたの？**
- 何が当たると予測が良くなる？
- まとめと今後の課題

「令和元年房総半島台風」の概要



- 勢力を維持したまま関東地方通過
- 最大風速の記録更新
- 千葉県房総半島で長期間の停電

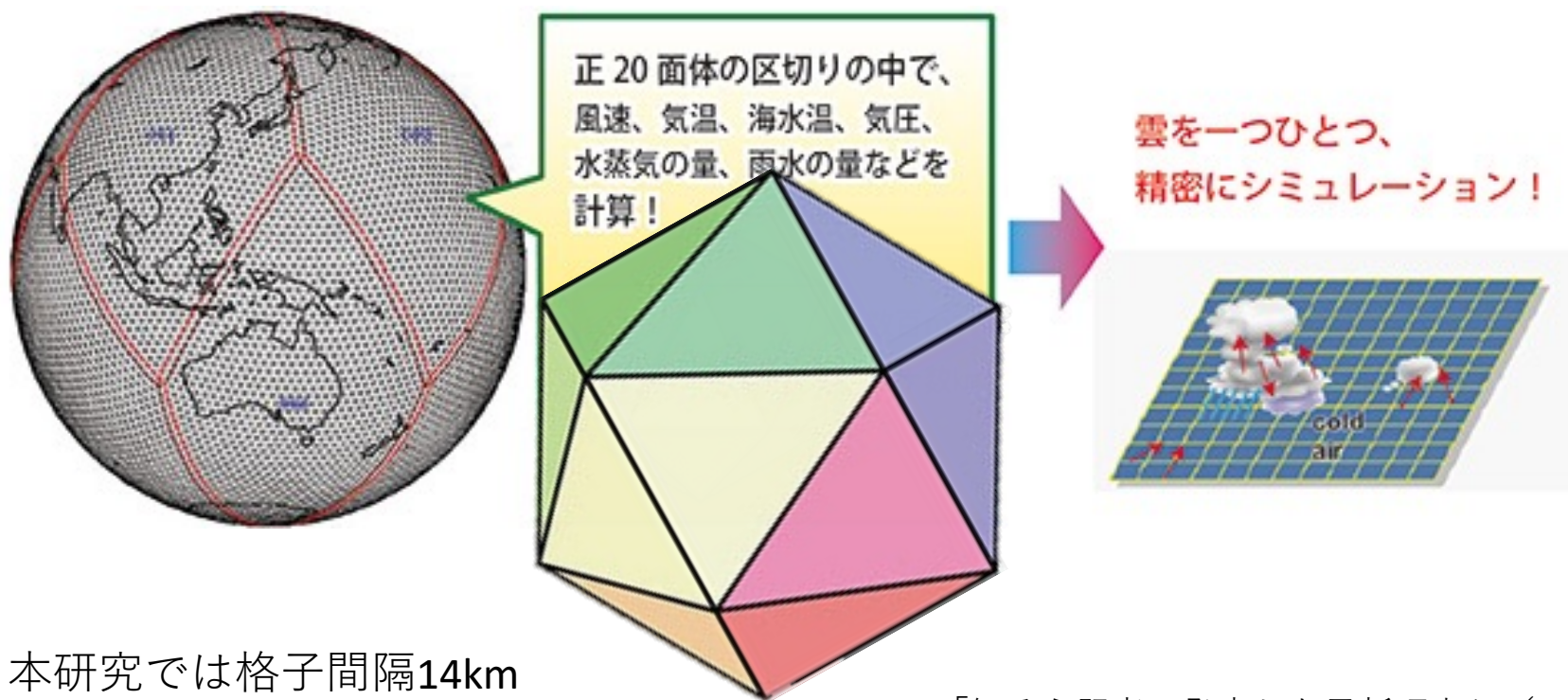


「ブルーシートで屋根を保護する家屋」
気象庁「災害時自然現象報告書 2020 年第 2 号」より

非静力学正20面体大気モデル

NICAM (Tomita and Satoh 2004; Satoh et al., 2008, 2014)

東大・理研・環境研・JAMSTECで開発



本研究では格子間隔14km

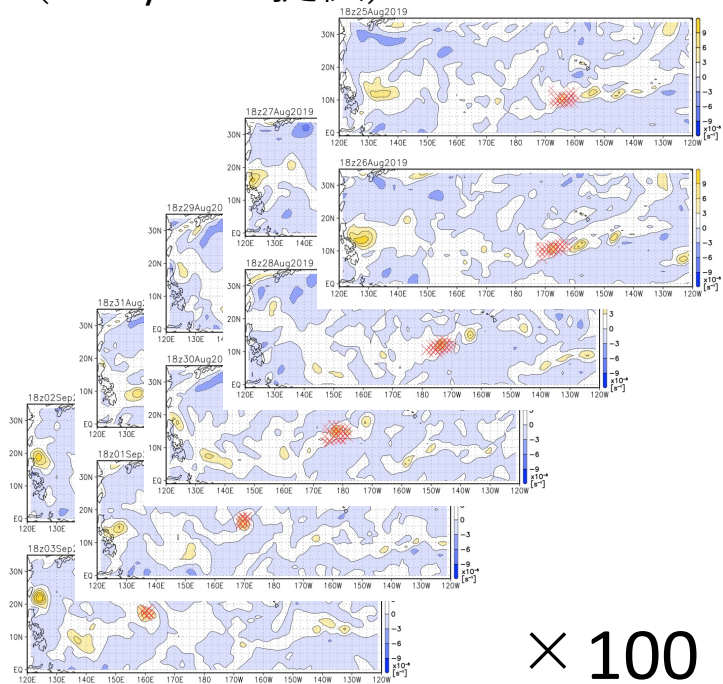
JAMSTEC「知ろう記者に発表した最新研究」(2014/5/7)

https://www.jamstec.go.jp/j/kids/press_release/20140507/

アンサンブル予測シミュレーションの実施 メンバー数1000

NEXRA

(JAXA/EORC提供)



