



## 第3章 事例解析編

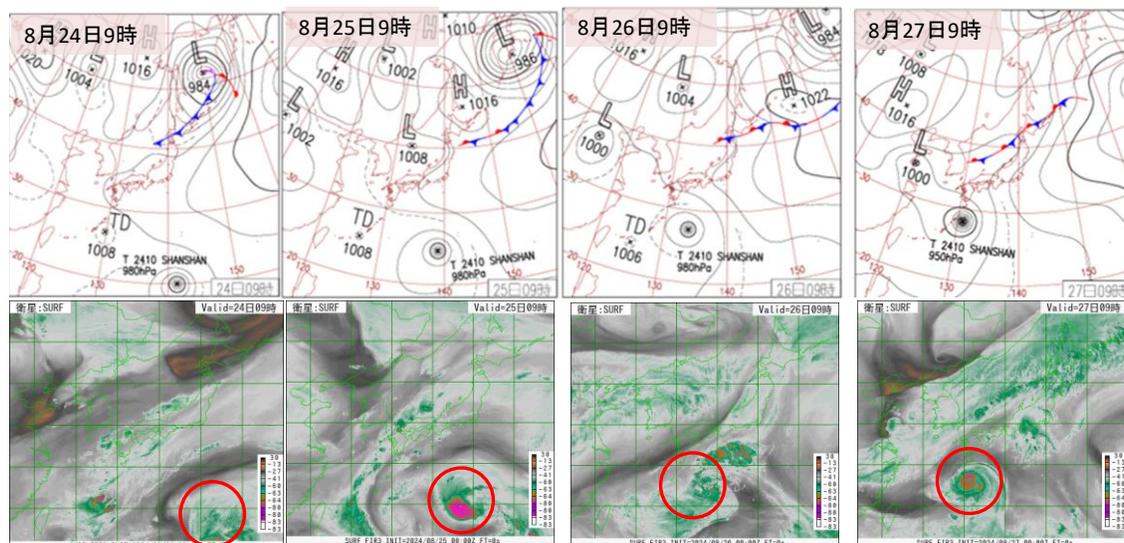
### 3.3 令和6年の台風の数値予報の結果 (台風第10号)

※以下のスライドの説明では、原則として令和6年の年は省略する。なお、速報としてまとめたものであるため、今後の調査により、考えられる要因等が変わる可能性がある。

令和6(2024)年の台風の数値予報の結果として、8月22日3時にマリアナ諸島で発生した台風第10号を取り上げる。この台風は、発生後、小笠原諸島の南を北上、その後、北西進して、8月28日には非常に強い勢力(中心気圧935hPa)で奄美大島近海に達した。28日13時には鹿児島県に暴風・波浪の特別警報、16時20分には同県に高潮特別警報が発表された。鹿児島県上中(カミナカ)では、28日17時18分に36.4m/sの最大瞬間風速を観測し、観測史上1位の値を更新した。その後、ゆっくり北上し、29日8時頃に鹿児島県薩摩川内市に上陸した。上陸後は急速に勢力を弱めながら東寄りに進み、九州、四国をゆっくり通過し、9月1日9時までには東海道沖で熱帯低気圧となった。台風とその周辺の下層暖湿気(相当温位345K以上、台風の中心付近など354K以上)が西日本から東日本に流入して、大気の状態が不安定となり、対流雲が発達した。28日から31日にかけて、九州・四国・近畿・東海地方で線状降水帯が発生し、西日本から東日本の太平洋側中心に30日9時までの72時間降水量が所により400mmを超える大雨となった。

本節では、台風の進路・強度予測に絞って、数値予報結果を確認するとともに、予測誤差の考えられる要因等に関して述べる。なお、速報としてまとめたものであるため、今後の調査により、考えられる要因等が変わる可能性がある。

