



第2回

気候変動を考慮した愛媛県沿岸の 海岸保全施設の計画外力検討専門部会

－気候変動を考慮した高潮の解析－

日時： 令和5年9月13日 13:30～15:30

場所： 愛媛県庁第1別館5階第12会議室

目次

1. 主な確認事項
2. 近年の平均潮位の変化傾向
3. 気象庁ベストトラックおよびd4PDFの台風の分析
4. 高潮推算モデルの構築(再現計算)
5. 気候変動を考慮した高潮の解析
6. 参考資料

1. 主な確認事項

主な確認事項

①平均海面水位の上昇量の設定

- 平均海面水位の上昇量は、「日本の気候変動2020」によると、20世紀末(1986～2005年の平均)から21世紀末(2081～2100年の平均)にかけて0.39m程度上昇すると提示されている。起点にする年代によって0.39mまたは按分した値となると考えられ、設定方針について確認したい。

②将来の設計高潮位の設定

- 将来の設計高潮位は、以下の式から求める。

$$\text{将来の設計高潮位} = \text{天文潮位} + \text{平均海面水位の上昇量} + \text{現在の潮位偏差} \times \text{潮位偏差の将来変化率}$$

②-1天文潮位の設定

- 愛媛県では既往最高潮位で設計高潮位が決定している。そのため、天文潮位は既往最高潮位発生時の天文潮位と解釈できる。一方、朔望平均満潮位H.W.L.に変更することも考えられ、設定方針について確認したい。

②-2潮位偏差の将来変化率の設定

- 現在気候および将来気候の高潮推算結果から得られる最大潮位偏差の平面分布の比率図を作成し、潮位偏差の将来変化率を設定する。気候変動の不確実性を鑑みると、台風経路の組み合わせのパターンや汀線位置における平均比率または最大包絡比率で整理することが考えられ、設定方針について確認したい。

確認事項②：将来における設計高潮位の設定（案1）（天文潮）

- シミュレーションから得られた各パターンの潮位偏差の将来変化率を用いて、将来の設計高潮位の設定案を算出した。
- 平均の将来変化率を用いると、設計高潮位は0.45～0.50m上昇する。最大包絡の将来変化率を用いると、設計高潮位は0.50～0.55m上昇する。設計高潮位を5cm切り上げて整理した場合、パターン①と②の結果は同様になる。

※気候変動の不確実性を鑑みて、将来の変化率は平均と最大包絡で整理

【将来の設計高潮位の設定案】 ※本専門部会では設定方法の方針を審議

区間		現行の防護基準			将来の防護基準				
旧行政区分	現行政区分	天文潮位 [T.P.:m]	現在の 潮位偏差 [m]	現在の 設計高潮位 [T.P.:m]	天文潮位 [T.P.:m]	海面水位の 上昇量 [m]	将来変化率	将来の 潮位偏差 [m]	将来の 設計高潮位 [T.P.:m]
		a	b	c	a	A	D	$B=b \times D$	$C=a+A+B$
川之江市～ 東予市	川之江市～ 西条市	2.02	0.63	2.65	2.02	0.39	1.03 or 1.12	0.65 or 0.71	3.10 or 3.15
今治市～ 菊間町	今治市	1.18	1.62	2.80	1.18	0.39	1.04 or 1.09	1.68 or 1.77	3.30 or 3.35
北条市～ 三崎町	北条市～ 伊方町	1.13	1.62	2.75	1.13	0.39	1.04 or 1.09	1.68 or 1.77	3.25 or 3.30
三崎町～ 三瓶町	伊方町～ 西予市	1.38	0.82	2.20	1.38	0.39	1.05 or 1.11 or 1.13	0.86 or 0.91 or 0.93	2.65 or 2.70
明浜町～ 一本松町	西予市～ 愛南町	1.02	0.63	1.65	1.02	0.39	1.05 or 1.11 or 1.13	0.66 or 0.70 or 0.71	2.10 or 2.15

※将来の設計高潮位は5cm間隔で切り上げて整理

※5cm切り上げの場合、パターン①-1と①-2、パターン①-2と②-2は同じ設計高潮位になる

※現段階では海面水位の上昇量は0.39mを仮定

確認事項②：将来における設計高潮位の設定（案2）（H.W.L.）

- シミュレーションから得られた各パターンの潮位偏差の将来変化率を用いて、将来の設計高潮位の設定案を算出した。
- 平均の将来変化率を用いると、設計高潮位は0.45m上昇する。最大包絡の将来変化率を用いると、設計高潮位は0.50～0.55m上昇する。設計高潮位を5cm切り上げて整理した場合、パターン①と②の結果は同様になる。

※気候変動の不確実性を鑑みて、将来の変化率は平均と最大包絡で整理
 ※本専門部会では設定方法の方針を審議

【将来の設計高潮位の設定案】

区間		現行の防護基準			将来の防護基準				
旧行政区分	現行政区分	H.W.L. [T.P.:m]	現在の 潮位偏差 [m]	現在の 設計高潮位 [T.P.:m]	H.W.L. [T.P.:m]	海面水位の 上昇量 [m]	将来変化率	将来の 潮位偏差 [m]	将来の 設計高潮位 [T.P.:m]
		a	b	c	a	A	D	B=b×D	C=a+A+B
川之江市～ 東予市	川之江市～ 西条市	1.75	0.63	2.65	1.75	0.39	1.03 or 1.12	0.93 or 1.01	3.10 or 3.15
今治市～ 菊間町	今治市	1.85	1.62	2.80	1.85	0.39	1.04 or 1.09	0.99 or 1.04	3.25 or 3.30
北条市～ 三崎町	北条市～ 伊方町	1.60	1.62	2.75	1.60	0.39	1.04 or 1.09	1.20 or 1.25	3.20 or 3.25
三崎町～ 三瓶町	伊方町～ 西予市	1.00	0.82	2.20	1.00	0.39	1.05 or 1.11 or 1.13	1.26 or 1.33 or 1.36	2.65 or 2.75
明浜町～ 一本松町	西予市～ 愛南町	0.90	0.63	1.65	0.90	0.39	1.05 or 1.11 or 1.13	0.79 or 0.83 or 0.85	2.10 or 2.15

※将来の設計高潮位は5cm間隔で切り上げて整理

※5cm切り上げの場合、パターン①-1と①-2、パターン①-2と②-2は同じ設計高潮位になる

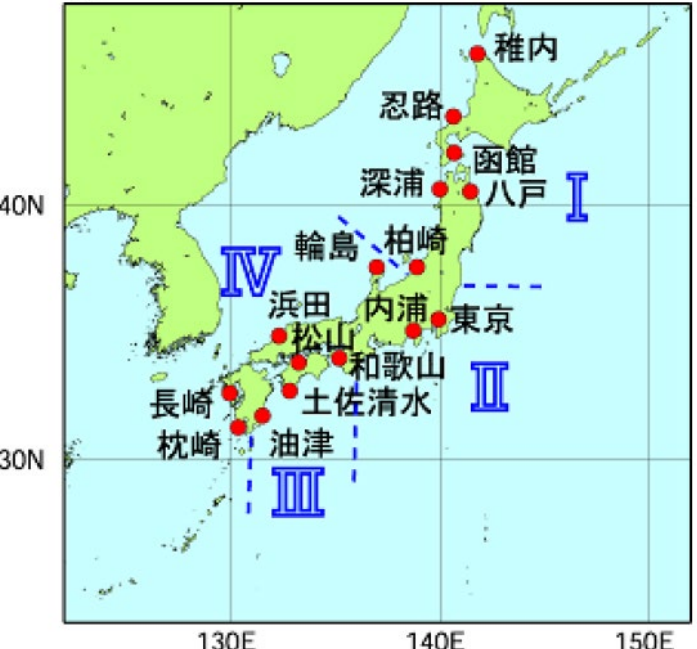
※現段階では海面水位の上昇量は0.39mを仮定、H.W.L.は設計高潮位策定時の値を仮定

2. 近年の平均潮位の変化傾向

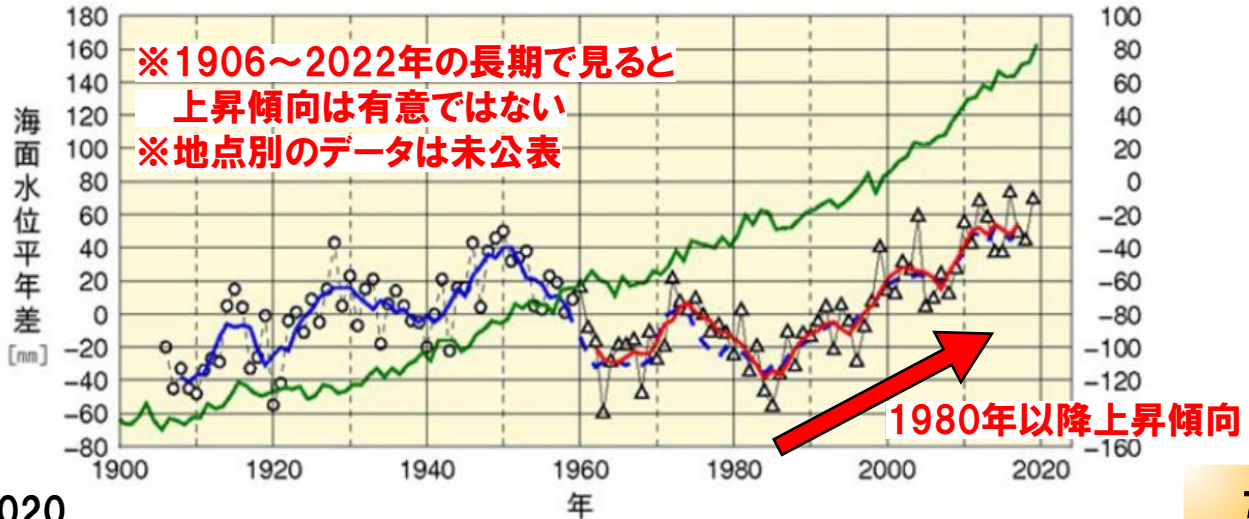
日本沿岸における年平均潮位の変化傾向

- 平均海面水位の上昇量は「日本の気候変動2020」で提示されているとおり、日本沿岸では20世紀末から21世紀末にかけて0.38～0.39m程度上昇する。
- 愛媛県が位置する領域IIIの2℃上昇シナリオでは0.39mが設定されている(どの領域も同程度の変化傾向)。

時期	20世紀末(1986～2005年の平均) ～ 21世紀末(2081～2100年の平均)			
シナリオ	日本沿岸の平均海面水位の上昇量			
	領域Ⅰ 北海道・東北地方の沿岸	領域Ⅱ 関東・東海地方の沿岸	領域Ⅲ 愛媛県 近畿～九州地方の 太平洋側沿岸	領域Ⅳ 北陸地方から九州地方の 東シナ海側沿岸
2℃上昇シナリオ (RCP2.6)	0.38m (0.22～0.55m)	0.38m (0.21～0.55m)	0.39m (0.22～0.56m)	0.39m (0.23～0.55m)
4℃上昇シナリオ (RCP8.5)	0.70m (0.45～0.95m)	0.70m (0.45～0.95m)	0.74m (0.47～1.00m)	0.73m (0.47～0.98m)



○: 日本沿岸4地点平均水位, 青実線: ○の5年移動平均
 △: 日本沿岸16地点の平均水位, 赤実線: △の5年移動平均
 緑: 世界平均水位(5年移動平均)

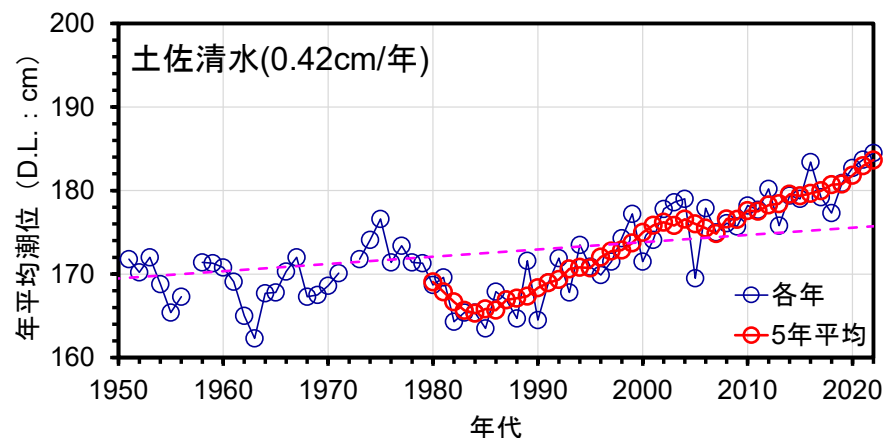
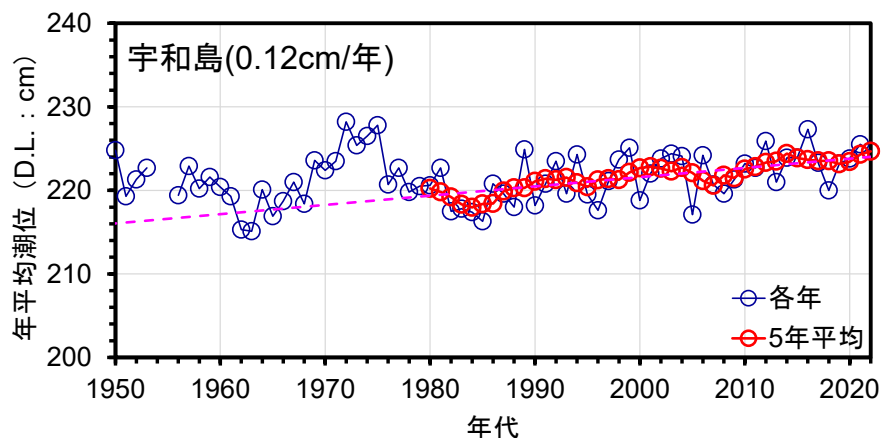
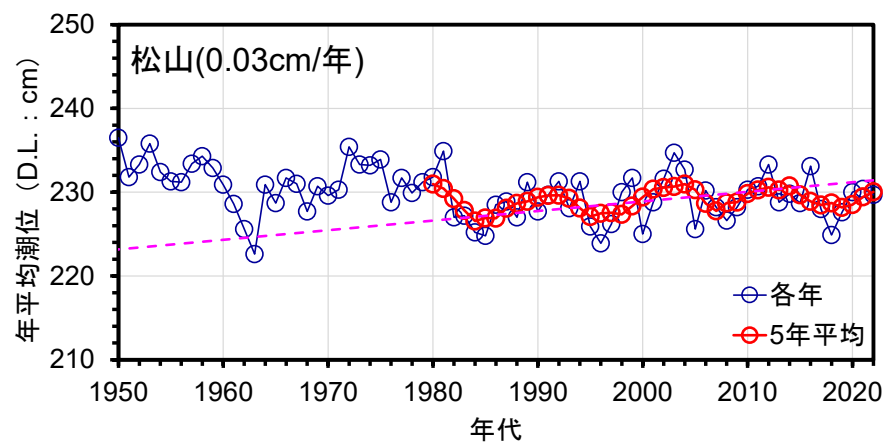
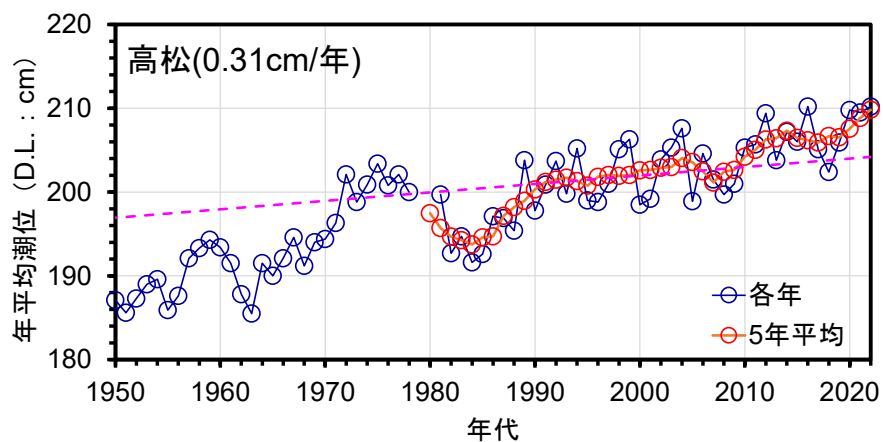