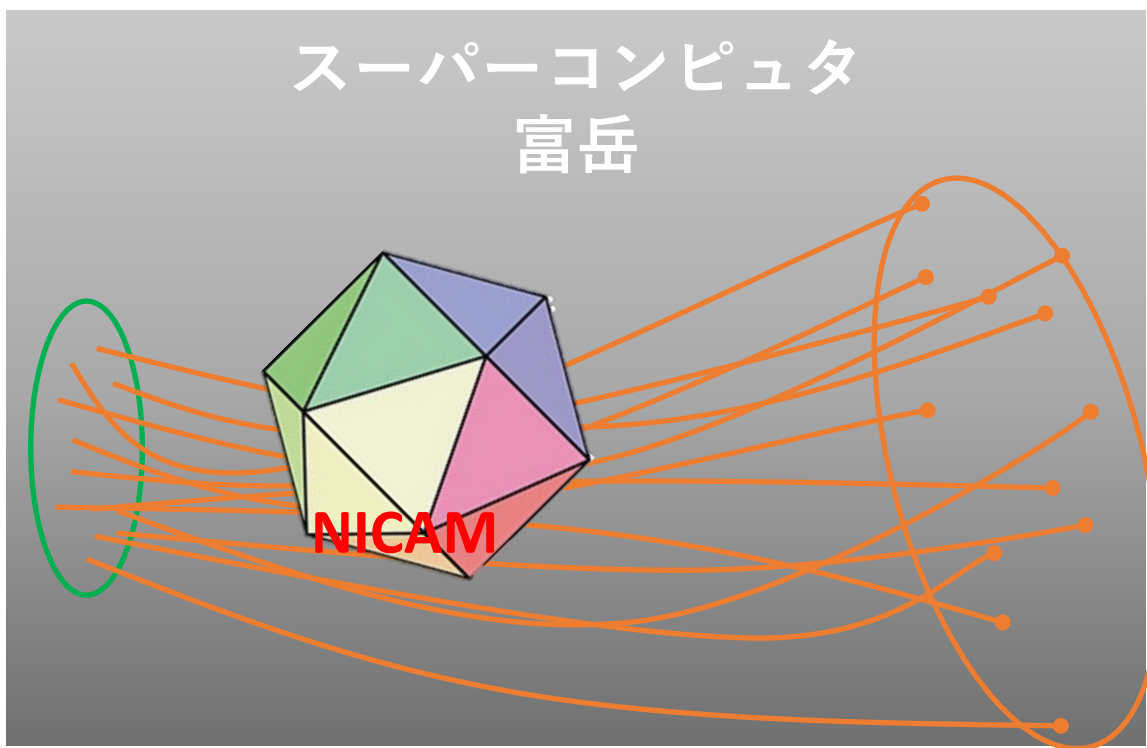
× 100

1000個の初期値

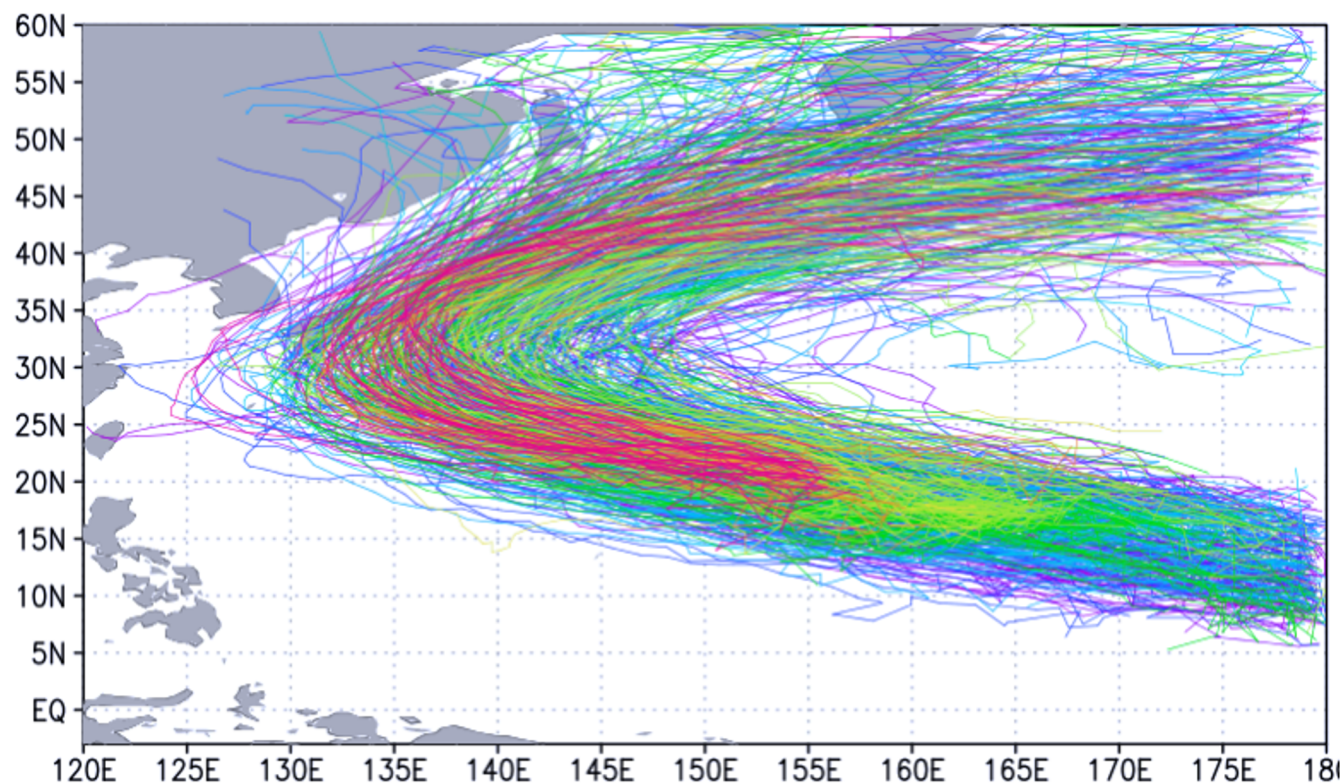
10のシミュレーション開始時刻

同時刻で少しずつ変えた100の初期値

スーパーコンピュータ
富岳

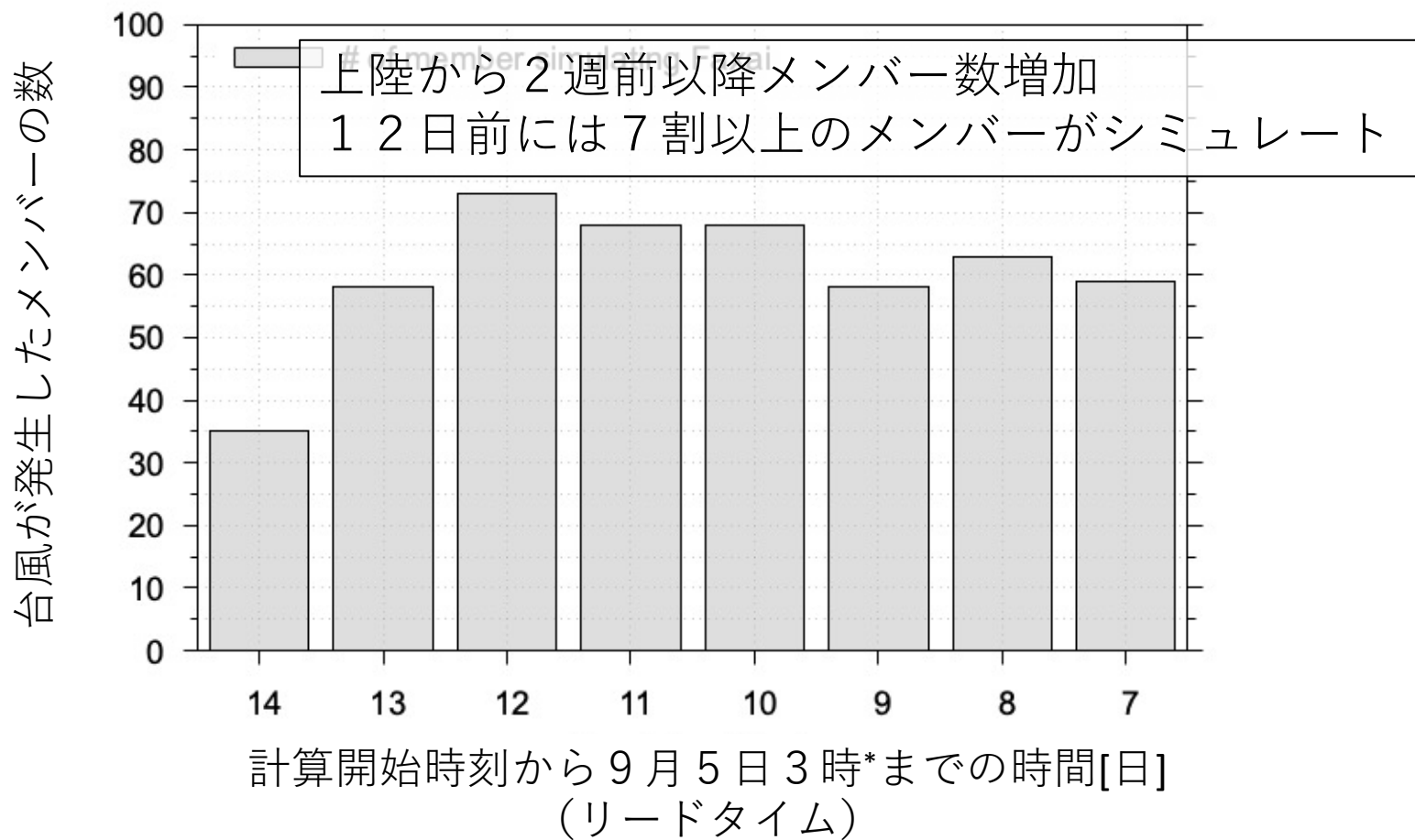


アンサンブルメンバーで発生した 房総半島台風の進路