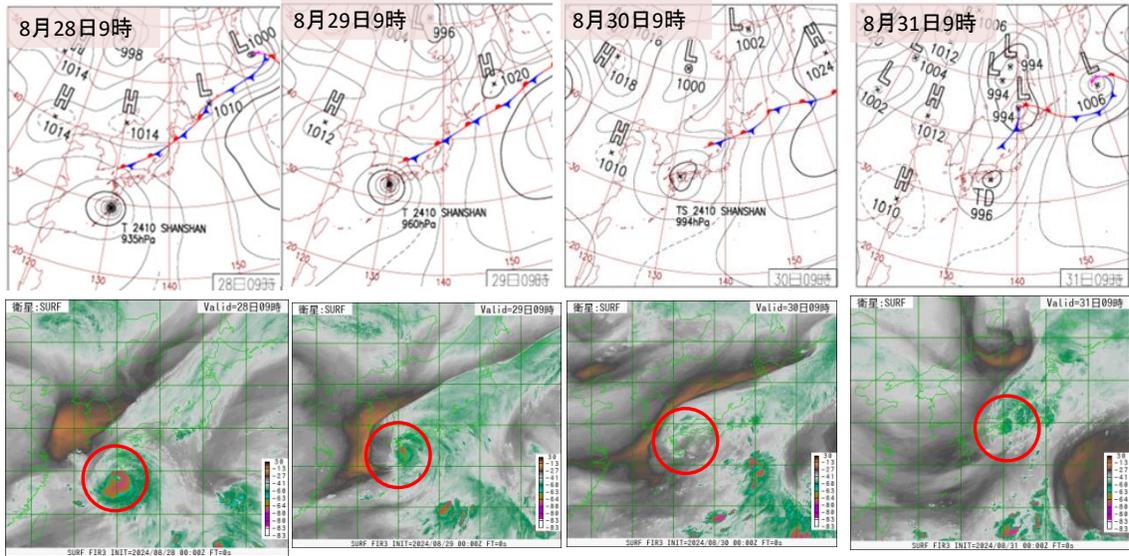
## 台風第10号に関する地上天気図・衛星水蒸気画像 (8月24日9時～27日9時)



台風第10号が、小笠原諸島の南から強い勢力で北西進し、27日には鹿児島県奄美地方に接近した。

図は8月24日9時から27日9時にかけての地上天気図(上段)、気象衛星ひまわりによる水蒸気画像(下段)を示す。台風第10号が、小笠原諸島の南から強い勢力で北西進し、27日には鹿児島県奄美地方に接近した。

# 台風第10号に関する地上天気図・衛星水蒸気画像 (8月28日9時～31日9時)

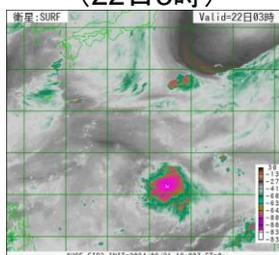


台風第10号は、28日には非常に強い勢力で奄美大島近海に達し、29日8時頃に鹿児島県薩摩川内市に上陸した。上陸後は急速に勢力を弱めながら東寄りに進み、九州、四国をゆっくり通過し、9月1日9時までには東海道沖で熱帯低気圧となった。

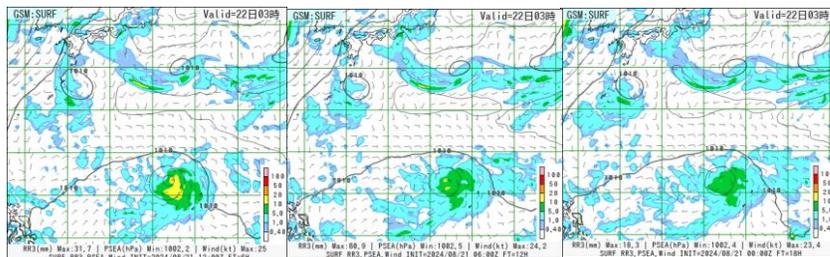
図は8月28日9時から31日9時にかけての地上天気図(上段)、気象衛星ひまわりによる水蒸気画像(下段)を示す。台風第10号は、28日には非常に強い勢力で奄美大島近海に達し、29日8時頃に鹿児島県薩摩川内市に上陸した。上陸後は急速に勢力を弱めながら東寄りに進み、九州、四国をゆっくり通過し、9月1日9時までには東海道沖で熱帯低気圧となった。

# 台風第10号の発生予測について (GSM:22日3時対象)

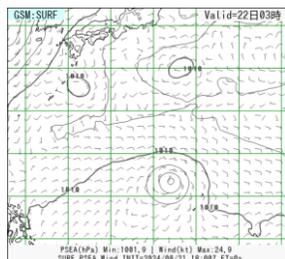
衛星水蒸気画像  
(22日3時)



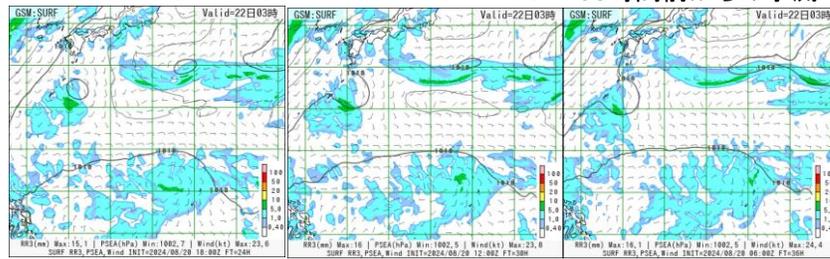
6時間前からの予測 12時間前からの予測 18時間前からの予測



解析値(22日3時)



24時間前からの予測 30時間前からの予測 36時間前からの予測



GSMでは弱い低気圧性循環の風向きは見られたが、台風ボーガスが利用されなかった21日3時初期値による予測(24時間前からの予測)までは、台風の中心付近において、衛星水蒸気画像の対流雲(赤い区域)に対応するような予測降水量の集中や閉じた等圧線として擾乱を表現することができなかった。