[出典] 文部科学省・気象庁:日本の気候変動2020

四国沿岸における年平均潮位の変化傾向と

平均海面水位の上昇量の設定方針

- 四国沿岸の4地点における年平均潮位を整理し、1980年以降の5年平均で直線近似をすると、いずれの地点も水位は上昇傾向である。
 - 愛媛県内に位置する松山や宇和島は、その他の地点に比べ、水位の上昇の傾きが緩やかな傾向がある。
 - 平均海面水位の上昇量は、気象庁が提示する0.39mまたは2020年代を起点として按分した値を設定する。
- ※近年の四国沿岸における平均潮位の変化傾向を地点別に比較・確認する目的で下図を整理



※これらの図は地盤沈下の経年変化の影響を考慮していない。地盤沈下の影響については今後の課題とする。

3. 気象ベストトラックおよびd4PDFの台風の分析

気象庁ベストトラックとd4PDFの台風トラックの解説

気象庁ベストトラック ※実際の気象(台風)

□ 気象庁では北西太平洋領域の熱帯低気圧に責任を持つ機関として、統計や研究等にも活用できるように台風の諸元(中心位置、強さ、大きさ等)について、台風通過後に事後検討し、精査した値を確定値(ベストトラック)として公表している。

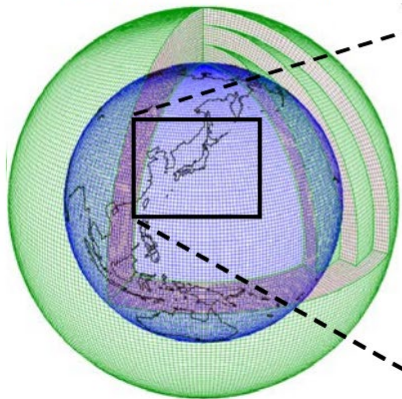
d4PDF (database for Policy Decision making for Future climate change) ※仮想の気象(台風)

- d4PDFは全世界(全球): 60km格子および日本周辺領域: 20km格子の高解像度大気モデルを使用した数値実験結果である。本検討では60km格子の全球モデルの台風トラックを使用する。
- 多数の実験例(アンサンブル)を活用することで、台風等の極端現象の将来変化を確率的に評価できる。例えば、過去実験は1951~2010年を表現し、異なる100メンバーの結果が存在する。

【d4PDFの計算領域イメージ】

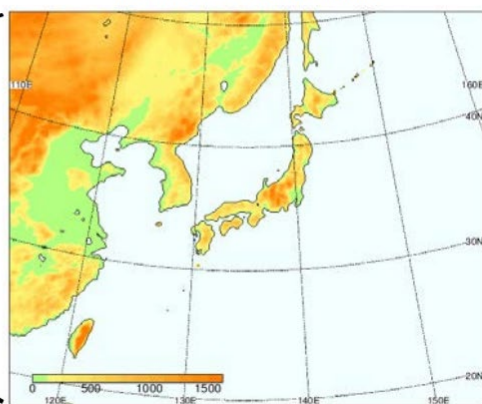
(全球)
AGCM

(水平解像度約60km)



(日本周辺)
NHRCM

(水平格子間隔20km)



(画像: 気象庁提供)

※NHRCM(日本周辺)は格子が細かい一方、台風の発達が弱い傾向であるため、AGCM(全球)の出力結果を使用

d4PDFには現在気候に相当する過去実験と将来気候に相当する将来実験(2°C上昇、4°C上昇)がある。

◎過去実験:6000年

=60年(1951~2010年)×100メンバー

◎将来実験2°C上昇:3240年

=60年(2031~2090年)×6SST×9メンバー

◎将来実験4°C上昇:5400年

=60年(2051~2110年)×6SST×9メンバー

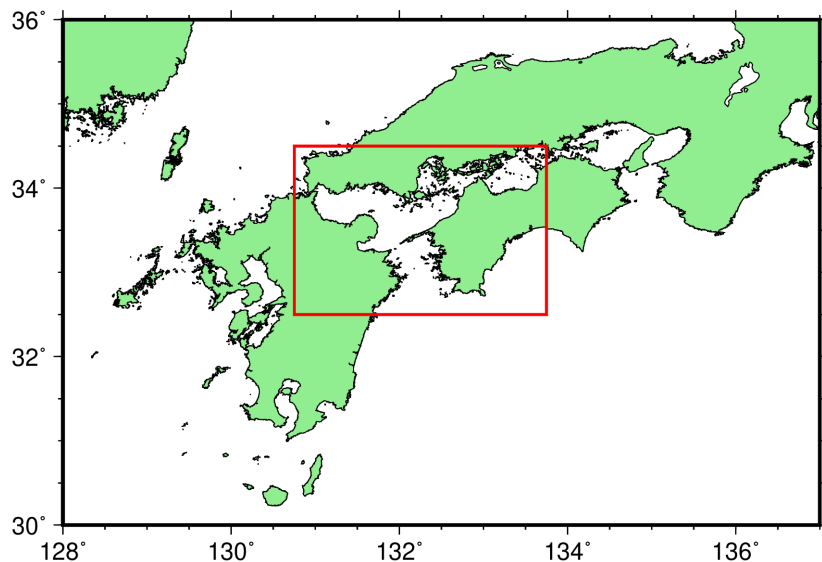
※将来実験は6種類のSST(海水温)の将来変化パターンを考慮し、気候変動の変動幅を表現している。

※各実験は、それぞれ異なる初期値から計算を始め、海水と海面水温に摂動(変動)を与えるアンサンブル予測をしているため、メンバー毎に結果が異なる。 10

気象庁ベストトラックの分析(設計高潮位の台風)

- 設計高潮位に採用されている3台風(T5412,T5415,T9119)の再現期間を分析するために、**愛媛県周辺(下図の赤枠内)を通過した気象庁ベストトラック(実績)の台風を集計した。**
- 愛媛県接近時の上位台風(中心気圧が低い順)を整理した。**第1位の第二室戸台風は愛媛県にとって最も影響した台風ではなく、統計解析する上で特異な台風と判断されることから、除外する。**
- T9119は同率2位であり、上位の台風である。一方、T5412,T5415がランク外である理由は、**最高潮位は潮位偏差(中心気圧・コース)と天文潮の組み合わせであるため、中心気圧の順位と必ずしも一致しない。**

【台風の検討範囲(赤枠)】



<赤枠の範囲>

東経: 130.75~133.75°

北緯: 32.50~34.50°

【検討範囲における実績の上位台風】

順位	台風	中心気圧 [hPa]	発生日 (検討範囲の最小気圧時)	備考
—	T6118	923.3	1961/09/16	第二室戸台風(※除外)
2	T6523	945.0	1965/09/10	
2	T9119	945.0	1991/09/27	リンゴ台風
4	T0418	946.7	2004/09/07	
5	T9918	950.0	1999/09/24	
5	T9313	950.0	1993/09/03	
5	T0310	950.0	2003/08/08	
8	T5115	952.0	1951/10/14	ルース台風
9	T5522	952.5	1955/09/30	
10	T6420	953.3	1964/09/24	
10	T6515	953.3	1965/08/06	

※トラックデータは1時間毎に補間して分析

d4PDFの台風中心気圧のバイアス補正の必要性

d4PDFの台風中心気圧のバイアス補正の必要性

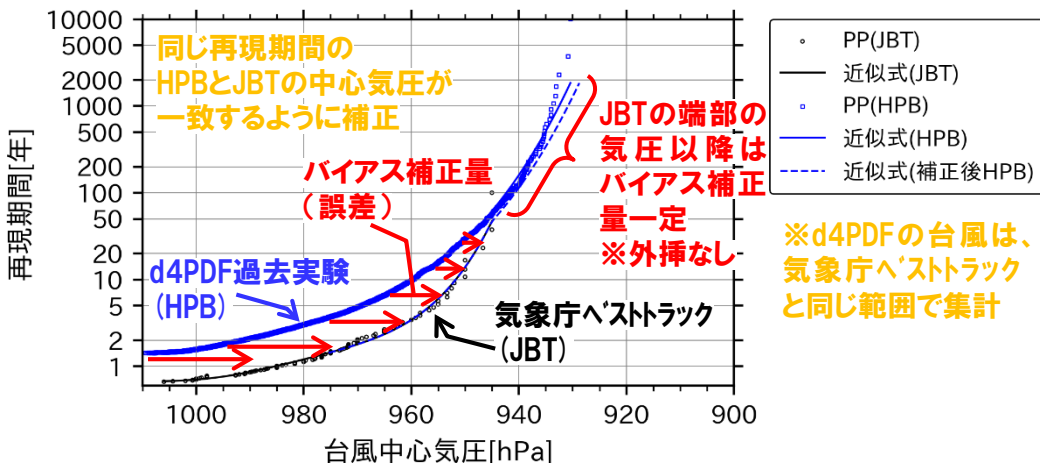
- d4PDFは高解像度なモデルによる数値実験結果であるものの、その格子幅よりも小さいスケールでの現象(例えば、台風の日やその中心気圧)は適切に表現できない。そのため、簡略化や近似して表現しており、数値実験結果から得られる気候の情報と現実の気候の情報にはズレが生じる。
- このような**モデルと現実の間に生じる系統的なズレをバイアス(誤差)と呼ぶ。**
- バイアスが生じたままでは**気候変動の適切な影響評価ができないため、バイアス補正**をする。
- d4PDFは仮想の気候情報であるため、個々の台風を見ても、現実の台風(例えばT9119)に類似する台風はあっても、全く同じ台風は存在しない。そのため、クオンタイルマッピング法を用いて、再現期間毎の台風中心気圧を観測に基づく気象庁ベストトラックとd4PDFで一致させることで、**台風の性質を実現象(現実)に近づける補正**をする。

クオンタイルマッピング法

- クオンタイルマッピング法は、観測とモデルのある物理量を小さい値から大きい値に応じて並び替えて、値の大きさの順位(あるいは再現期間)に応じたバイアス補正量を決定する方法である。
- 本検討では、**気象庁ベストトラックとd4PDFの台風中心気圧を並び替え、再現期間毎のバイアス補正量を決定**した。ここで、気象庁ベストトラックやd4PDFの確率分布に対して、多項式で近似した式を作成したため、任意の再現期間に対する補正量が求まる(補正結果は次ページ参照)。

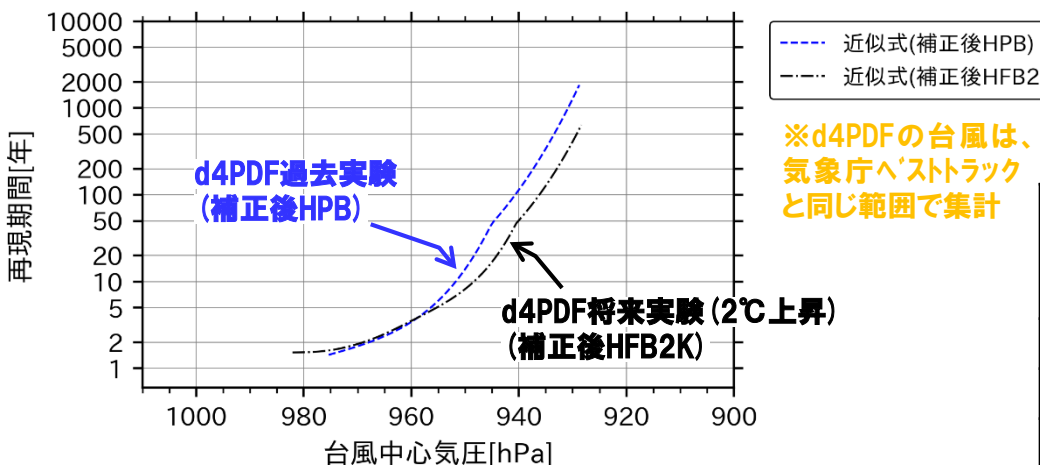
d4PDFのバイアス補正結果および分析

【d4PDF過去実験のバイアス補正結果】



- 各再現期間におけるd4PDF過去実験の中心気圧を観測に基づく気象庁ベストトラックに一致するように補正した。
- ここで得られたバイアス補正量はd4PDF将来実験にも適用する。将来実験は2℃上昇を対象とする。
- T9119以外の台風中心気圧は将来に増加する傾向である。将来においては台風の来襲頻度が減り、これまで数年に1度来襲していた規模の台風も低頻度な扱いとなるため、2,3年確率の中心気圧に対しては現在と将来で逆転する(台風の低頻度化と強大化のバランス)。
- 一方、もともと低頻度であったT9119は、再現期間が約50年程度であり、台風の強大化の影響により中心気圧が現在よりも将来で減少傾向である。

【d4PDF過去・将来実験のバイアス補正結果】



【バイアス補正後の中心気圧・再現期間】

台風	検討領域内の中心気圧 [hPa]	再現期間 [年]	2K上昇の中心気圧 [hPa]	4K上昇の中心気圧 [hPa]
T5412	962.5	2.8	963.3	972.4
T5415	965.0	2.3	965.9	976.7
T9119	945.0	46.9	940.5	937.8

※d4PDF将来実験 (HFB2K:2℃上昇) は6種類のSST(海水温)データを統合して分析

※赤字: 将来増大、青字: 将来減少

現在気候および将来気候の台風条件の設定

<中心気圧> ※条件をわかりやすくするため、いずれの台風も同様な条件に設定

- 最も勢力が強いT9119の中心気圧が約50年確率かつ供用期間が50年間の施設が多いことから**現在気候および将来気候の中心気圧(接近時)は50年確率を設定**する。
- T5412,T5415の中心気圧を参照すれば将来には気候変動の影響を受けないといった考え方もできる。しかしながら、これらの台風は再現期間が短く、台風の低頻度化の影響を強く受けている。**気候変動の不確実性から評価が難しい位置付け**であるため、台風の強大化の影響を明確に受けている50年確率の中心気圧を参照する方が望ましいと考える。

<最大旋衡風速半径>

- 最大旋衡風速半径は、経験的台風モデルにおいて台風の中心位置からの同心円状の気圧勾配や強風が吹く位置を決定づけるパラメータであり、中心気圧と相関がある。そのため、**最大旋衡風速半径は一意に定まる河合らの式を用いて、中心気圧毎に推定**する。

<移動速度>

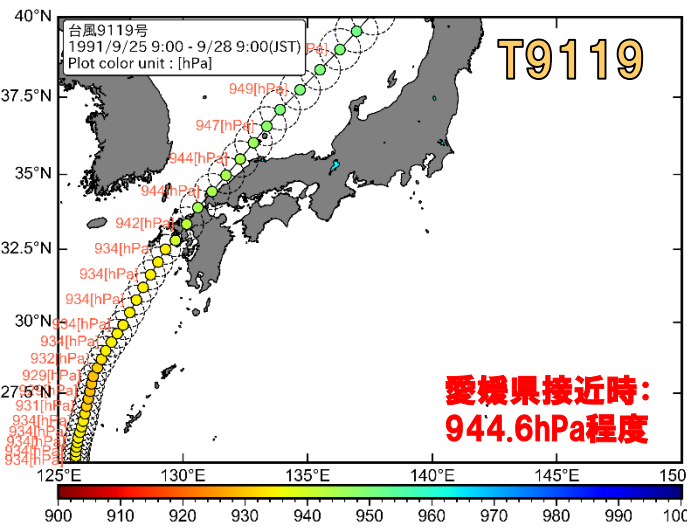
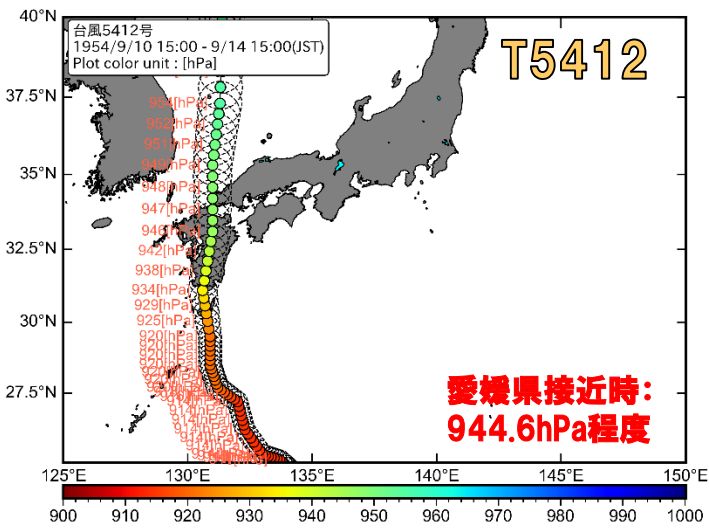
- **移動速度は、実績台風や高潮浸水想定による設定を踏襲**する。