発生と通過（東京湾）の位置・時刻で定義（半径5度以内・前後5日以内）
色の違いは計算開始時刻の違い

シミュレーション開始時刻別 房総半島台風発生メンバー数



*現実で台風が東京湾に到達する時間

これまでに富岳で何ができたの？

■高解像・大アンサンブルで発生・進路を調査

■2週間前から台風上陸リスクの高まりを予測

□何が当たると予測が良くなる？

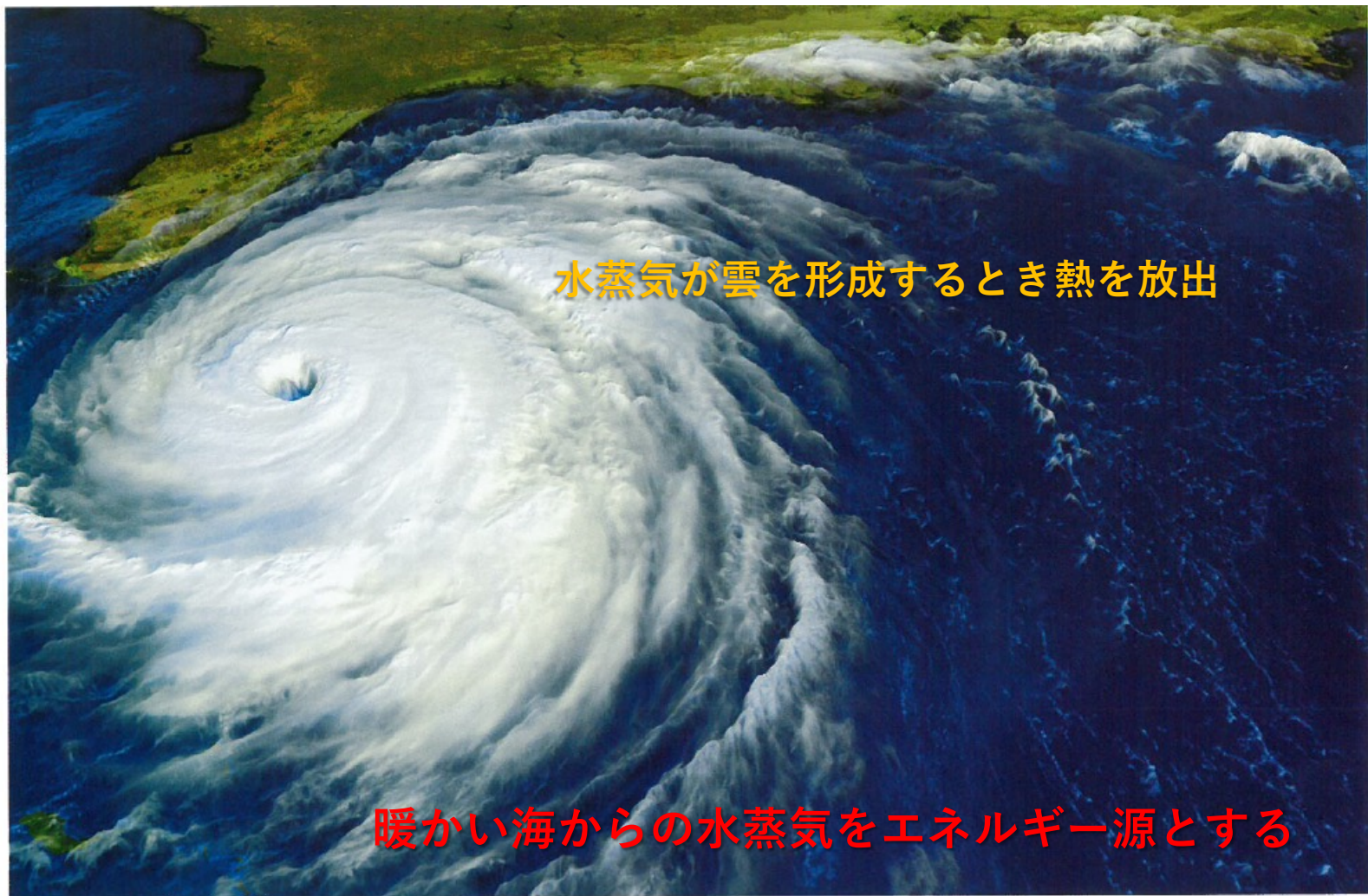
目次