第1.9.1項にて、GSMは台風の発生予測を苦手とする場合があることを述べている。台風第10号の発生予測についても予測降水量および閉じた等圧線として擾乱が表現されるかどうかを確認した。図は、台風第10号の発生直後として8月22日3時を対象とした実況(気象衛星ひまわりによる水蒸気画像)とGSM解析値および予測値(20日15時初期値による予測(36時間前からの予測)から21日21時初期値による予測(6時間前からの予測):前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa))である。GSMでは弱い低気圧性循環の擾乱は見られたが、台風ボーガスが利用されなかった21日3時初期値による予測(24時間前からの予測)までは、台風の中心付近において、衛星水蒸気画像の対流雲(赤い区域)に対応するような予測降水量の集中や閉じた等圧線としての擾乱を表現することができなかった。

# 台風第10号のGSMの全進路・強度予測結果の 台風速報解析との比較

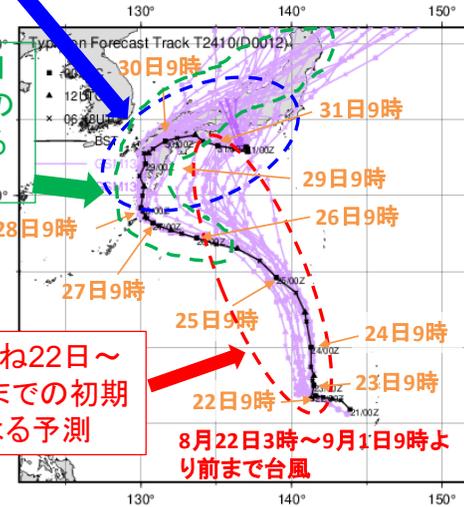
(3) 概ね28日以降の初期値による予測

モデルでは発達傾向、  
台風速報解析では維持期間

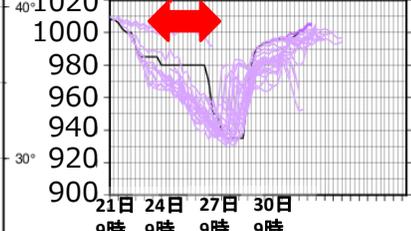
(2) 概ね25日～27日までの初期値による予測

(1) 概ね22日～24日までの初期値による予測

T2410(D0012) Typhoon Forecast and Analysis (Track and Intensity)

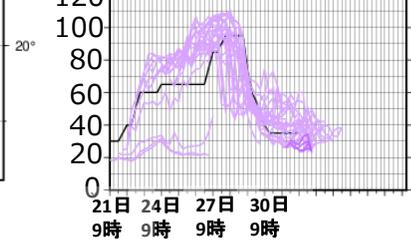


(hPa) T2410 Central Pressure Forecast-Analysis



中心気圧  
(hPa)

(kt) T2410 Maximum Wind Forecast-Analysis



風速  
(kt)

紫線: 全球モデルの予測台風中心位置又は強度予測  
黒線: 台風速報解析による台風中心位置又は強度予測  
(位置の日時を橙色で表記)



気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数値予報解説資料集

420

台風第10号の全球モデル(GSM)による予測位置(紫線)と台風速報解析位置(黒線)および強度(中心気圧(hPa):右上図)、風速(kt:右下図)を示す。予測位置については、8月21日9時初期値から9月1日9時初期値までのそれぞれ5.5日予測が描画されている。以下のような特徴が見られた。

(進路・強度予測)

(1) 概ね22日の発生直後から24日までの予測(赤破線領域): 台風速報解析位置に比べて、北緯25度線までの北上については解析位置・強度と大きな差異はない。その後、予測では北上し、北緯30度線付近の日本の南(紀伊半島の南)で北東へ転向し、東海地方～四国地方に上陸させる結果であったが、台風速報解析では、日本の南を北西進が続き、予測とは乖離する結果となった

(2) 概ね25日～27日までの初期値による予測(緑破線領域): 日本の南を西北西進後、鹿児島県奄美地方～九州上陸までは、台風速報解析位置とは大きな差異はない。強度予測では発達を予測し続けたが、台風速報解析では発達することなく、勢力を維持し続けた。その後は、予測では九州を縦断後、概ね日本海側を北上する結果であったが、台風速報解析では、上陸後は急速に勢力を弱めながら九州・四国をゆっくり東進し、予測とは乖離する結果となった

(3) 概ね28日以降の初期値による予測(青破線領域): 28日21時初期値あたりから、瀬戸内海を通過または四国を横断するような進路予測に変化し、台風速報解析と近い結果となった。強度予測については、台風速報解析と比べて、中心気圧がやや低めの傾向が見られた