【現在および将来の再現期間毎の中心気圧】

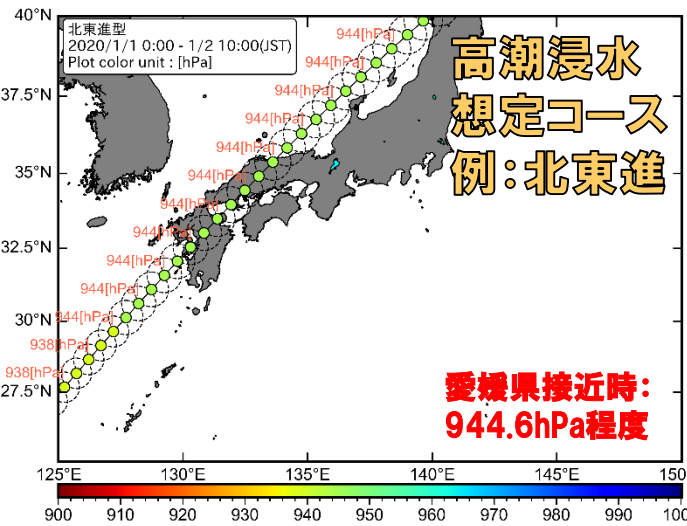
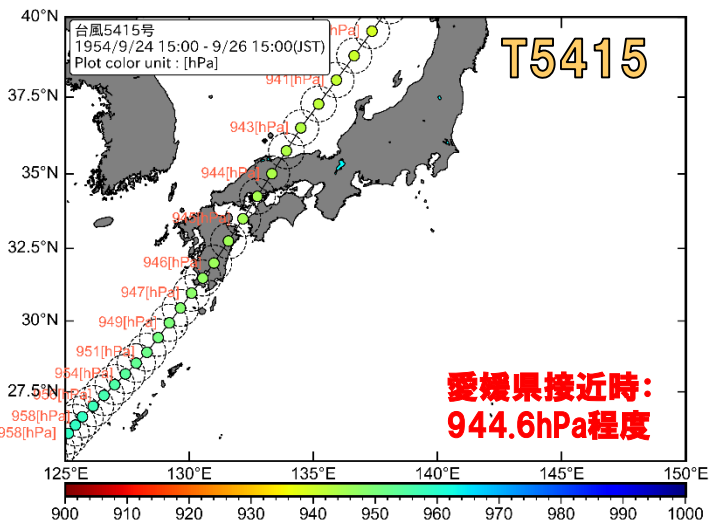
再現期間 [年]	補正後の台風中心気圧 [hPa]			差分(将来－過去) [hPa]	
	過去実験	2K上昇	4K上昇	2K上昇	4K上昇
2	967.8	968.9	986.0	1.1	18.2
5	956.4	955.3	959.9	-1.1	3.5
10	951.7	948.4	947.6	-3.4	-4.1
20	948.3	944.1	941.9	-4.2	-6.4
50	944.6	940.1	937.4	-4.5	-7.2
100	940.7	936.2	933.3	-4.5	-7.4

台風の中気圧(現在気候)

□ いずれの台風も接近時に現在気候の50年確率の中気圧である944.6hPaになる中心深度(1013hPa-台風中心気圧)の比率を算出し、全時刻に乗算した。



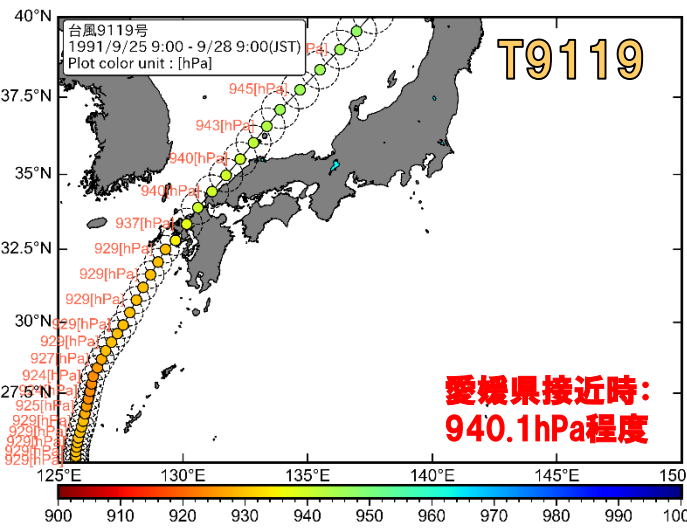
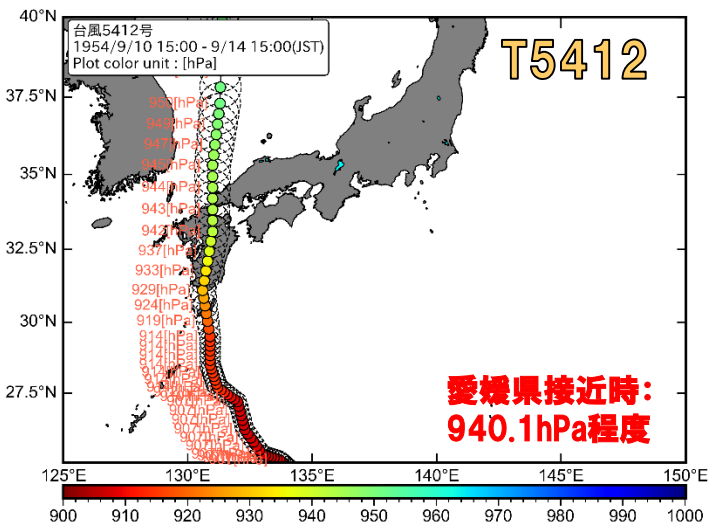
現在気候のT5412の例)
愛媛県接近時のT5412
: 962.5hPa
(中心深度1013-962.5=50.5hPa)
愛媛県接近時の50年確率
: 944.6hPa
(中心深度1013-944.6=68.4hPa)
中心深度の比率
: 1.35 (=68.4/50.5)



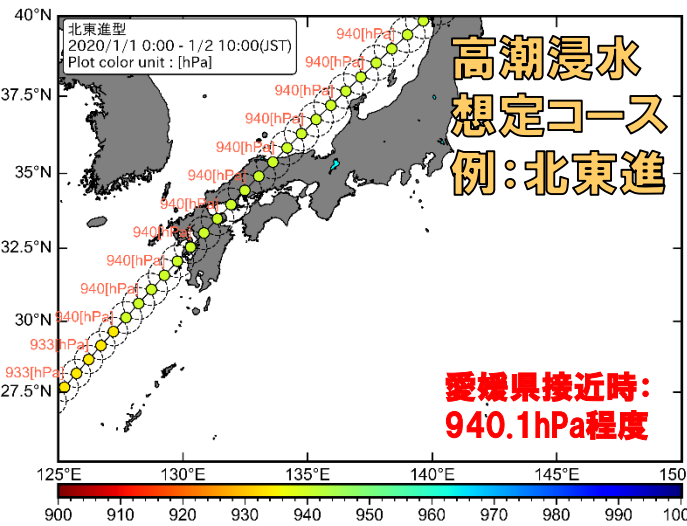
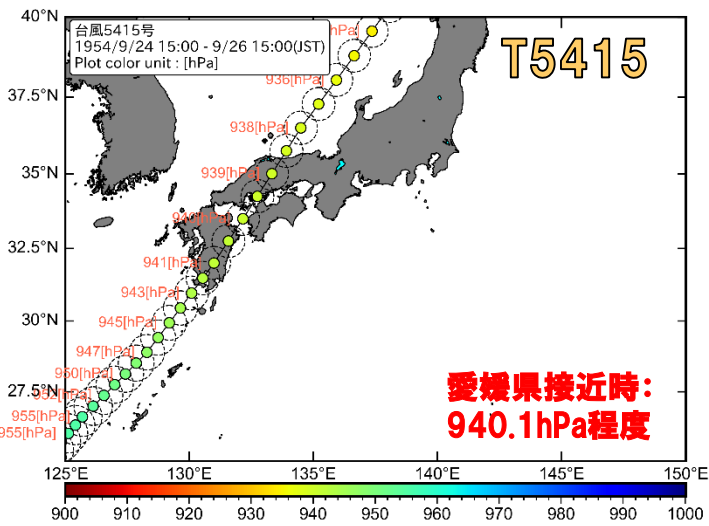
左図の●印は各時刻の台風の中心位置や中心気圧を示しており、●印毎に上記の比率を乗算し、修正した。

台風の中気圧(将来気候)

□ いずれの台風も接近時に将来気候の50年確率の中気圧である940.1hPaになる中心深度(1013hPa-台風中心気圧)の比率を算出し、全時刻に乗算した。



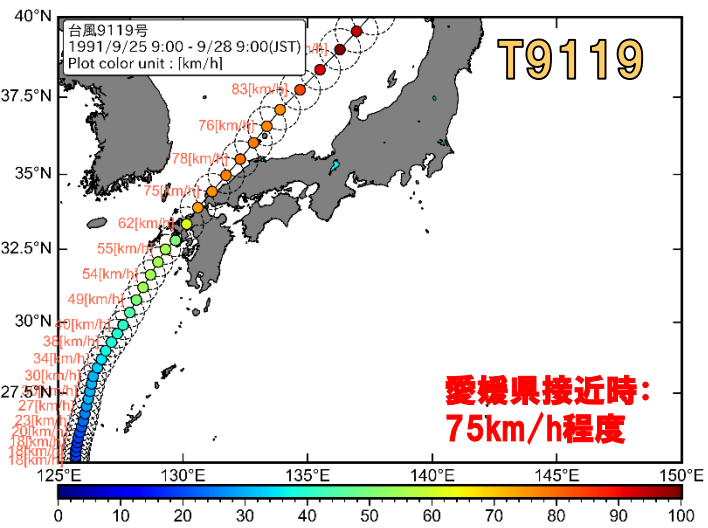
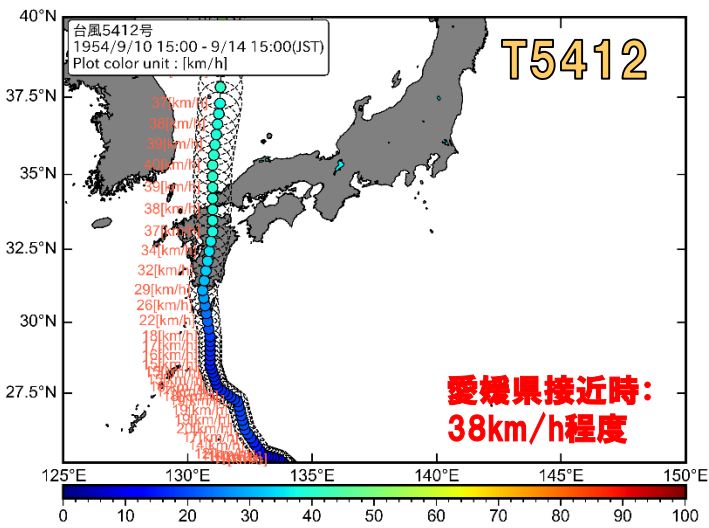
将来気候のT5412の例)
愛媛県接近時のT5412
: 962.5hPa
(中心深度1013-962.5=50.5hPa)
愛媛県接近時の50年確率
: 940.1hPa
(中心深度1013-940.1=72.9hPa)
中心深度の比率
: 1.44 (=72.9/50.5)



左図の●印は各時刻の台風の中心位置や中心気圧を示しており、●印毎に上記の比率を乗算し、修正した。

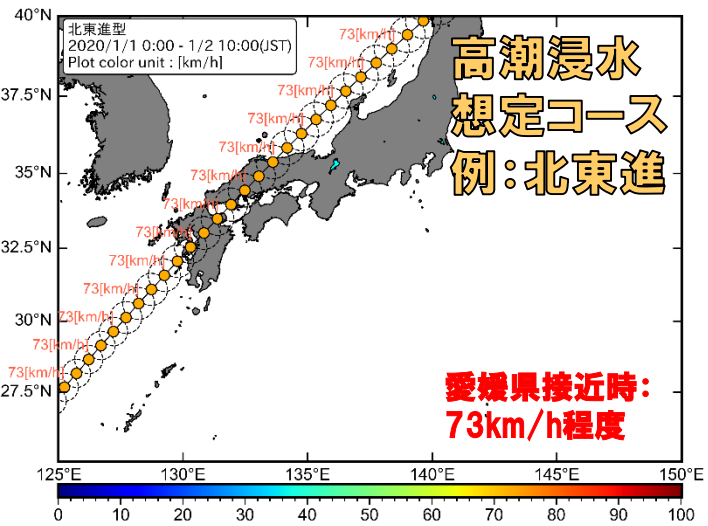
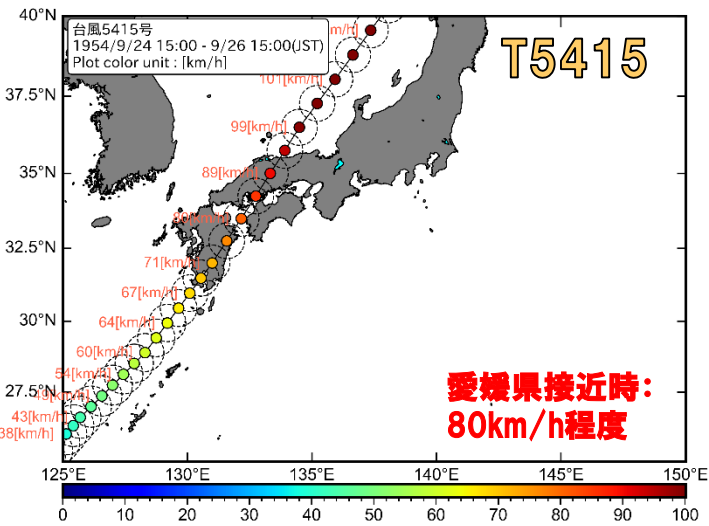
台風の移動速度(現在・将来共通)

□ 実績台風のうち、T5412の移動速度はやや遅く、その他の台風はいずれも伊勢湾台風級(高潮浸水想定条件)と同程度である。



いずれの台風の移動速度は実績台風や高潮浸水想定による設定を踏襲する

左図の●印は各時刻の台風の中心位置や移動速度を示している。



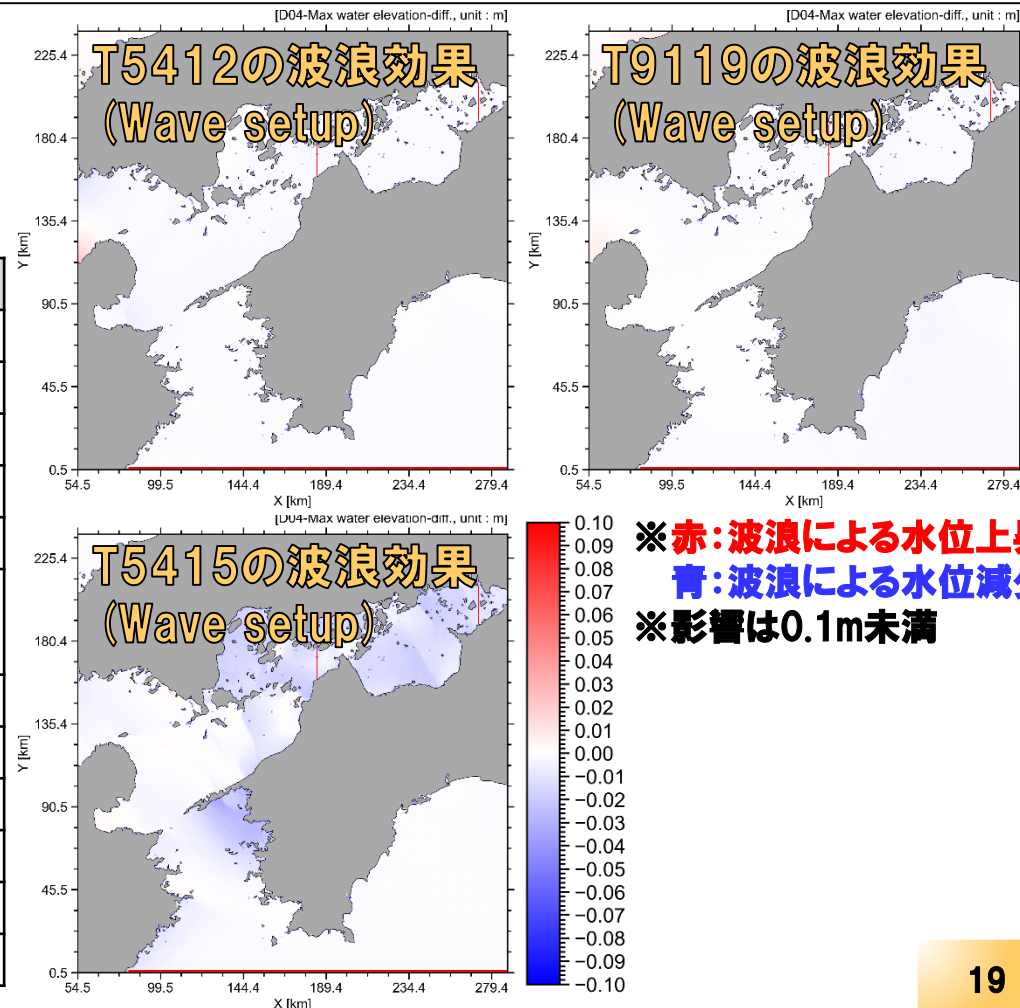
4. 高潮推算モデルの構築(再現計算)