- 富岳で何ができる？
- これまでに富岳で何ができたの？
- **何が当たると予測が良くなる？**
- これから何するの？

台風発生に影響する環境場

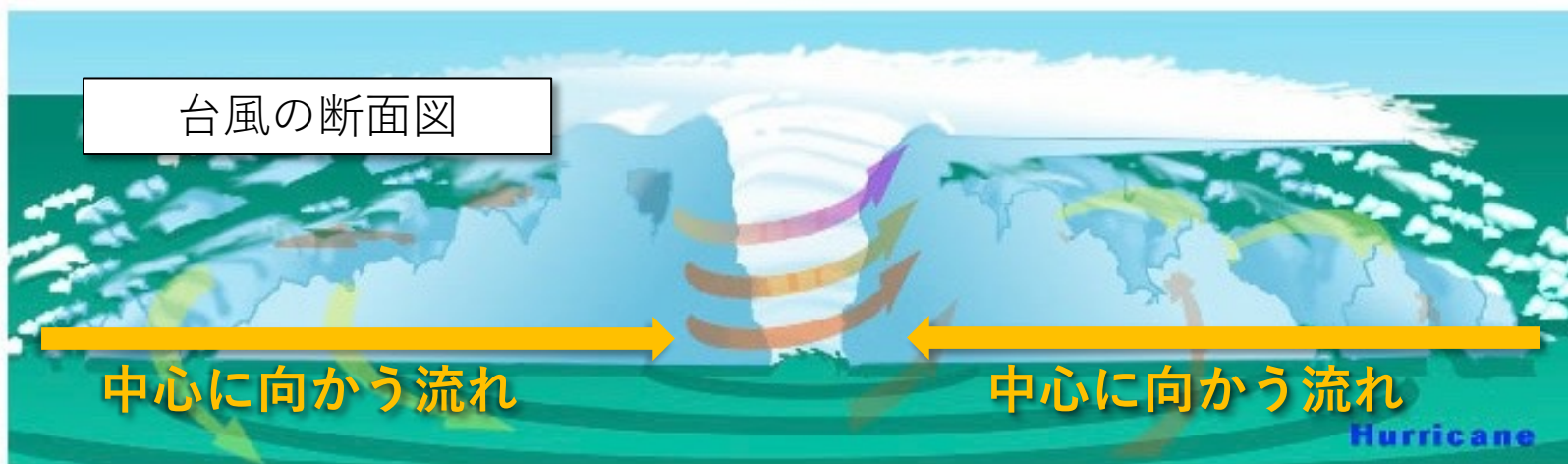
- 対流圏下層に大規模な低気圧性の渦度が存在
- 対流圏中層が湿っている
- 対流圏上層と下層の風の強さと向きが近い（鉛直シア）
- 大気の状態が不安定
- コリオリ力がある程度大きく働く
- 海面から水深60mまで暖かい海水が十分に存在