上記の内、以下のことについて、以降に示すアンサンブル予測結果も踏まえて説明する。

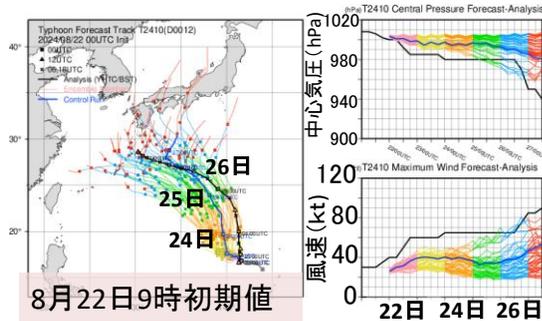
(1)の東海地方～四国地方に上陸させる予測となった要因と実際には日本の南を北西進した要因について考察した結果

(2)の日本の南を北西進中では、強度予測では発達を予測し続けたが、台風速報解析では発達することなく、勢力を維持し続けた要因について考察した結果

(2)と(3)の九州上陸・縦断後に概ね日本海側を通る予測から実際には九州上陸後に東寄りに進んだ要因について考察した結果

# 台風第10号の全球アンサンブル進路・強度予測結果 (8月22日～23日)

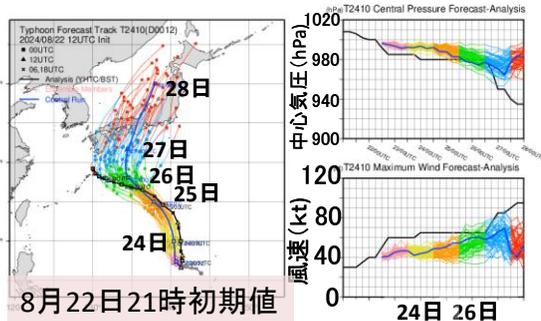
T2410(D0012) Ensemble Typhoon Forecast (Track and Intensity) - 2024/08/22 00UTC -



8月22日9時初期値

22日 24日 26日

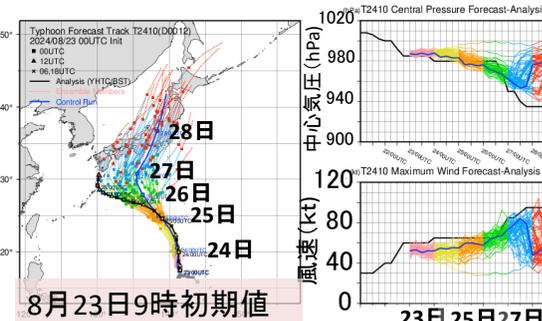
T2410(D0012) Ensemble Typhoon Forecast (Track and Intensity) - 2024/08/22 12UTC -



8月22日21時初期値

24日 26日

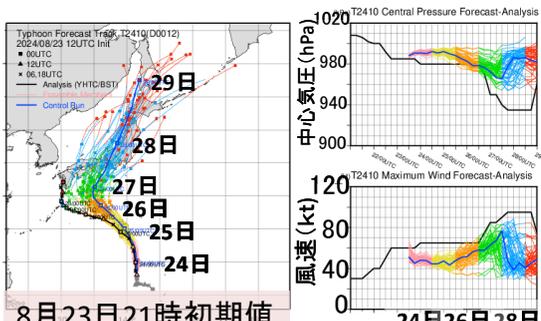
T2410(D0012) Ensemble Typhoon Forecast (Track and Intensity) - 2024/08/23 00UTC -



8月23日9時初期値

23日 25日 27日

T2410(D0012) Ensemble Typhoon Forecast (Track and Intensity) - 2024/08/23 12UTC -