再現計算の計算条件

- 非線形長波式を用いたT5412,T5415,T9119の再現計算を実施した。気象場の推算には経験的台風モデルを使用した。
- ラディエーションストレスを考慮しても沿岸域でのWave setup(波浪による水位上昇)がほとんど発生しないことを予備検討から確認できたため、以降の検討では非考慮とした。

【再現計算の計算条件】

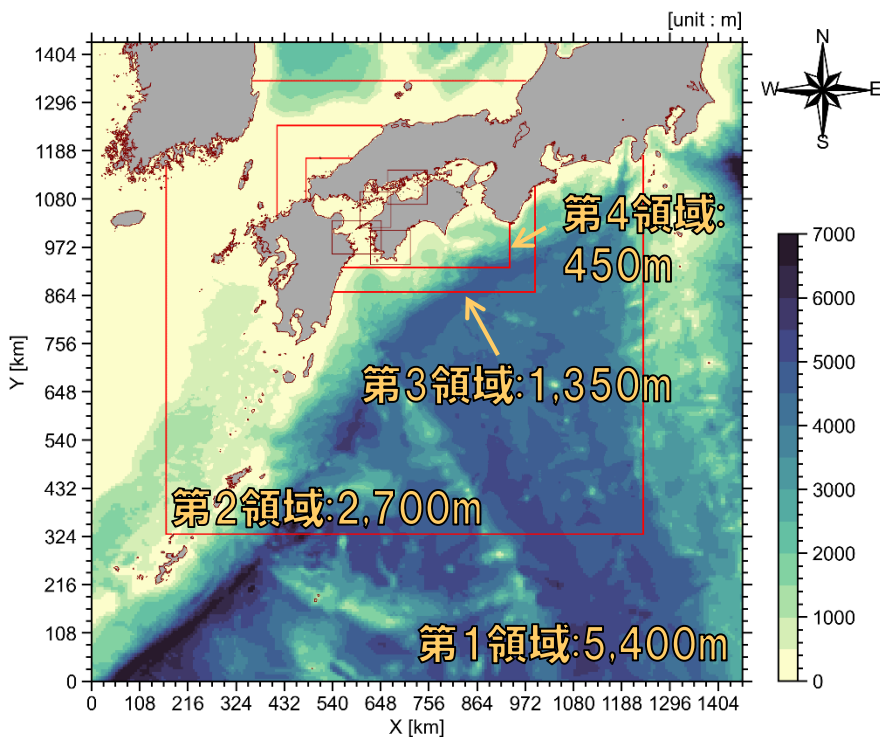
項目	設定
格子領域	5,400m格子～150m格子まで5領域のネスティング
座標系	平面直角座標系
計算時間間隔	CFL条件から設定
基礎方程式	非線形長波式
海面抵抗係数	本多・光易(1980)モデル
ラディエーションストレス	考慮なし ※予備検討から波浪の効果(SWANを利用)はほぼ影響しないことを確認済み
層分割	単層モデル(1層)
海底粗度係数	$n = 0.025$
沖側境界条件	他領域と水位・流量を結合(第1領域は自由透過)
陸側境界条件	完全反射(浸水計算は実施しない)
計算潮位	各擾乱の最大潮位偏差発生時の天文潮
対象とする台風	T5412, T5415, T9119



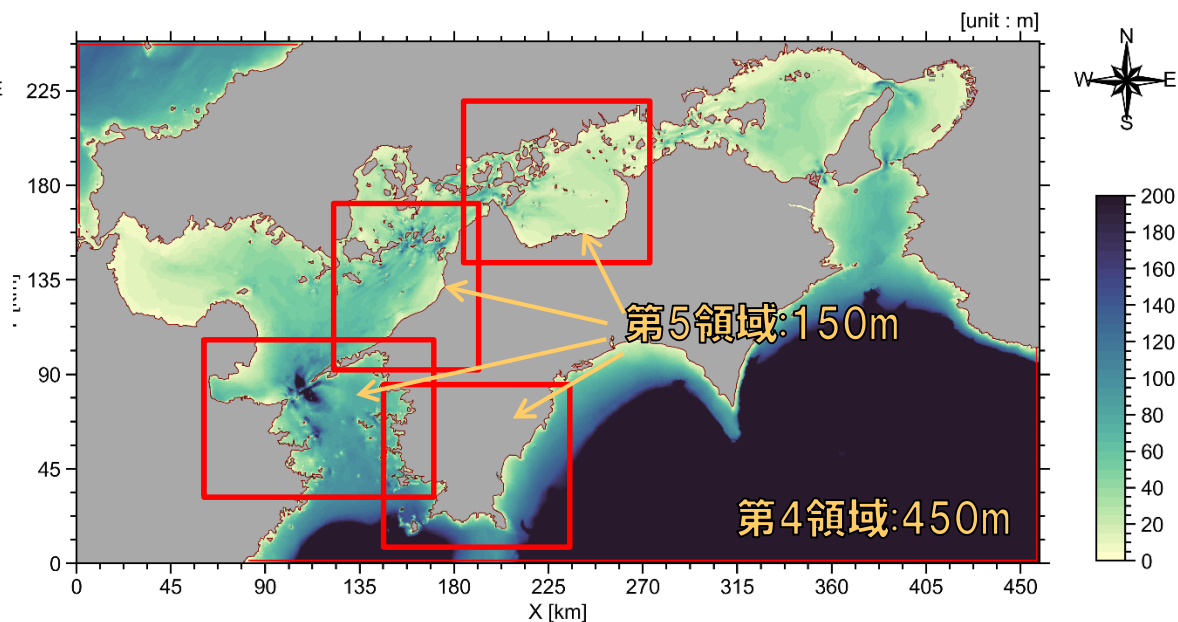
再現計算の地形設定

- 外洋の5400m格子から愛媛県周辺の最小領域150m格子まで、徐々に格子を細かくするネスティング(格子幅が異なる領域間での時々刻々の計算結果の接続)の設定をした。

【外洋の領域】



【愛媛県周辺】

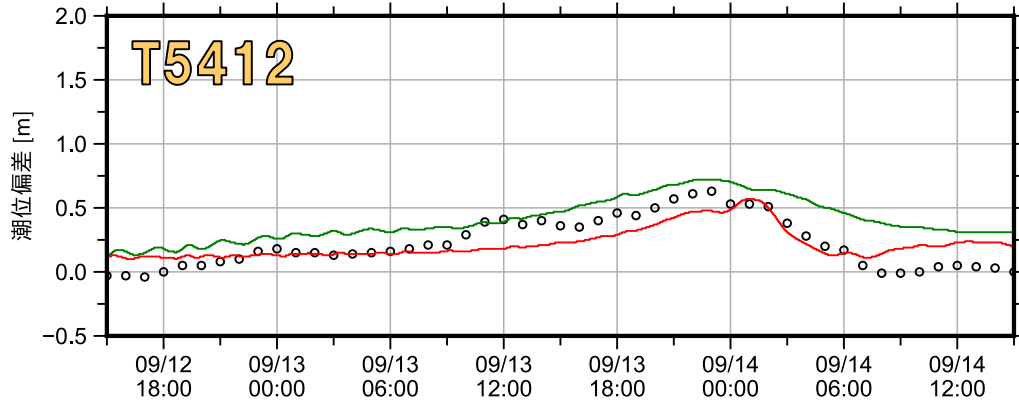


再現計算結果(宇和島検潮所)

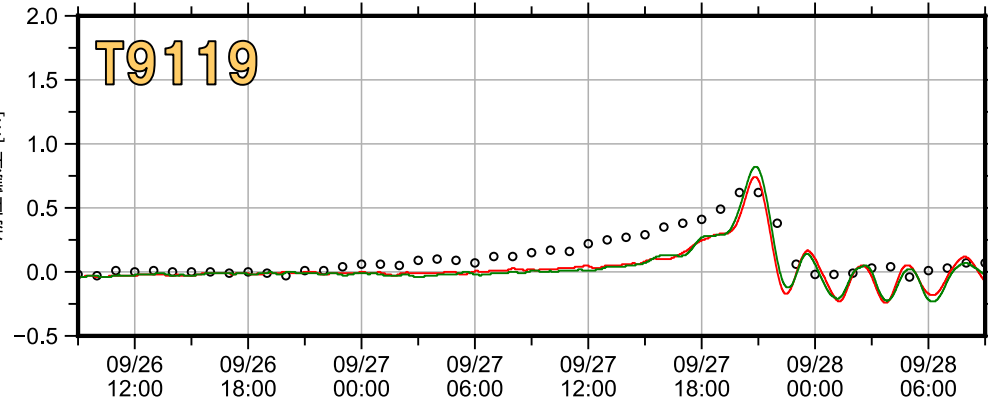
- 最大旋衡風速半径は実際の状況に近いと考えられる天気図と現在・将来の予測計算に用いる河合らの式(港空研モデル)から推定した両方の値を用いた。
- **いずれの台風に対してもピークを概ね再現できたことを確認した。**

※1950年代における愛媛県周辺には気圧を観測している気象官署が存在しないため、天気図を活用した。
 ※現在・将来気候の高潮推算では、天気図も気象官署の観測値も存在しないため、河合らの式を適用する。

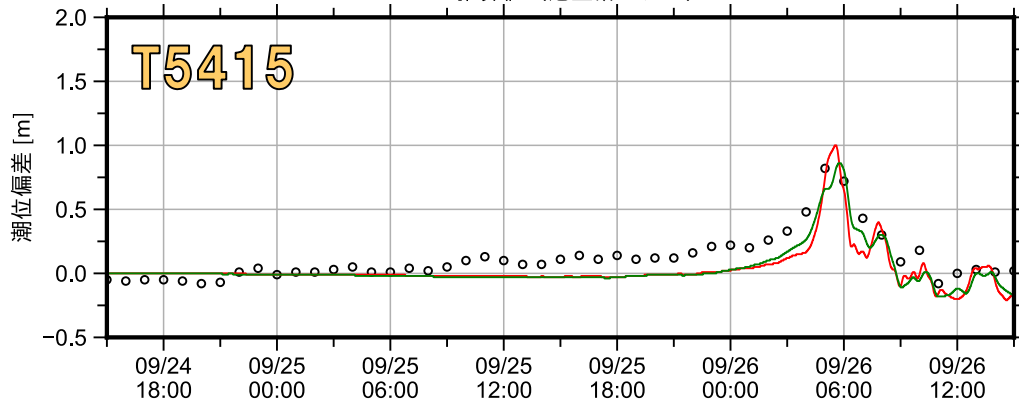
1954/09/12 - 09/14
 地点:宇和島(T5412)
 ○ 観測値
 ● 推算値(天気図)
 ● 推算値(港空研モデル)



1991/09/26 - 09/28
 地点:宇和島(T9119)
 ○ 観測値
 ● 推算値(天気図)
 ● 推算値(港空研モデル)



1954/09/24 - 09/26
 地点:宇和島(T5415)
 ○ 観測値
 ● 推算値(天気図)
 ● 推算値(港空研モデル)



観測地点位置図



再現計算結果(松山検潮所)

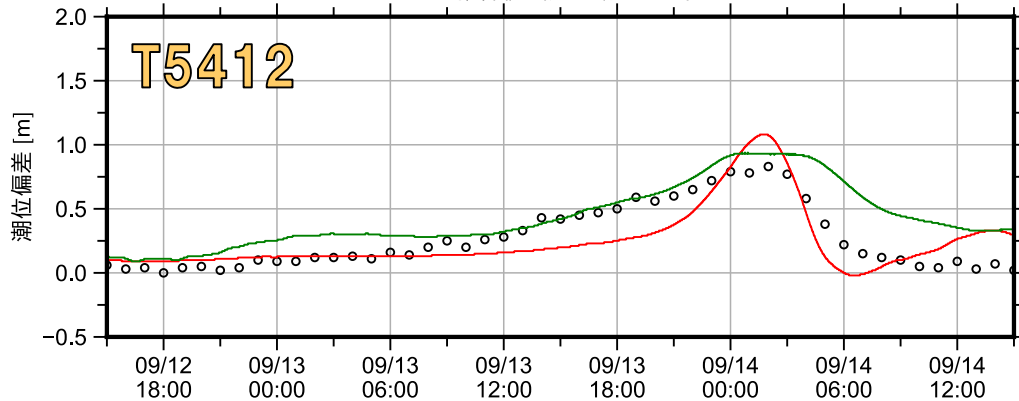
□ 最大旋衡風速半径は実際の状況に近いと考えられる天気図と現在・将来の予測計算に用いる河合らの式(港空研モデル)から推定した両方の値を用いた。

□ **いずれの台風に対してもピークを概ね再現できたことを確認した。**

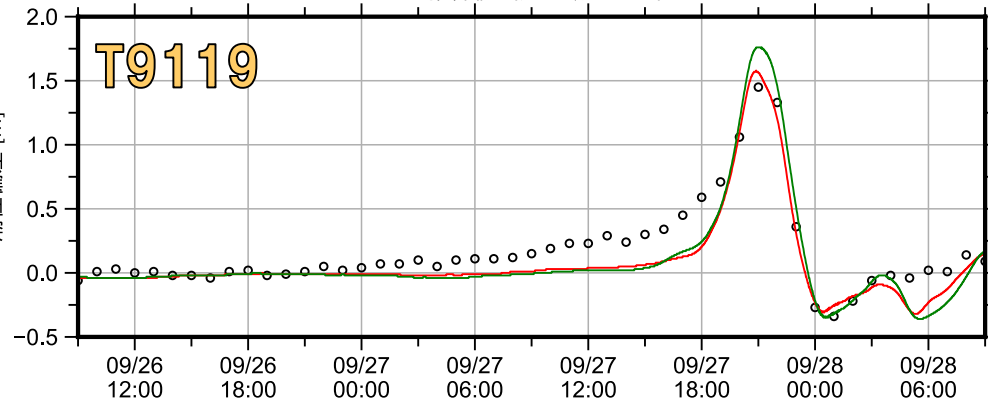
※ 1950年代における愛媛県周辺には気圧を観測している気象官署が存在しないため、天気図を活用した。