台風の基本的な話



1999年フロリダ沖ハリケーン Floyd（本日は台風と呼んでる）の衛星画像（Emanuel (2005, DIVINE WIND)）

対流圏下層に低気圧性渦度があると？



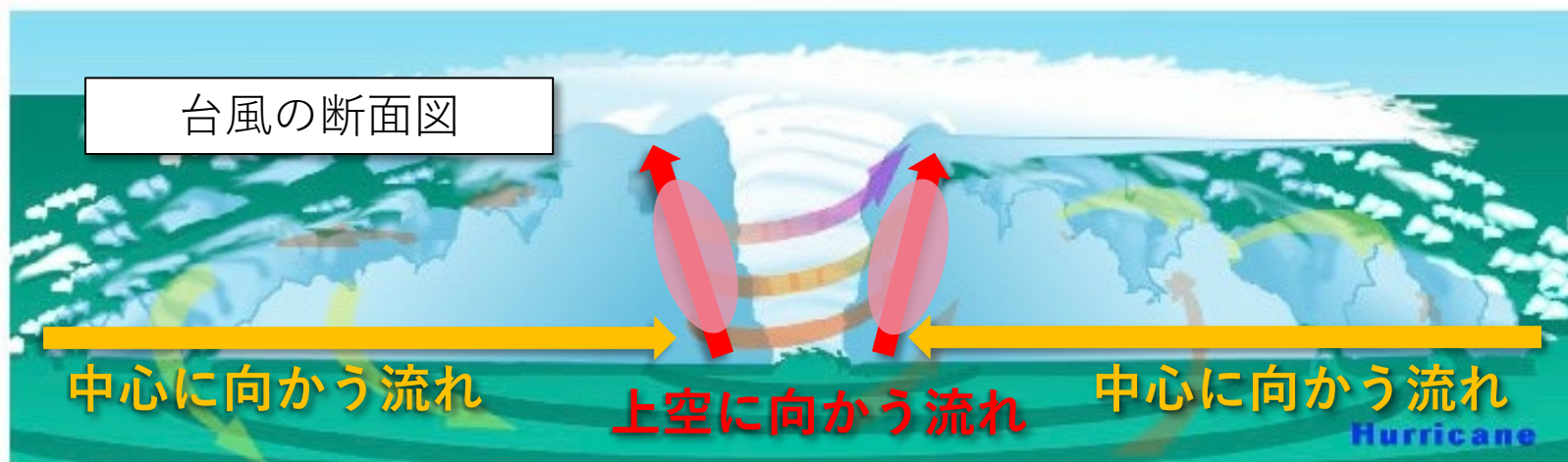
出典：米国海洋大気庁 (http://www.aoml.noaa.gov/keynotes/keynotes_0715_windshear.html)