8月23日21時初期値

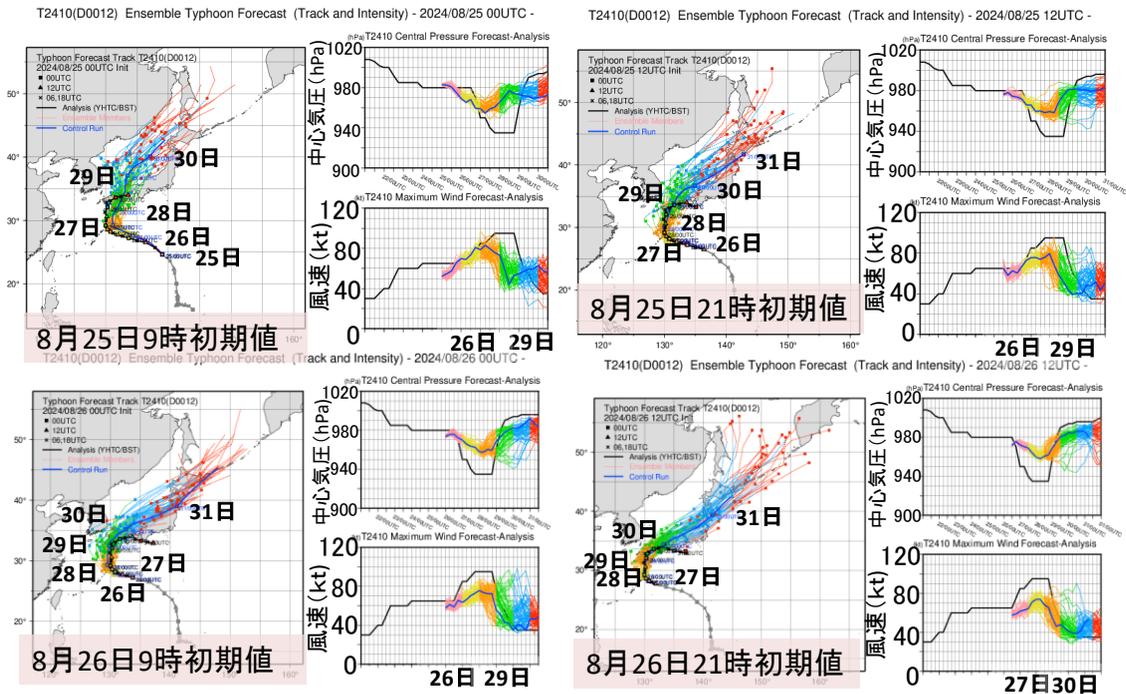
24日 26日 28日



全球アンサンブル予報システム(GEPS)による台風第10号の進路・強度予測(8月22日9時～23日21時初期値予測)の結果を示す。各初期値予測の左図が台風進路予測、右上図が中心気圧(hPa)の時系列予測、右下図が中心付近の最大風速(kt)を示す。青線は、コントロールランを示し、解析値から得られた初期値に人工的なバラつきを与えないで計算した結果である。また、日付はそれぞれコントロールランにおける9時の位置である。その他の色付の線は、解析値から得られた初期値に人工的な誤差を与えて計算した各メンバーの追跡結果である(概ね予測時間毎に色付けを変えている(例えば、8月22日9時初期値の場合は緑色は概ね8月25日対象の予測結果を示している))。

8月22日～23日の初期値の予測は、台風速報解析位置に比べて、北緯25度線までの北上については解析位置に大きな差異はないが、その後、予測では北上し、北緯30度線付近の日本の南(紀伊半島の南)で転向し、東海地方～四国地方に上陸させるメンバー予測が大半で、台風速報解析の結果と近いメンバーは少なかった。24日初期値の予測でも同様な結果であった(図略)。強度予測については、台風速報解析に比べ中心気圧がやや高めの傾向が見られた。

# 台風第10号の全球アンサンブル進路・強度予測結果 (8月25日～26日)

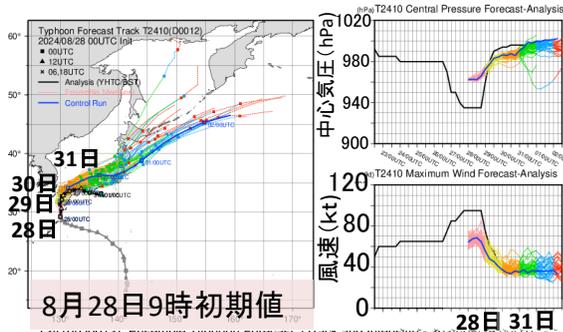


GEPSによる台風第10号の進路・強度予測(8月25日9時～26日21時初期値予測)の結果を示す。各初期値予測の左図が台風進路予測、右上図が中心気圧(hPa)の時系列予測、右下図が中心付近の最大風速(kt)を示す。青線は、コントロールランを示し、解析値から得られた初期値に人工的な誤差を与えないで計算した結果である。また、日付はそれぞれコントロールランにおける9時の位置である。その他の色付の線は、解析値から得られた初期値に人工的なバラつきを与えて計算した各メンバーの追跡結果である(概ね予測時間毎に色付けを変えている(例えば、8月25日9時初期値の場合は緑色は概ね8月28日対象の予測結果を示している))。

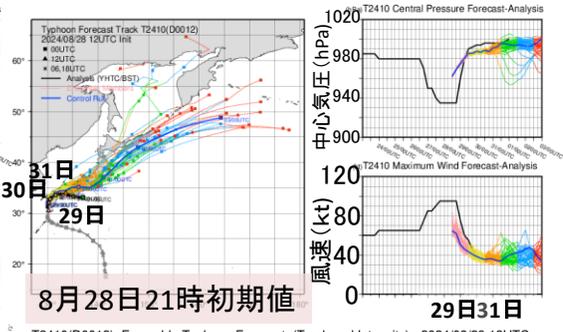
8月25～26日初期値の予測から、大半のメンバーで九州または四国に上陸する進路予測となったが、25日初期値の予測では進行速度が台風速報解析値よりも速く、実況よりも早めに上陸させていた。26日以降では、実況よりも早めに上陸させる予測はなくなった。強度予測については、鹿児島県奄美地方通過時の27～28日の予測では台風速報解析に比べ中心気圧が高め、日本海へ達する予測だった29日以降は低めの傾向が見られた。27日初期値の予測では、26日初期値予測と同様な結果であった(図略)。