※ 現在・将来気候の高潮推算では、天気図も気象官署の観測値も存在しないため、河合らの式を適用する。

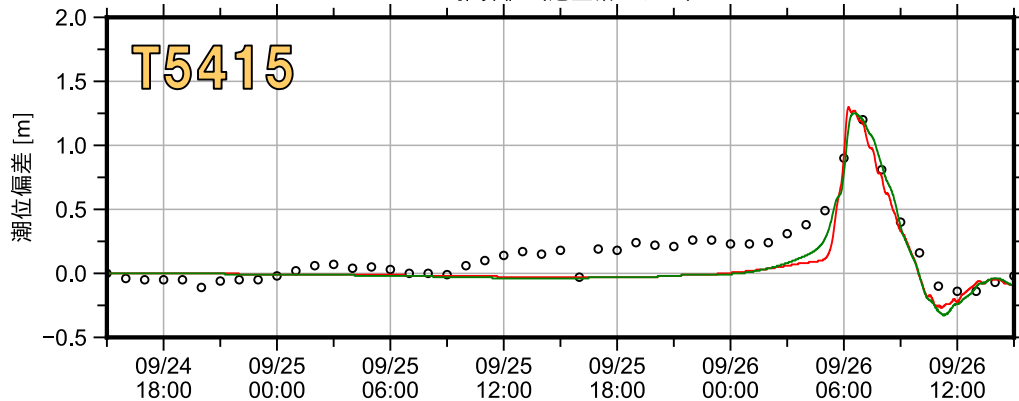
1954/09/12 - 09/14
地点:松山(T5412)
○ 観測値
— 推算値(天気図)
— 推算値(港空研モデル)



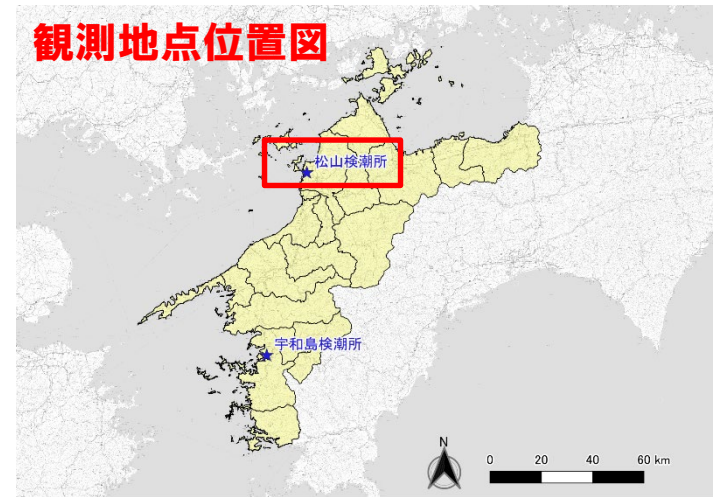
1991/09/26 - 09/28
地点:松山(T9119)
○ 観測値
— 推算値(天気図)
— 推算値(港空研モデル)



1954/09/24 - 09/26
地点:松山(T5415)
○ 観測値
— 推算値(天気図)
— 推算値(港空研モデル)



観測地点位置図



5. 気候変動を考慮した高潮の解析

現在気候および将来気候の高潮推算

□ 再現計算で構築した高潮推算モデルを用いて、現在気候および将来気候の高潮推算を実施した。

□ 潮位偏差の将来変化率は以下の4パターンで整理した。

パターン①-1: 実績3コースのみで将来変化率の平均

パターン①-2: 実績3コースのみで将来変化率の最大包絡

パターン②-1: 全8コース(実績+高潮浸水想定コース)で将来変化率の平均

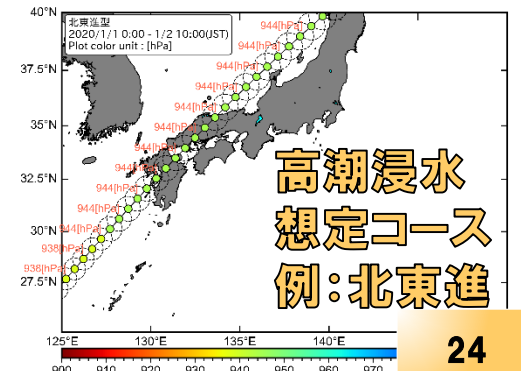
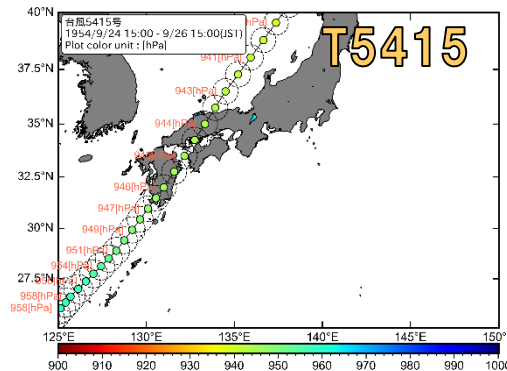
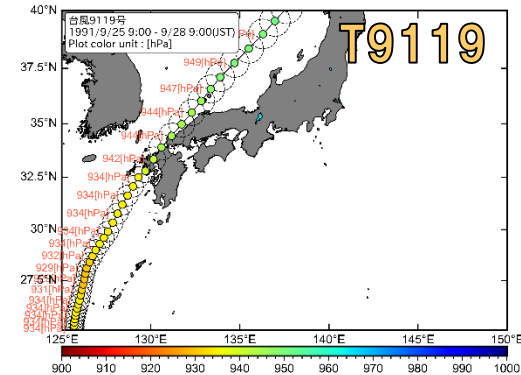
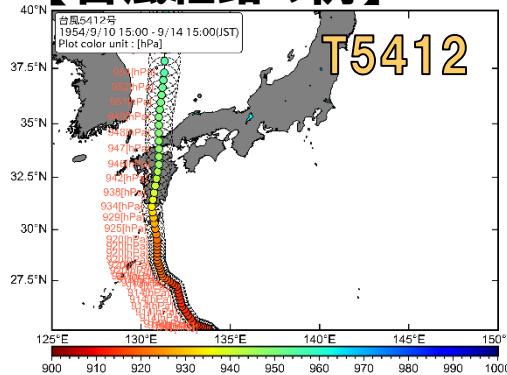
パターン②-2: 全8コース(実績+高潮浸水想定コース)で将来変化率の最大包絡

※仮想の台風である高潮浸水想定コースの有無のパターンで分けた。また、気候変動の不確実性から平均処理や最大包絡処理の両方を検討した。

【現在・将来気候の計算条件】

項目	設定
格子領域	5,400m格子~150m格子まで5領域のネスティング
座標系	平面直角座標系
計算時間間隔	CFL条件から設定
基礎方程式	非線形長波式
海面抵抗係数	本多・光易(1980)モデル
ラディエーションストレス	考慮なし ※再現計算の予備検討から波浪の効果(SWANを利用)はほぼ影響しないことを確認済み
層分割	単層モデル(1層)
海底粗度係数	$n = 0.025$
沖側境界条件	他領域と水位・流量を結合(第1領域は自由透過)
陸側境界条件	完全反射(浸水計算は実施しない)
計算潮位	各海岸のM.S.L.の平均値(T.P.+0.0m)
対象とする台風	T5412, T5415, T9119の現在気候および将来気候 高潮浸水想定コース(北東進、東北東進、東進、西進、北西進)の現在気候および将来気候

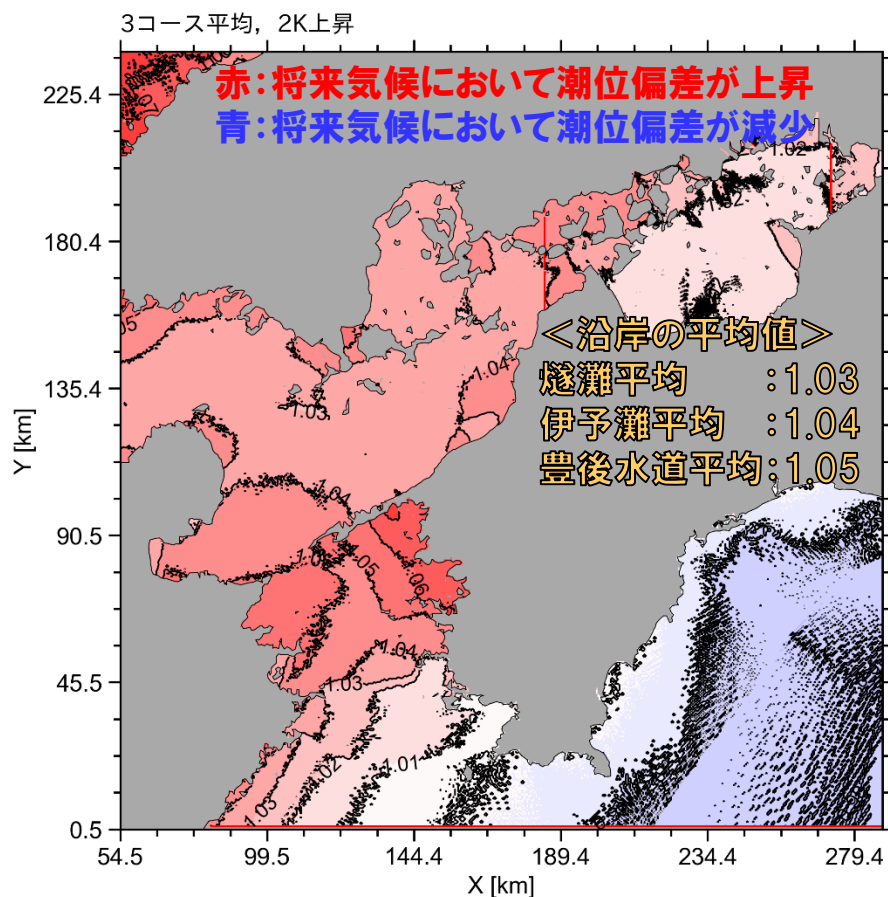
【台風経路の例】



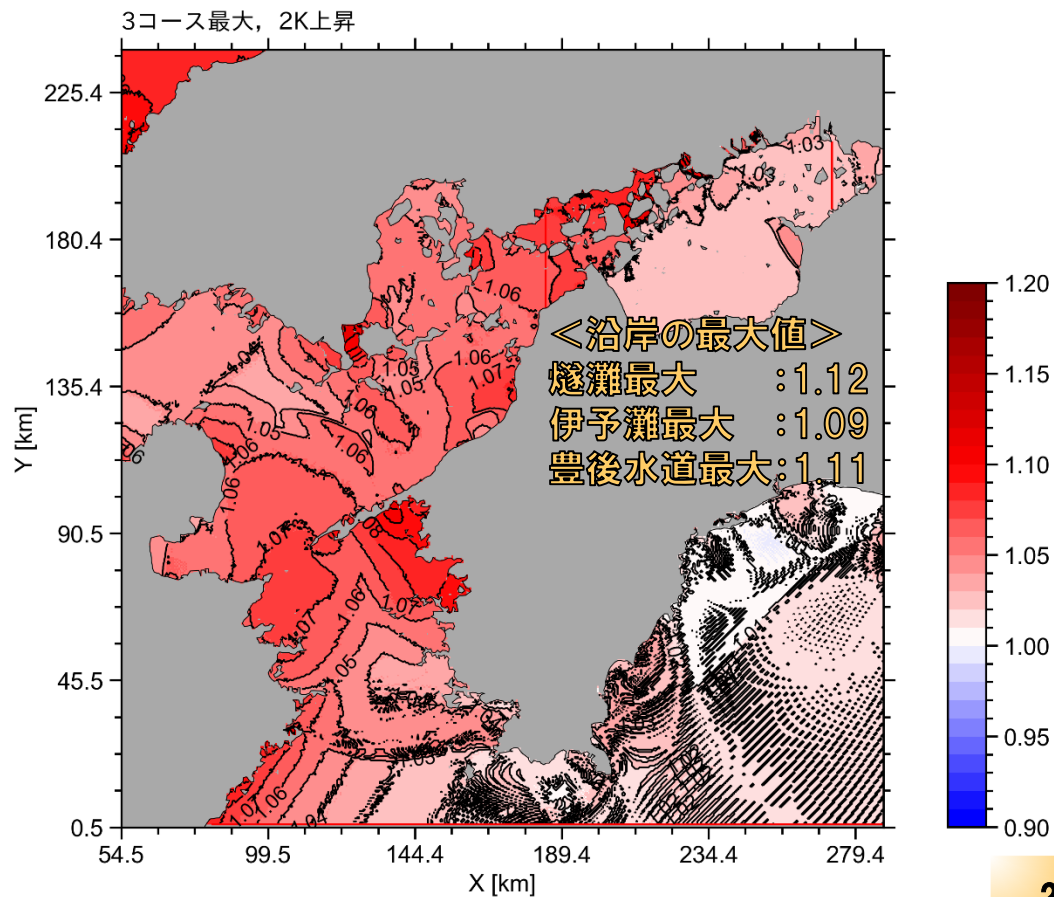
潮位偏差の将来変化率の平面図(パターン①-1,2)

- 愛媛県沿岸の将来変化率は、平均・最大包絡のいずれも上昇傾向である(将来に潮位偏差が大きくなる)。
- 島嶼群を含めて沿岸の将来変化率を整理すると、平均は1.03~1.05程度、最大包絡は1.09~1.11程度である。

【3コース平均:パターン①-1】



【3コース最大包絡:パターン①-2】

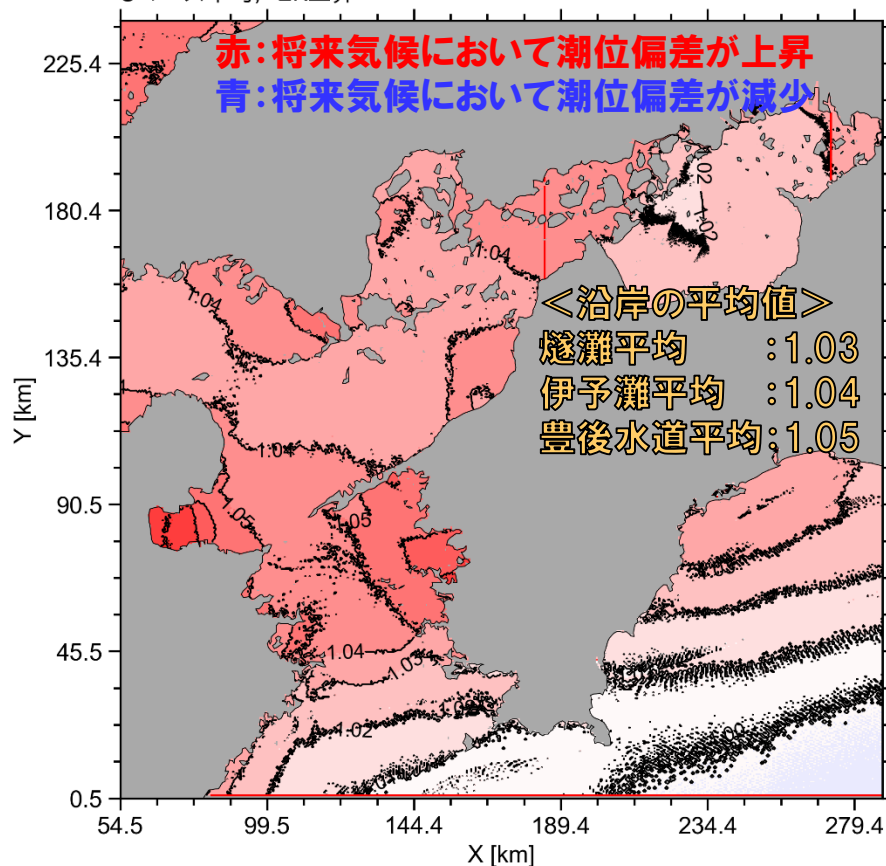


潮位偏差の将来変化率の平面図(パターン②-1,2)

- 愛媛県沿岸の将来変化率は、平均・最大包絡のいずれも上昇傾向である(将来に潮位偏差が大きくなる)。
- 島嶼群を含めて沿岸の将来変化率を整理すると、平均は1.03~1.05程度、最大包絡は1.09~1.13程度である。平均はパターン①-1と同じになり、最大包絡は豊後水道のみ微増となる。