対流圏下層に低気圧性渦度は中心に運ばれる

低気圧性の渦度は発生に好都合

低気圧性渦度：反時計回りの流れ
高気圧性渦度：時計回りの流れ
※北半球

対流圏中層が湿っていると？



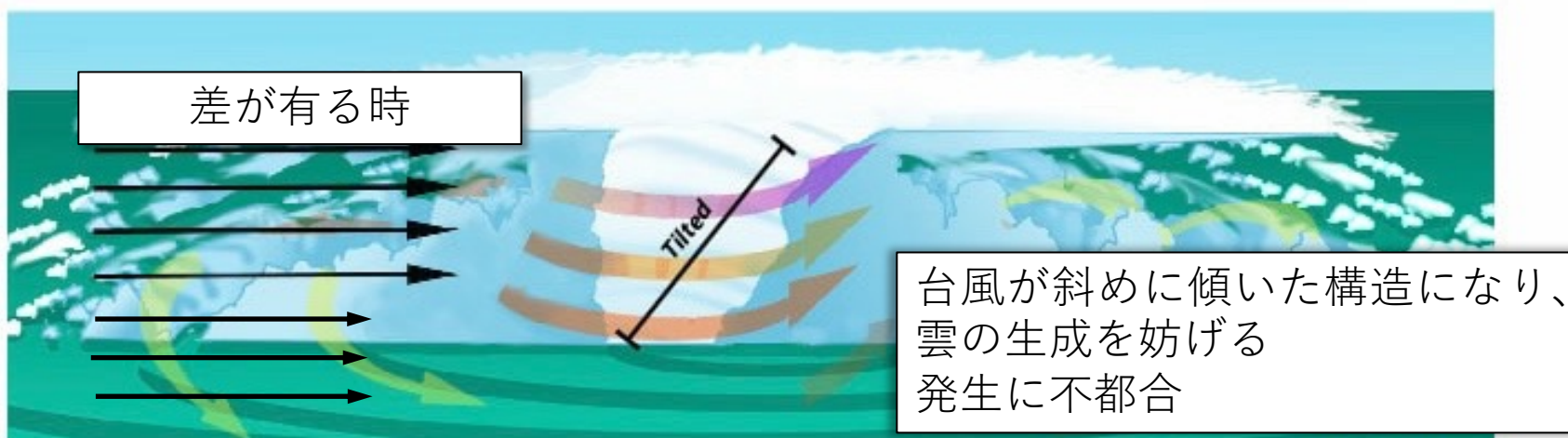
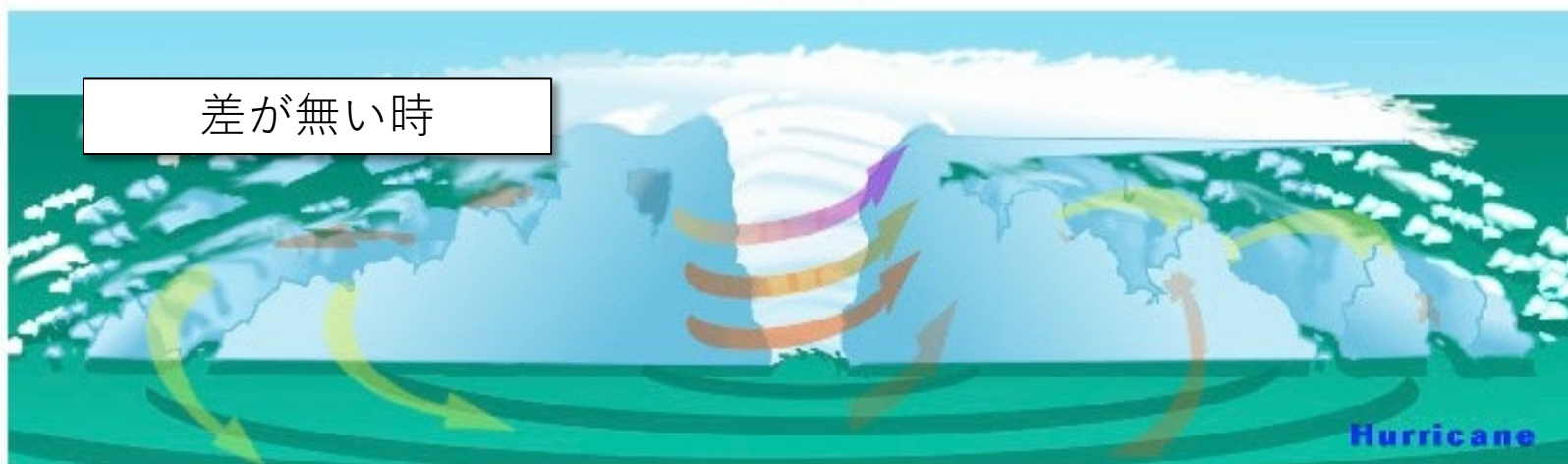
出典：米国海洋大気庁 (http://www.aoml.noaa.gov/keynotes/keynotes_0715_windshear.html)