# 台風第10号の全球アンサンブル進路・強度予測結果 (8月28日～29日)

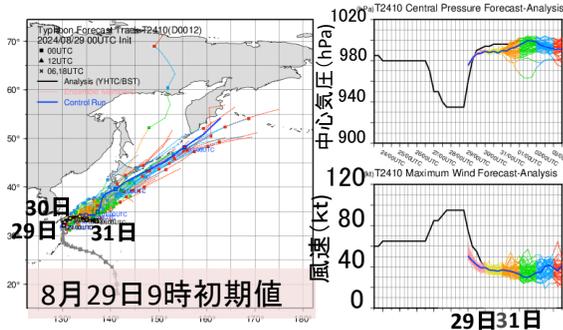
T2410(D0012) Ensemble Typhoon Forecast (Track and Intensity) - 2024/08/28 00UTC -



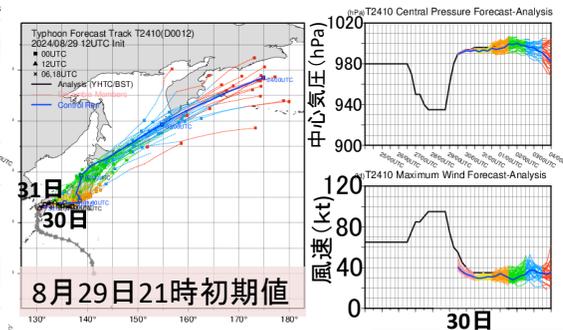
T2410(D0012) Ensemble Typhoon Forecast (Track and Intensity) - 2024/08/28 12UTC -



T2410(D0012) Ensemble Typhoon Forecast (Track and Intensity) - 2024/08/29 00UTC -



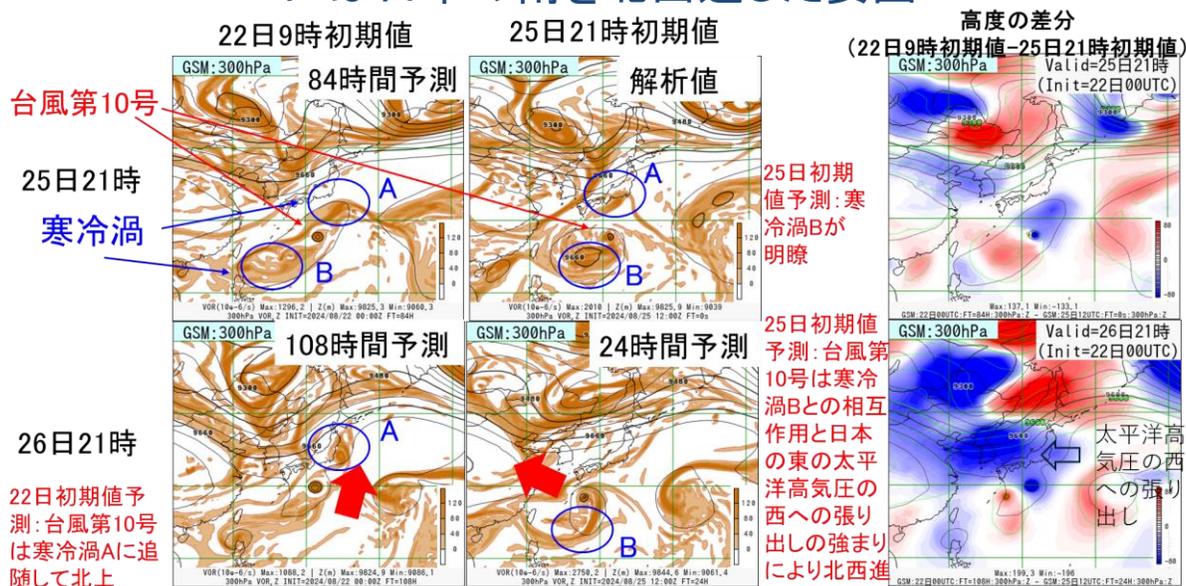
T2410(D0012) Ensemble Typhoon Forecast (Track and Intensity) - 2024/08/29 12UTC -