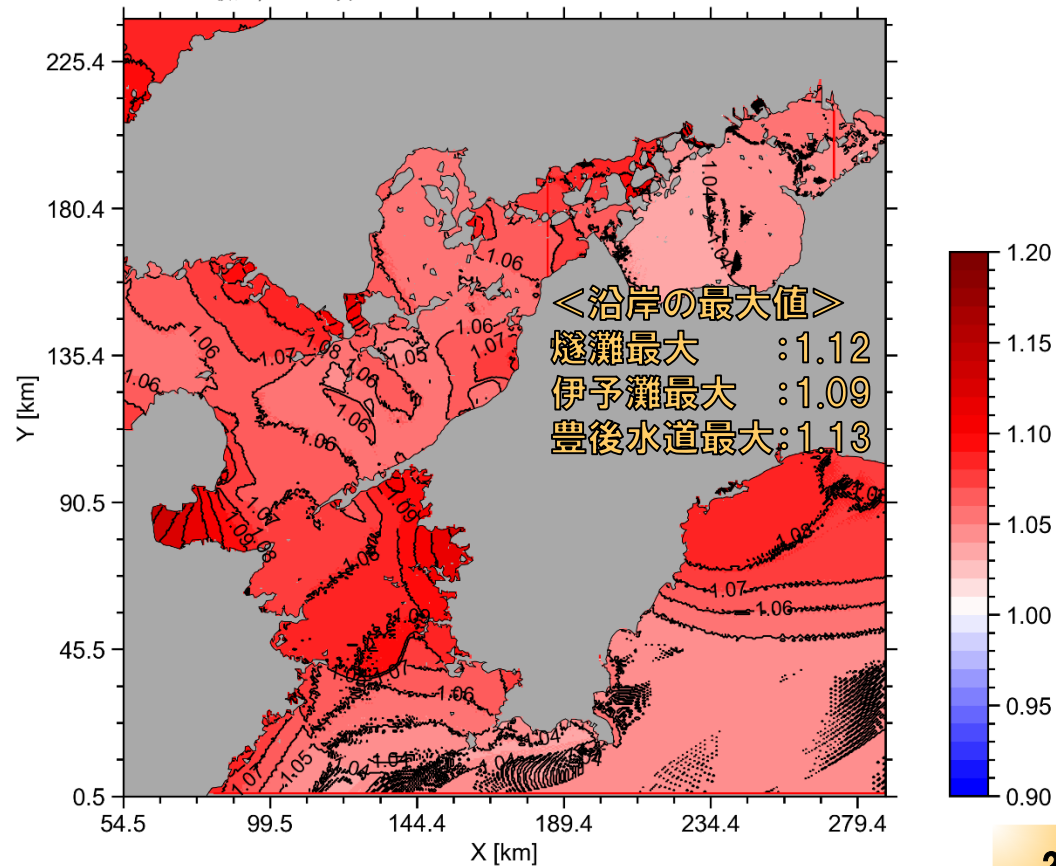
【8コース平均:パターン②-1】

8コース平均, 2K上昇



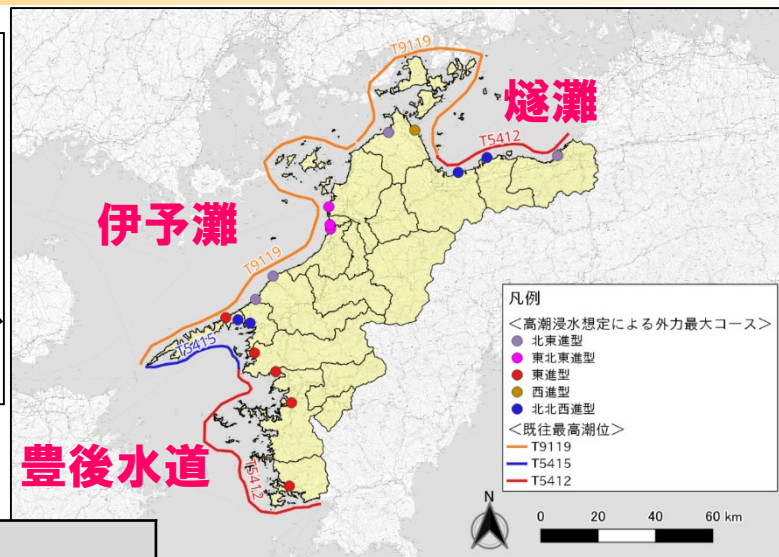
【8コース最大包絡:パターン②-2】

8コース最大, 2K上昇



現行の防護基準における計画潮位偏差の整理

- 現行の防護基準における**設計高潮位は既往最高潮位**である。その際の**潮位偏差はこれまで整理されていない**。
- 松山・宇和島検潮所の天文潮位（1時間毎）と比較し、下表のとおり、既往最高潮位の潮位偏差を整理した。
- 現行の計画潮位偏差に潮位偏差の将来変化率を乗算し、将来の計画潮位偏差を算出する。



【現行の計画潮位偏差の整理】

区間		既往最高潮位(H.H.W.L.)		潮位偏差			台風
旧行政区分	現行政区分	発生日	潮位 [T.P.:m]	算出地点	発生起時	潮位偏差 [m]	
川之江市～東予市	川之江市～西条市	1954/9/12	2.65	松山	1954/9/14 02:00	0.63	T5412
今治市～菊間町	今治市	1991/9/27	2.80	松山	1991/9/27 21:00	1.62	T9119
北条市～三崎町	北条市～伊方町	1991/9/27	2.75	松山	1991/9/27 21:00	1.62	T9119
三崎町～三瓶町	伊方町～西予市	1954/9/26	2.20	宇和島	1954/9/26 05:00	0.82	T5415
明浜町～一本松町	西予市～愛南町	1954/9/13	1.65	宇和島	1954/9/13 23:00	0.63	T5412

※松山および宇和島以外の場所では、各最高潮位の発生時刻が不明

将来における設計高潮位の設定 (案1) (天文潮)

- シミュレーションから得られた各パターンの潮位偏差の将来変化率を用いて、将来の設計高潮位の設定案を算出した。
- 平均の将来変化率を用いると、設計高潮位は0.45～0.50m上昇する。最大包絡の将来変化率を用いると、設計高潮位は0.50～0.55m上昇する。設計高潮位を5cm切り上げて整理した場合、パターン①と②の結果は同様になる。

※気候変動の不確実性を鑑みて、将来の変化率は平均と最大包絡で整理

【将来の設計高潮位の設定案】 ※本専門部会では設定方法の方針を審議

区間		現行の防護基準			将来の防護基準				
旧行政区分	現行政区分	天文潮位 [T.P.:m]	現在の 潮位偏差 [m]	現在の 設計高潮位 [T.P.:m]	天文潮位 [T.P.:m]	海面水位の 上昇量 [m]	将来変化率	将来の 潮位偏差 [m]	将来の 設計高潮位 [T.P.:m]
		a	b	c	a	A	D	$B=b \times D$	$C=a+A+B$
川之江市～ 東予市	川之江市～ 西条市	2.02	0.63	2.65	2.02	0.39	1.03 or 1.12	0.65 or 0.71	3.10 or 3.15
今治市～ 菊間町	今治市	1.18	1.62	2.80	1.18	0.39	1.04 or 1.09	1.68 or 1.77	3.30 or 3.35
北条市～ 三崎町	北条市～ 伊方町	1.13	1.62	2.75	1.13	0.39	1.04 or 1.09	1.68 or 1.77	3.25 or 3.30
三崎町～ 三瓶町	伊方町～ 西予市	1.38	0.82	2.20	1.38	0.39	1.05 or 1.11 or 1.13	0.86 or 0.91 or 0.93	2.65 or 2.70
明浜町～ 一本松町	西予市～ 愛南町	1.02	0.63	1.65	1.02	0.39	1.05 or 1.11 or 1.13	0.66 or 0.70 or 0.71	2.10 or 2.15

※将来の設計高潮位は5cm間隔で切り上げて整理

※5cm切り上げの場合、パターン①-1と①-2、パターン①-2と②-2は同じ設計高潮位になる

※現段階では海面水位の上昇量は0.39mを仮定

将来における設計高潮位の設定 (案2) (H.W.L.)

- シミュレーションから得られた各パターンの潮位偏差の将来変化率を用いて、将来の設計高潮位の設定案を算出した。
- 平均の将来変化率を用いると、設計高潮位は0.45m上昇する。最大包絡の将来変化率を用いると、設計高潮位は0.50～0.55m上昇する。設計高潮位を5cm切り上げて整理した場合、パターン①と②の結果は同様になる。

※気候変動の不確実性を鑑みて、将来の変化率は平均と最大包絡で整理

【将来の設計高潮位の設定案】 ※本専門部会では設定方法の方針を審議

区間		現行の防護基準			将来の防護基準				
旧行政区分	現行政区分	H.W.L. [T.P.:m]	現在の 潮位偏差 [m]	現在の 設計高潮位 [T.P.:m]	H.W.L. [T.P.:m]	海面水位の 上昇量 [m]	将来変化率	将来の 潮位偏差 [m]	将来の 設計高潮位 [T.P.:m]
		a	b	c	a	A	D	$B=b \times D$	$C=a+A+B$
川之江市～ 東予市	川之江市～ 西条市	1.75	0.63	2.65	1.75	0.39	1.03 or 1.12	0.93 or 1.01	3.10 or 3.15
今治市～ 菊間町	今治市	1.85	1.62	2.80	1.85	0.39	1.04 or 1.09	0.99 or 1.04	3.25 or 3.30
北条市～ 三崎町	北条市～ 伊方町	1.60	1.62	2.75	1.60	0.39	1.04 or 1.09	1.20 or 1.25	3.20 or 3.25
三崎町～ 三瓶町	伊方町～ 西予市	1.00	0.82	2.20	1.00	0.39	1.05 or 1.11 or 1.13	1.26 or 1.33 or 1.36	2.65 or 2.75
明浜町～ 一本松町	西予市～ 愛南町	0.90	0.63	1.65	0.90	0.39	1.05 or 1.11 or 1.13	0.79 or 0.83 or 0.85	2.10 or 2.15

※将来の設計高潮位は5cm間隔で切り上げて整理

※5cm切り上げの場合、パターン①-1と①-2、パターン①-2と②-2は同じ設計高潮位になる

※現段階では海面水位の上昇量は0.39mを仮定、H.W.L.は設計高潮位設定時の値を仮定

第3回専門部会に向けた対応

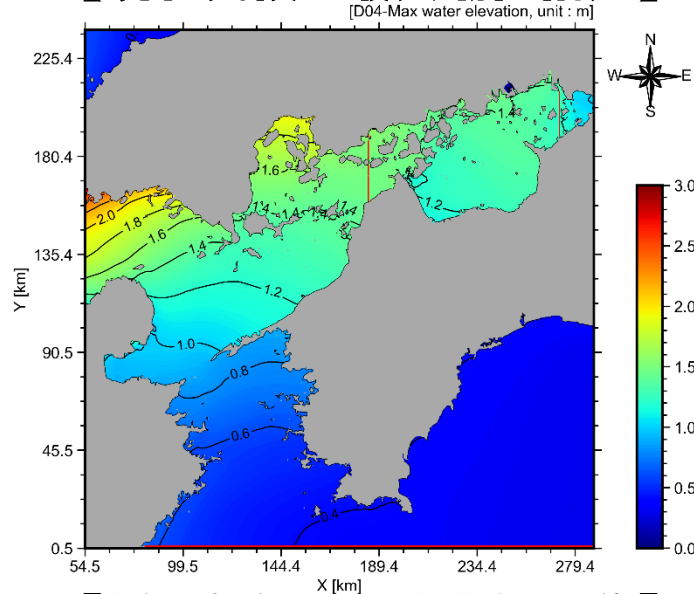
- **本専門部会の審議内容を踏まえた平均海面水位の上昇量の再設定**
 - ※気象庁が提示する0.39mまたは2020年代を起点として0.39mを按分して設定
- **本専門部会の審議内容を踏まえた将来の設計高潮位の再設定**
 - ※見直した平均海面水位の上昇量の反映
 - ※天文潮位の設定(現在の設計高潮位における天文潮成分またH.W.L.)
 - ※潮位偏差の将来変化率の設定(平均または最大包絡)

6. 参考資料

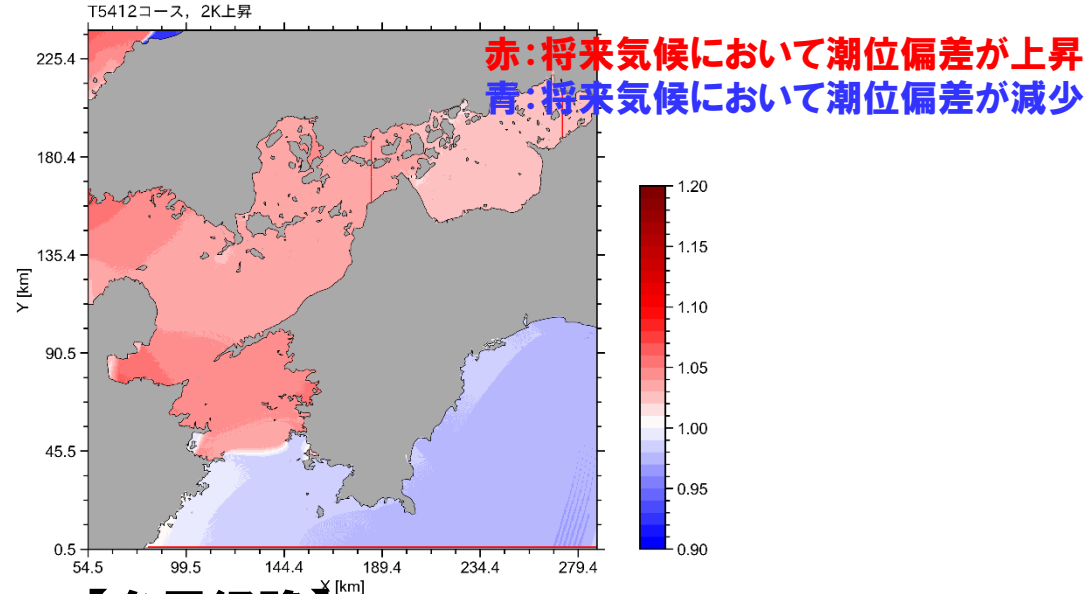
6-1. T5412, T5415, T9119の潮位偏差の将来変化率

気候変動を考慮した高潮推算結果 (T5412)

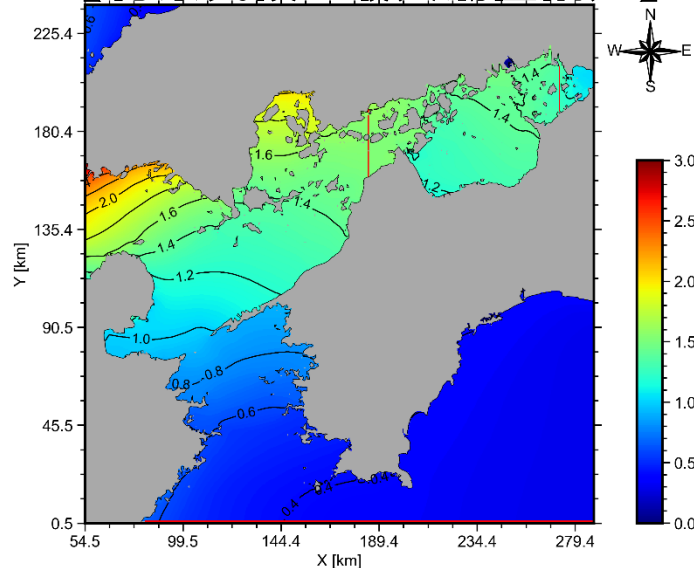
【現在気候の最大潮位偏差】



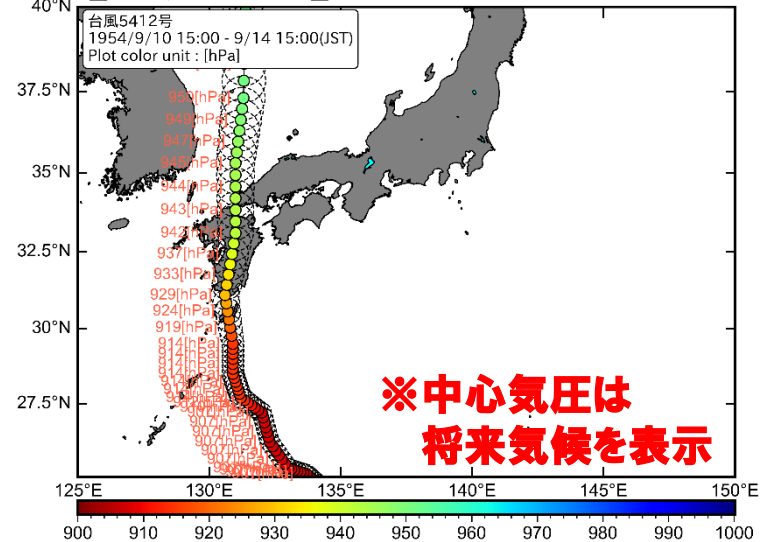
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