水蒸気が上空に運ばれ雲が生成され熱を放出

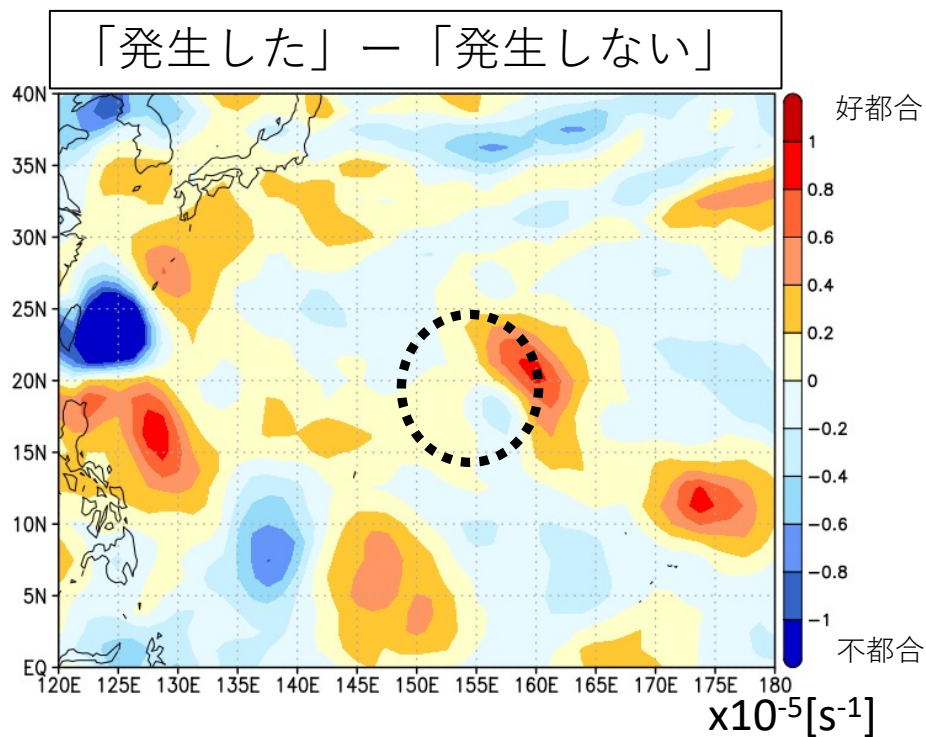
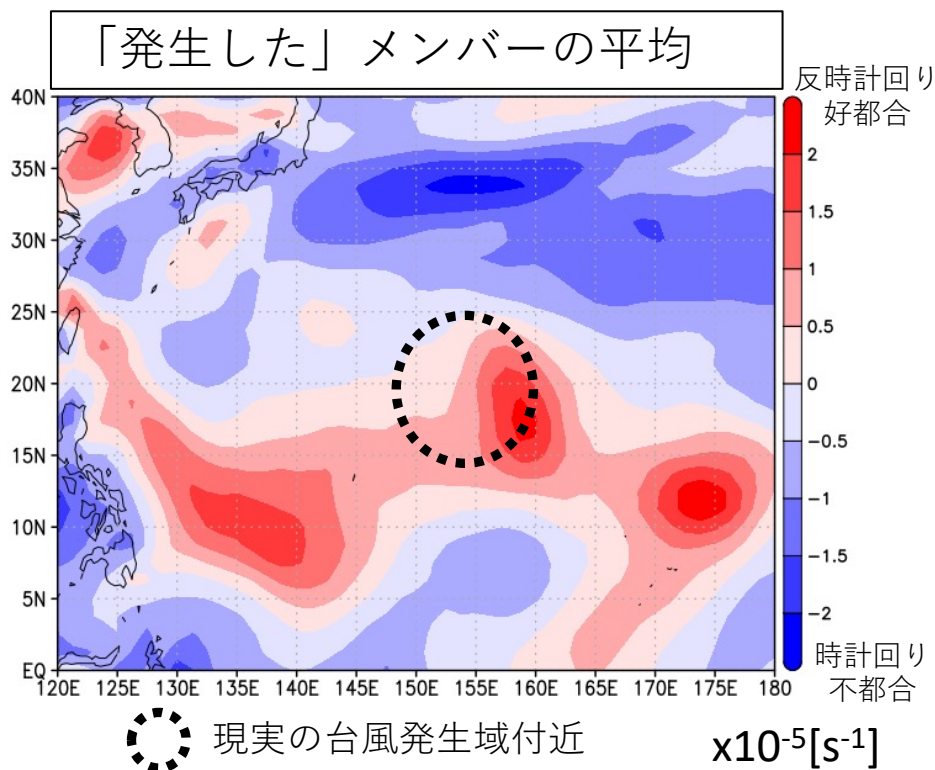
乾燥していると雲の生成を妨げる