GEPSによる台風第10号の進路・強度予測(8月28日9時～29日21時初期値予測)の結果を示す。各初期値予測の左図が台風進路予測、右上図が中心気圧(hPa)の時系列予測、右下図が中心付近の最大風速(kt)を示す。青線は、コントロールランを示し、解析値から得られた初期値に人工的な誤差を与えないで計算した結果である。また、日付はそれぞれコントロールランにおける9時の位置である。その他の色付の線は、解析値から得られた初期値に人工的なバラつきを与えて計算した各メンバーの追跡結果である(概ね予測時間毎に色付けを変えている(例えば、8月28日9時初期値の場合は緑色は概ね8月31日対象の予測結果を示している))。

28日21時の初期値の予測から、コントロールランの予測が、瀬戸内海を通過または四国を横断するような進路予測に変化し、台風速報解析と近い結果となり、各アンサンブルメンバーの予測もそれに応じて、日本海側を指向するものが少なくなった。

# 8月22日から24日までの初期値予測において 東海地方～四国地方に上陸させる予測となった要因と実際 には日本の南を北西進した要因

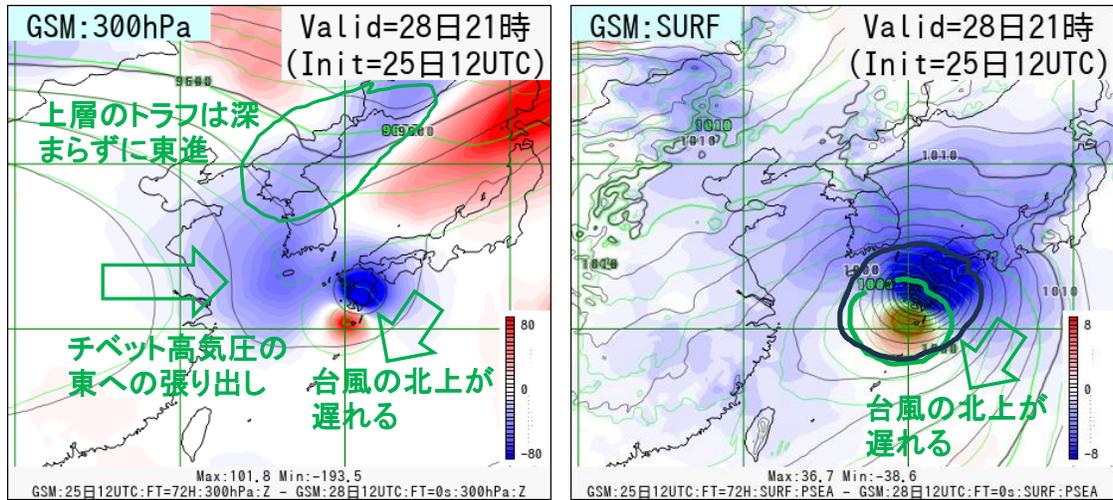


8月22日から24日までの初期値予測において、東海地方～四国地方に上陸させる予測となった要因と実際には日本の南を北西進した要因について推測する。図は300hPa高度・渦度で、東海地方～四国地方に上陸させる予測であった22日9時初期値予測(左図)と、日本の南を西北西進した25日21時初期値(解析値)とその予測(右図)を比較した結果である。上段が25日21時対象の84時間予測と解析値および84時間予測と解析値の高度場の差分(青いほど22日初期値の予測の方が高度場が低い)、下段が26日21時対象の108時間予測と24時間予測および108時間予測と24時間予測の高度場の差分(青いほど22日初期値の予測の方が高度場が低い)である。

22日9時初期値の予測では、84時間予測において、台風第10号の北東側と南西側にそれぞれAとBの寒冷渦があり、その後、台風第10号は寒冷渦Aに追隨する形で北上した様子がみられる。よって、8月22日から24日までの初期値予測において、東海地方～四国地方に上陸させる予測となったのは、台風第10号の北東側の寒冷渦の影響を受けたことが考えられる。

25日21時初期値の予測では、解析値において、寒冷渦Aよりも寒冷渦Bが明瞭になっていることが分かる。そのため、台風第10号は寒冷渦Bとの相互作用と日本の東の太平洋高気圧の西への張り出しの強まりにより北西進する予測に変わったと考えられる。よって、実際に日本の南を北西進したのは、台風第10号の南西側の寒冷渦と日本の東の太平洋高気圧の西への張り出しの強まりによると考えられる。また、強度予測では発達を予測し続けたが、台風速報解析では発達することはなかった。台風第10号の南西側の寒冷渦の影響を受けた可能性がある。

# 九州上陸・縦断後に概ね日本海側を通る予測から実際には九州上陸後に東寄りに進んだ要因



緑線: 8月28日21時初期値(解析値: FT=0) 黒線: 8月25日21時初期値(予測値: FT=72)