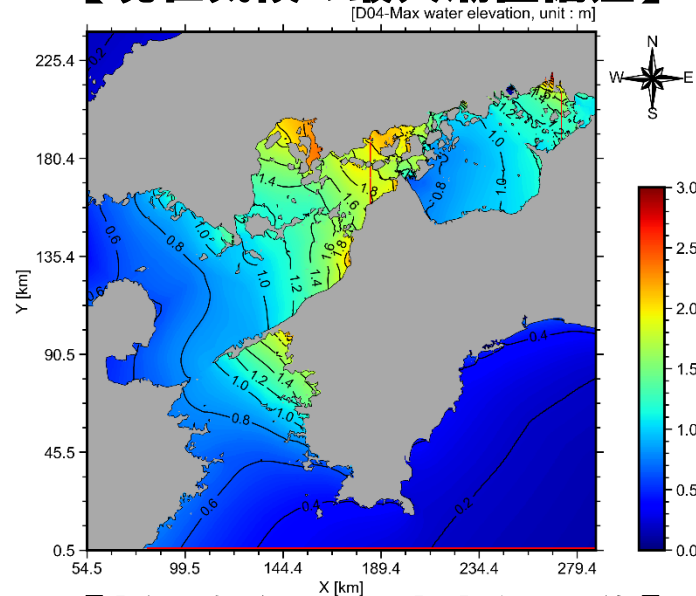


【台風経路】

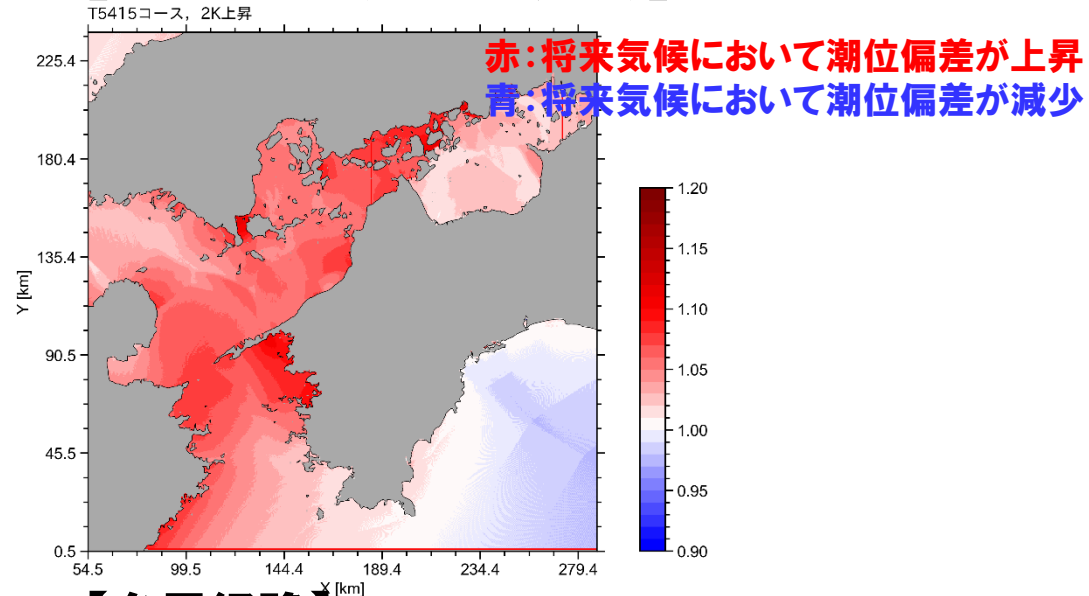


気候変動を考慮した高潮推算結果 (T5415)

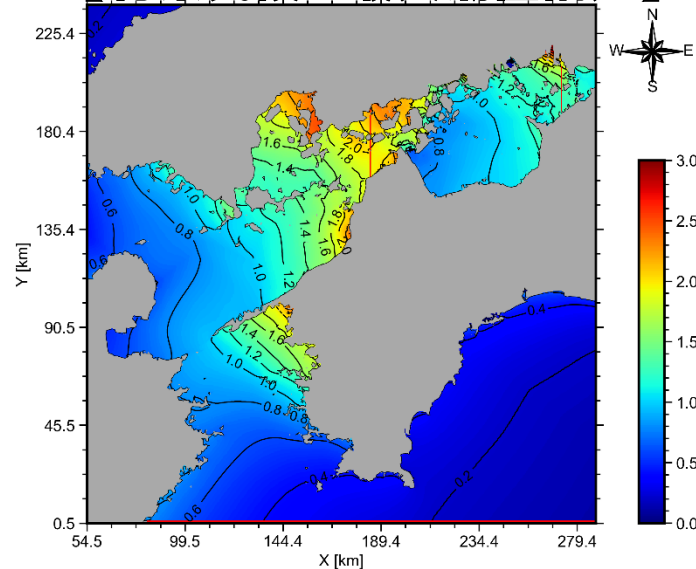
【現在気候の最大潮位偏差】



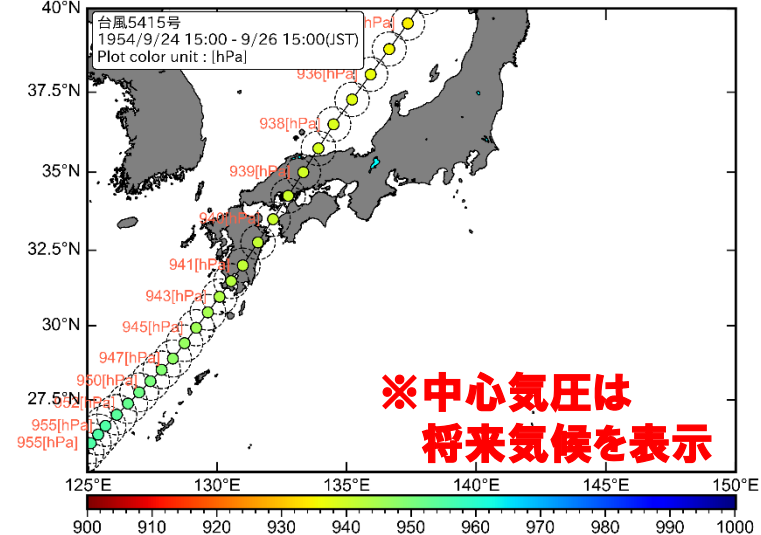
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

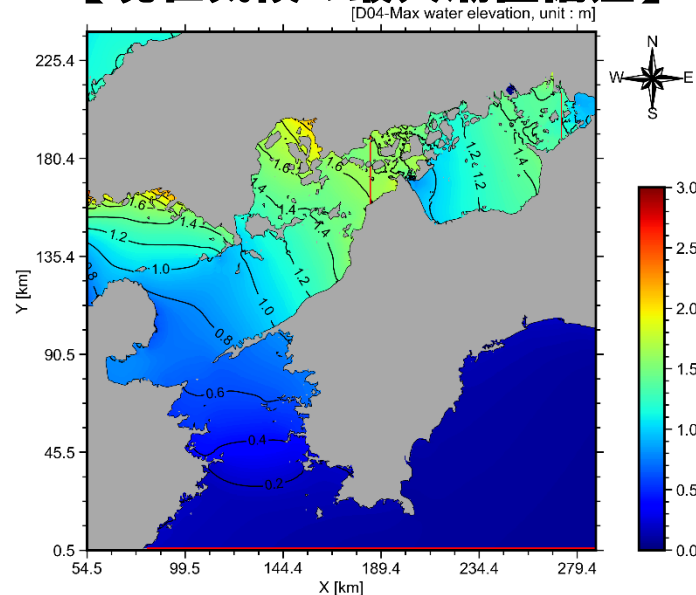


【台風経路】

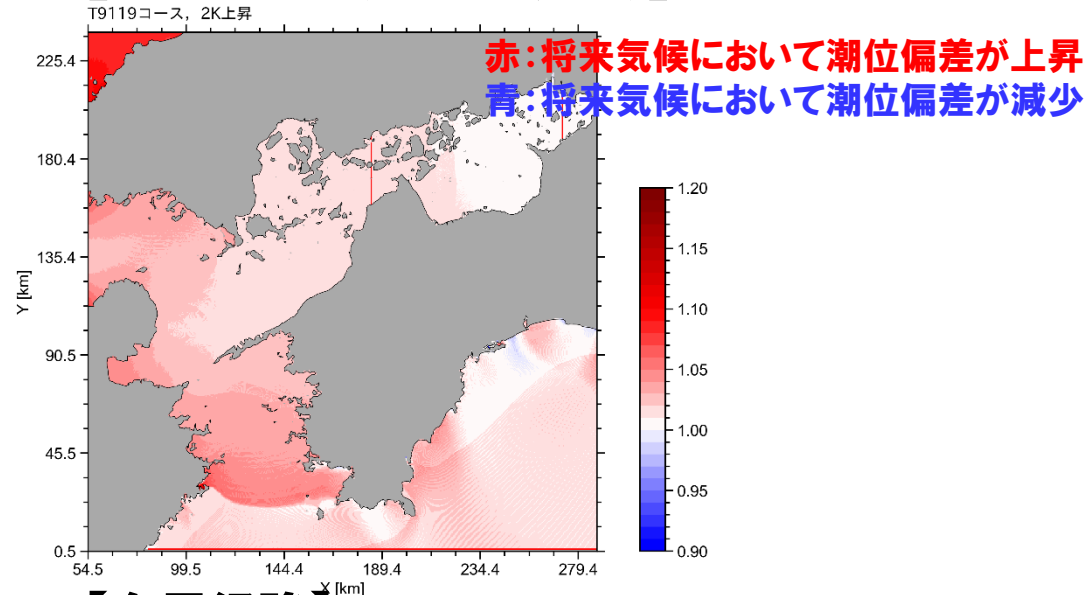


気候変動を考慮した高潮推算結果 (T9119)

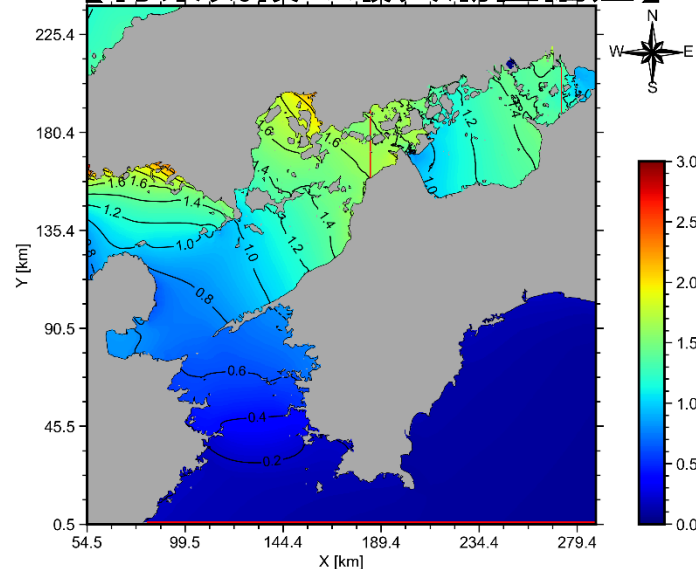
【現在気候の最大潮位偏差】



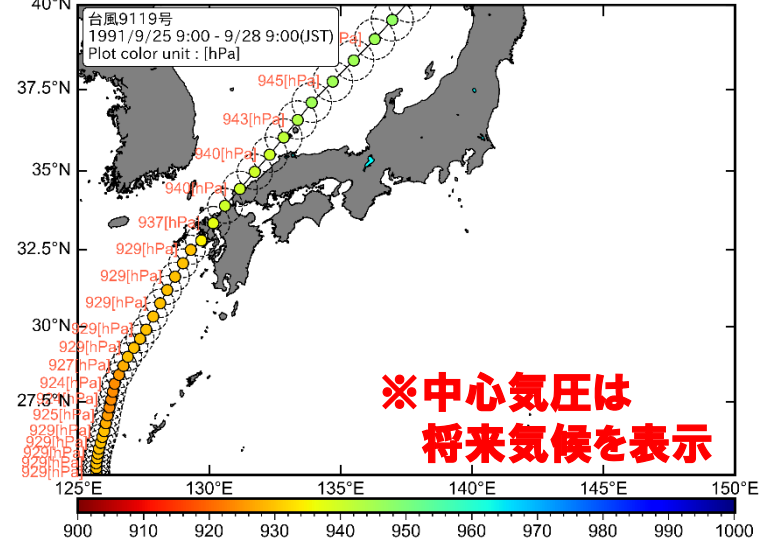
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】



【台風経路】

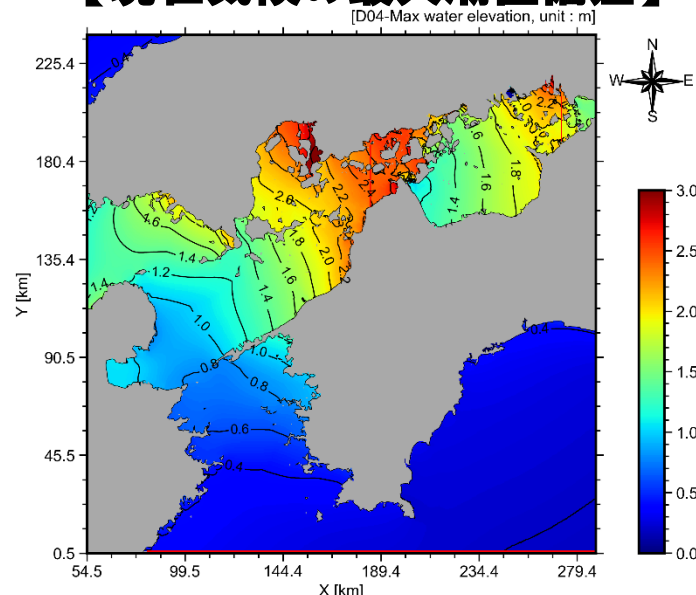


6. 参考資料

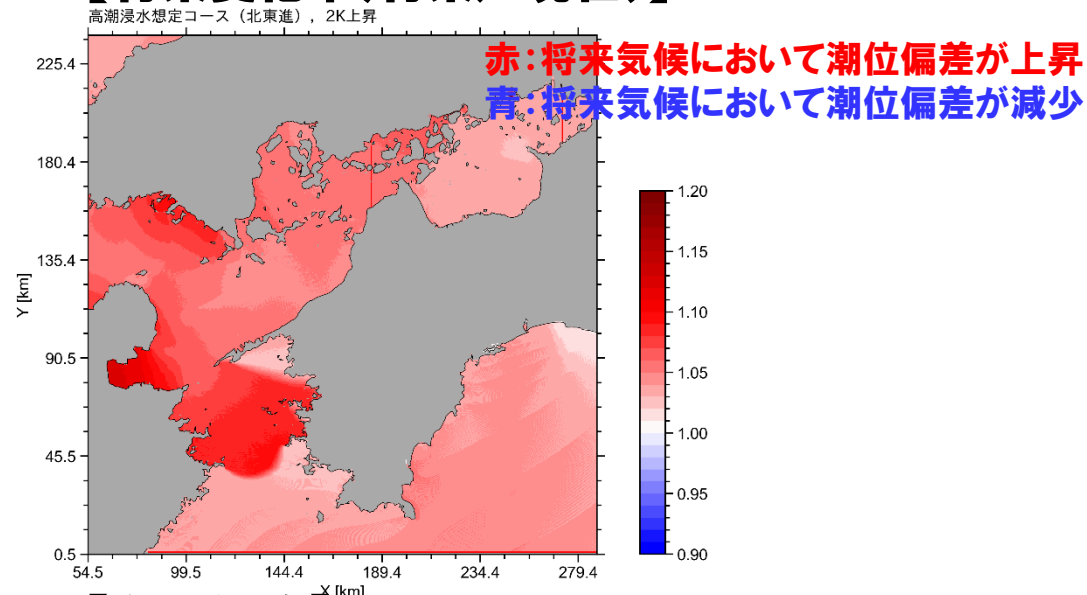
6-2. 高潮浸水想定コースの潮位偏差の将来変化率

気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 北東進)