湿っていると発生に好都合

対流圏上層と下層の風の強さと向きが近いと？

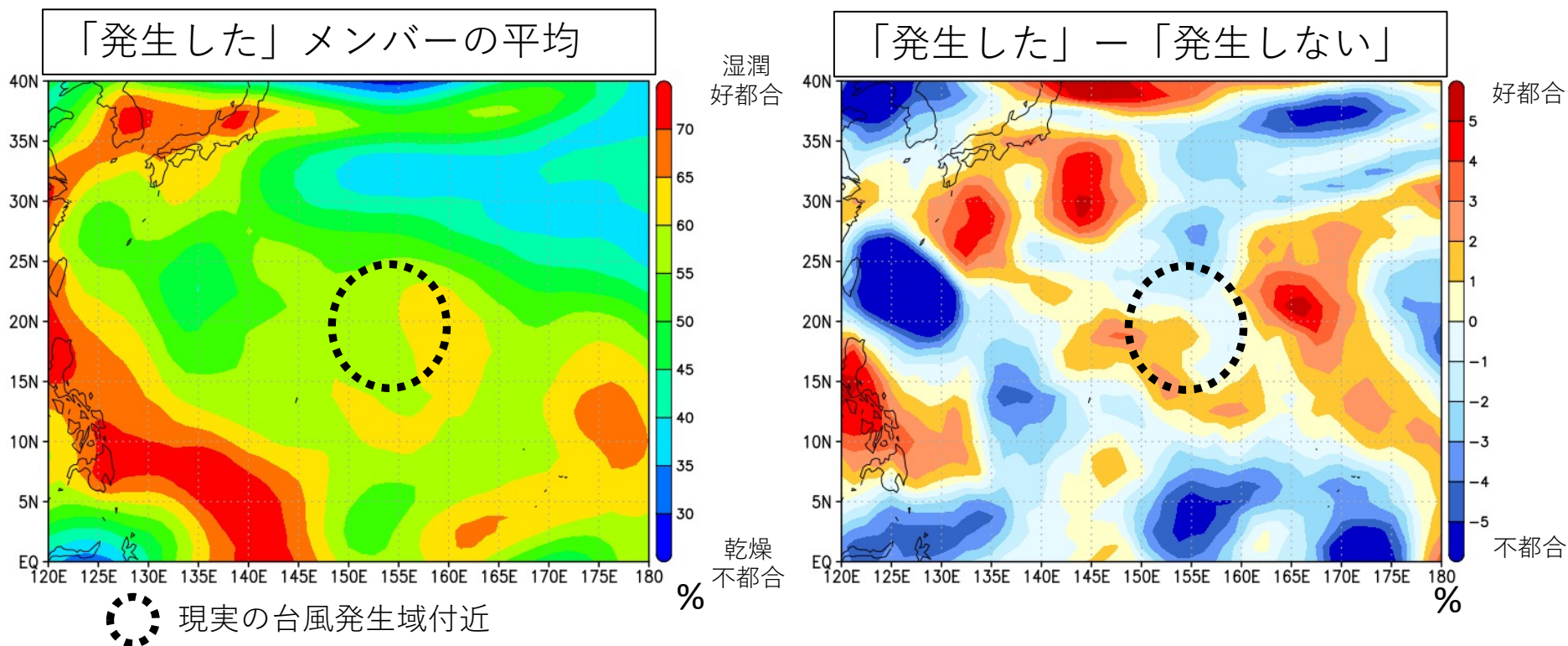


房総半島台風が発生した/しないメンバーの比較 対流圏下層の流れは？



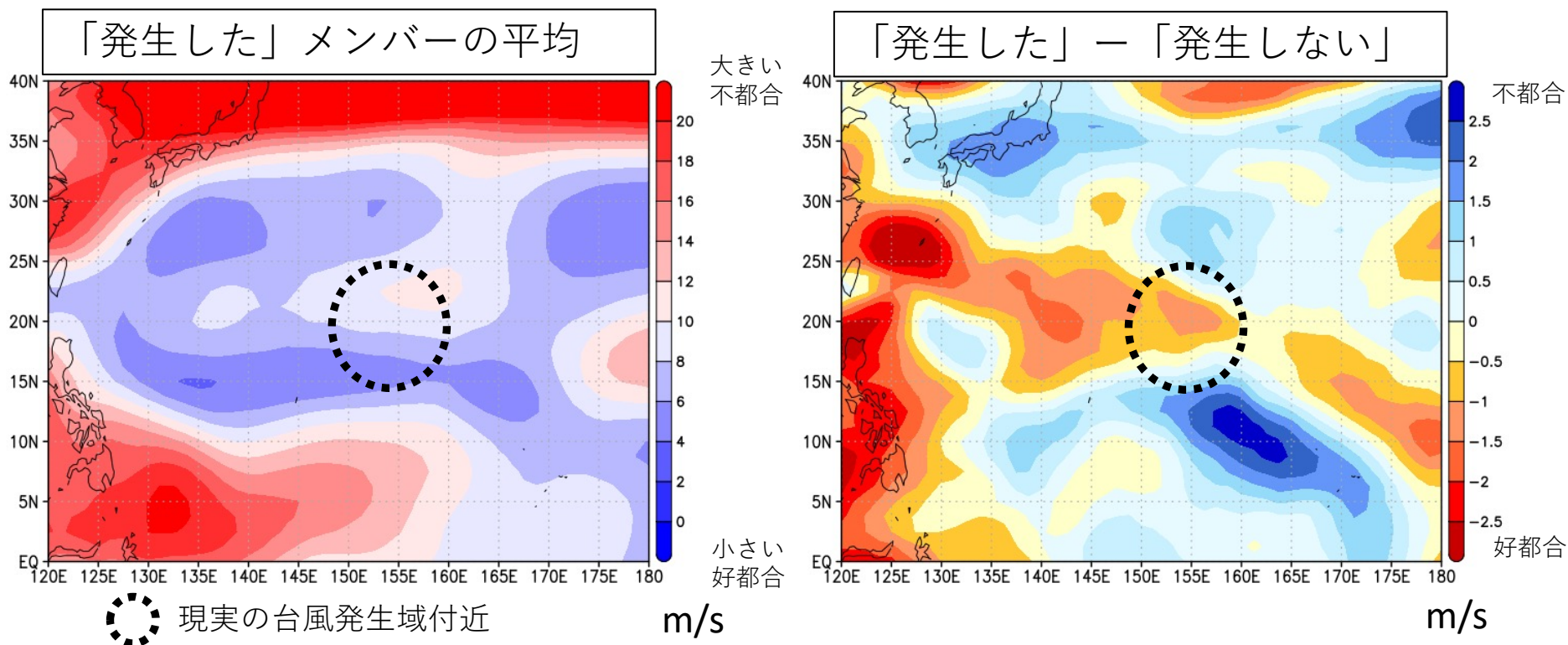
反時計回りで好都合

房総半島台風が発生した/しないメンバーの比較 対流圏中層の湿り具合は？



湿っていて好都合

房総半島台風が発生した/しないメンバーの比較 対流圏の上と下で風速の違いは？



小さくて好都合

何が当たると予測が良くなる？

■大気環境場が当たると発生予測良好

- 対流圏下層に低気圧性の渦度
- 対流圏中層が湿ってる
- 対流圏の下層と上層で風の向きと大きさが近い

□何が大気環境場の当たり外れを決める？

- 台風よりも大きなスケールの現象の表現
- 初期値の精度？
- モデルの精緻化？

目次

- 富岳で何ができる？
- これまでに富岳で何ができた？
- 何が当たると予測が良くなる？
- **まとめ**

まとめ

- 富岳で何ができる？

 - 高解像度・大アンサンブル予測シミュレーション

- これまでに富岳で何ができた？

 - 2週間前から台風日本上陸リスクの高まりを予測

- 何が当たると予測が良くなる？

 - 大気環境場が当たると発生予測良好

- 今後の課題

 - 何が大気環境場が当たり外れを決める？