8月25～27日初期値の予測では、九州上陸・縦断後に概ね日本海側を通る予測であったが、28日21時初期値以降の予測や実際の台風の進路において、九州上陸後に東寄りに進んだ要因について、GSMの300hPa高度(m)予測差図(左図: 8月28日21時を対象とした8月25日21時初期値(黒線: FT=72)－8月28日21時初期値(解析値: 緑線: FT=0))とGSMの海面更正気圧(hPa)の予測差図(右図: 8月28日21時を対象とした8月25日21時初期値(黒線: FT=72)－8月28日21時初期値(解析値: 緑線: FT=0))から推測する。青色の塗りつぶしの色が濃いほど、25日21時初期値の予測値の高度場又は気圧場が28日21時初期値(解析値)に比べて低い(解析値の方が高い)ことを示す。

25日21時初期値の予測では、朝鮮半島付近でトラフが深まり、台風第10号もこのトラフの深まりに対応して北上が早まっていることが確認できる。また、台風第10号の大きさを1000hPa半径を基準として確認(右図の各太線に対応)すると、予測値の方が大きさが大きいことが確認できる。台風の中心気圧は予測も解析値も960hPa程度である。これは、強く大きい台風ほど上層のジェットにのりやすい(Ito and Ichikawa 2021)ことと整合している。このことから、25日21時初期値の予測では、

- ・上層トラフが朝鮮半島付近で深まったこと
- ・台風が強く、大きさが大きかったこと

の特徴があり、結果として台風第10号は上層トラフに乗って、日本海側を北東寄りに進化したものと思われる。

実際(28日21時の解析値)は、

- ・上層のトラフは朝鮮半島付近で深まらず、東進したこと
- ・チベット方面からの高気圧の東への張り出しが強まったこと

の2つのことが影響して、台風の北上が予測より遅れ、ゆっくり東進したと考えられる。

## まとめ(その1)

- 台風第10号について、GSMおよびGEPSを中心に台風の予測結果を確認した
  - 発生予測
    - 弱い低気圧性循環の風向きは見られたが、台風ボーガスが利用されなかった、台風発生から24時間前(21日3時初期値)までは、台風の中心付近において、衛星水蒸気画像の対流雲に対応するような予測降水量の集中や閉じた等圧線として擾乱を表現することができなかった
  - 進路・強度予測
    - 概ね22～24日初期値までの予測: 北緯30度線の日本の南(紀伊半島の南)で北東へ転向し、東海地方～四国地方に上陸させる予測となったが、台風速報解析では日本の南を北西進が継続し、予測と台風速報解析の結果とは乖離した
    - 概ね25日～27日初期値までの予測: 日本の南を西北西進後、鹿児島県奄美地方～九州上陸までは、台風速報解析位置とは大きな差異はない。強度予測では発達を予測し続けたが、台風速報解析では発達することなく、勢力を維持し続けた。その後は九州を縦断後、概ね日本海側を通る予測となっていたが、台風速報解析では上陸後は急速に勢力を弱めながら、九州、四国をゆっくり東進し、台風速報解析の結果とは乖離した。また、GEPSの強度予測については、鹿児島県奄美地方通過時の27～28日の予測では台風速報解析に比べ中心気圧が高めで、台風の発達を表現できなかった
    - 28日以降の初期値の予測: 28日21時初期値あたりから、瀬戸内海を通過または四国を横断するような進路予測に変化し、台風速報解析と近い結果となった。強度予測については、台風速報解析と比べて、中心気圧がやや低めの傾向が見られた

令和6(2024)年台風第10号の数値予報の予測結果についてまとめた。

## まとめ(その2:考察)

- 8月22日から24日までの初期値予測において、東海地方～四国地方に上陸させる予測となった要因について
  - 台風第10号の北東側の寒冷渦の影響を受けたことが考えられる
- 上記項目に関して、実際には日本の南を北西進した要因について
  - 台風第10号の南西側の寒冷渦と日本の東の太平洋高気圧の西への張り出しの強まりによると考えられる
- 日本の南を北西進中では、強度予測では発達を予測し続けたが、台風速報解析では発達しなかった要因について
  - 台風第10号の南西側の寒冷渦の影響を受けた可能性がある
- 九州上陸・縦断後に概ね日本海側を通る予測から実際には九州上陸後に東寄りに進んだ要因について
  - 25日21時初期値の予測では、上層トラフが朝鮮半島付近で深まったこと、台風が強く、大きさが大きかったことの特徴があり、結果として台風第10号は上層トラフに乗って、日本海側を北東寄りに進行した
  - 実際(28日21時の解析値)は、上層のトラフは朝鮮半島付近で深まらず、東進したこと、チベット方面からの高気圧の東への張り出しが強まったことの2つのが影響して、台風の北上が予測より遅れ、ゆっくり東進した

# 参考文献

- Ito, K and H. Ichikawa, 2021 : Warm Ocean Accelerating Tropical Cyclone Hagibis (2019) through Interaction with a Mid-Latitude Westerly Jet, SOLA, 17A, 1–6.