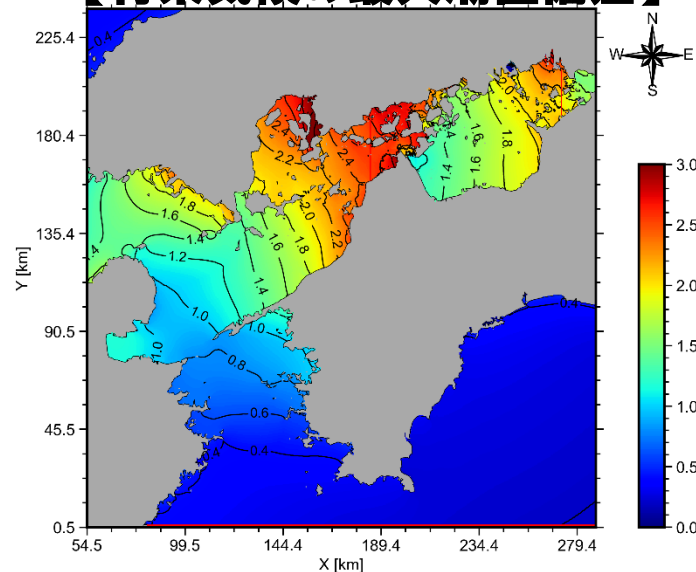
【現在気候の最大潮位偏差】



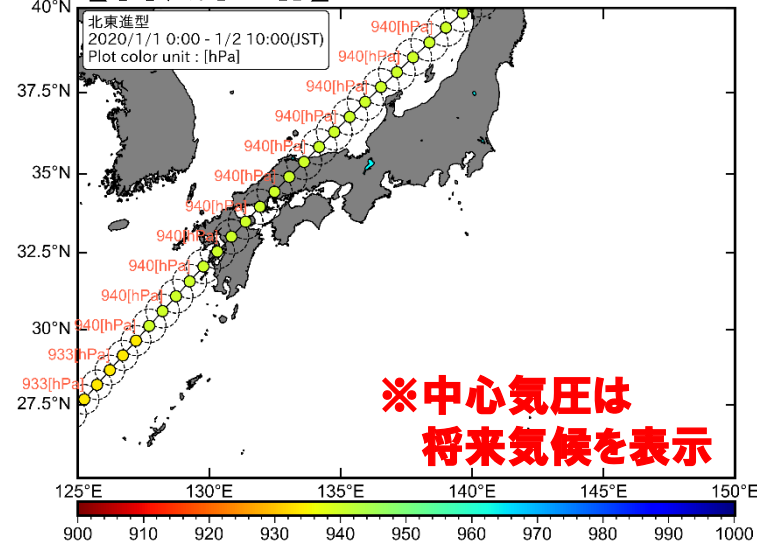
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

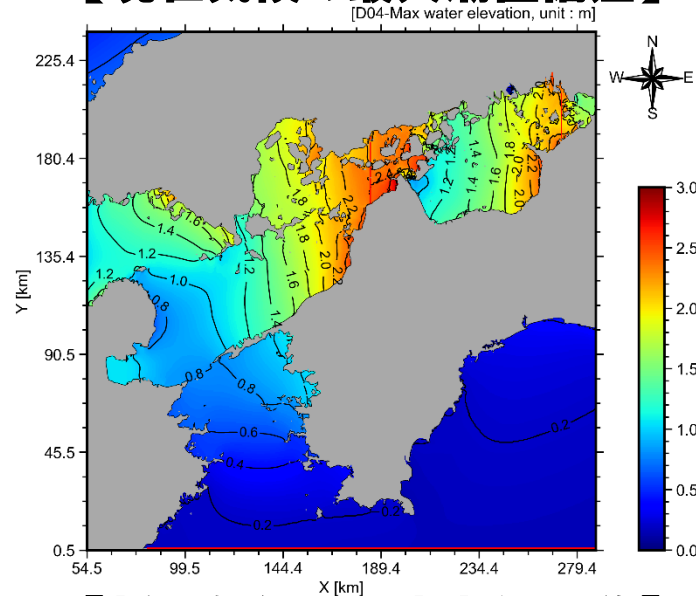


【台風経路】

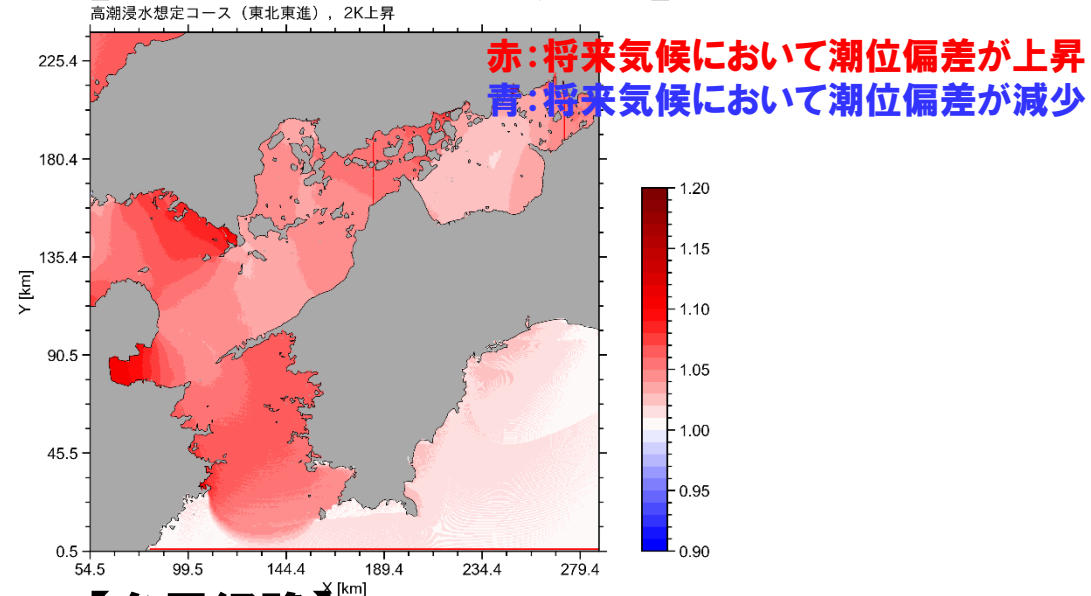


気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 東北東進)

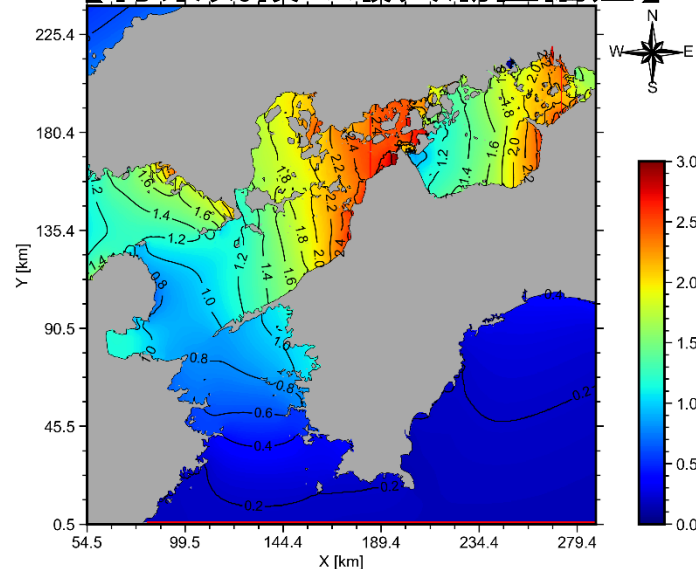
【現在気候の最大潮位偏差】



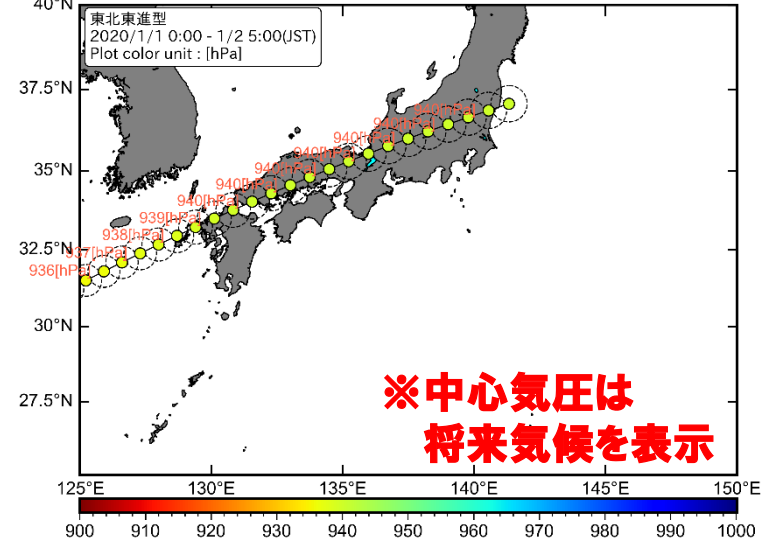
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

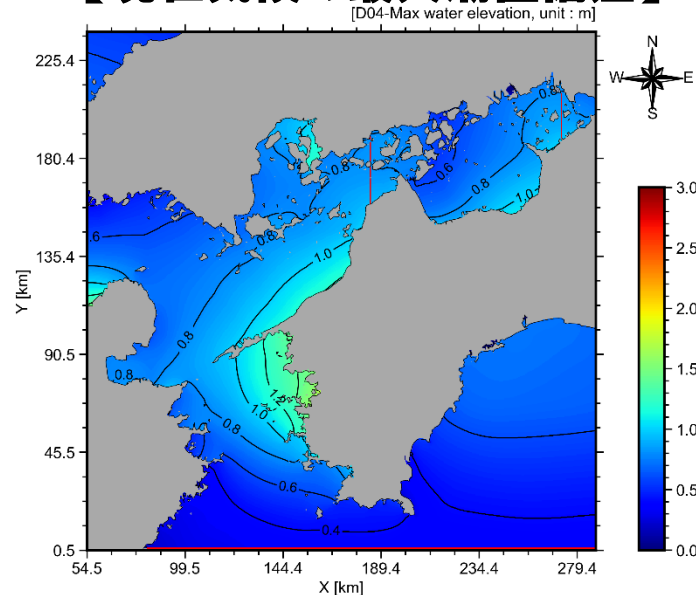


【台風経路】

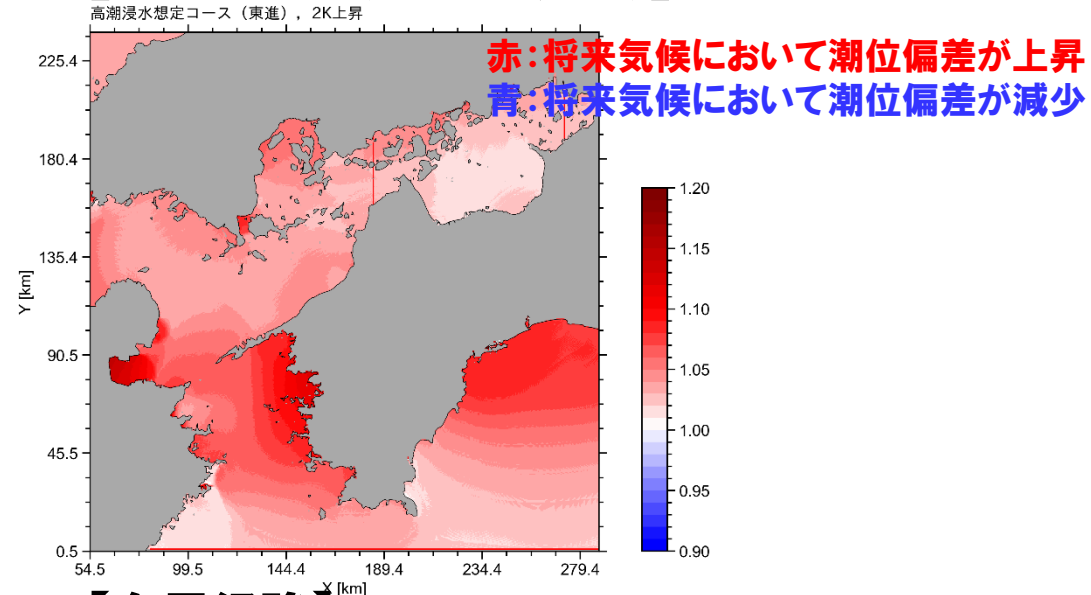


気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 東進)

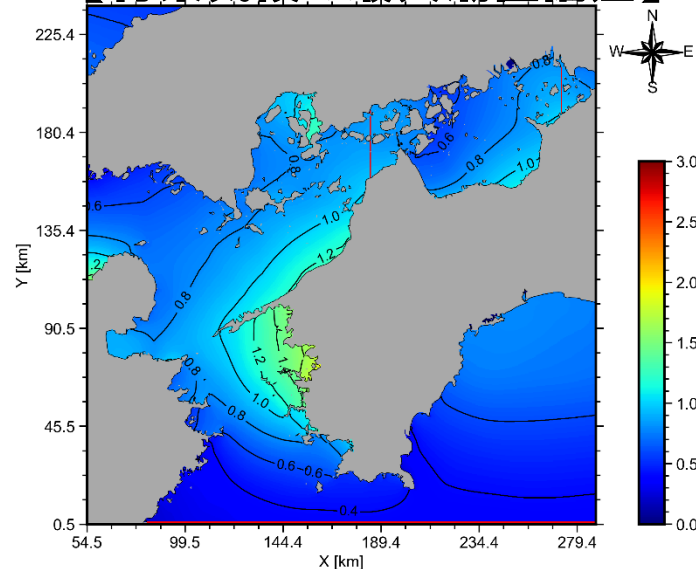
【現在気候の最大潮位偏差】



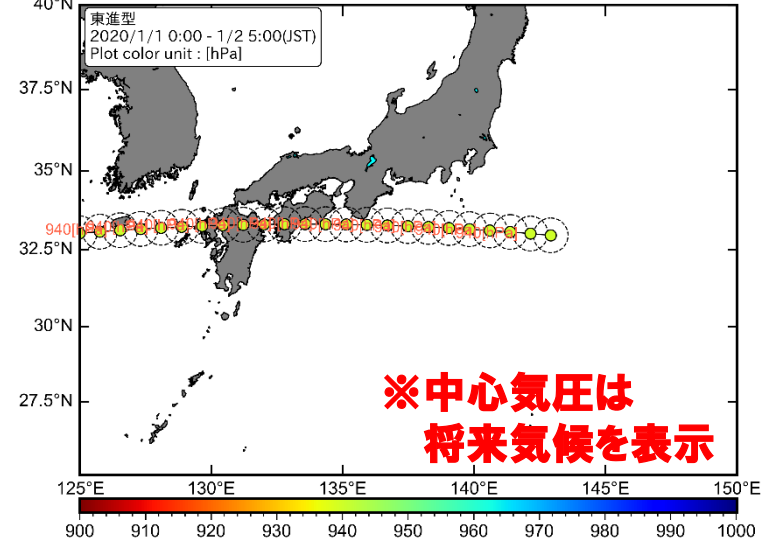
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

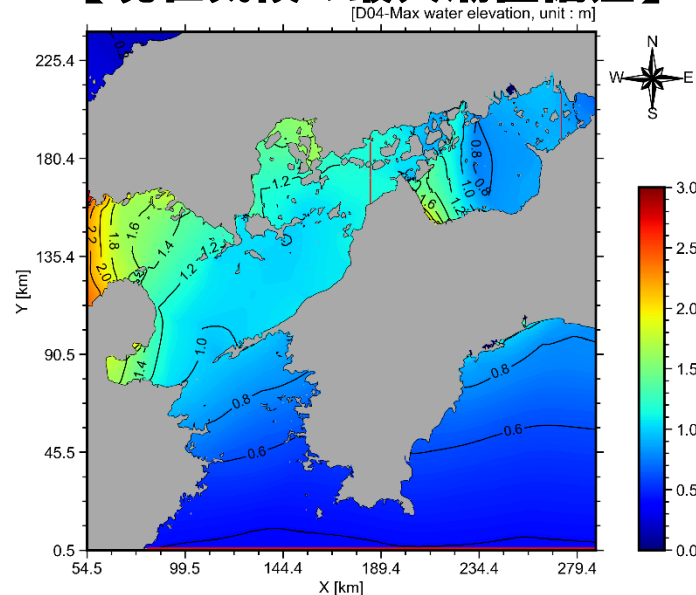


【台風経路】

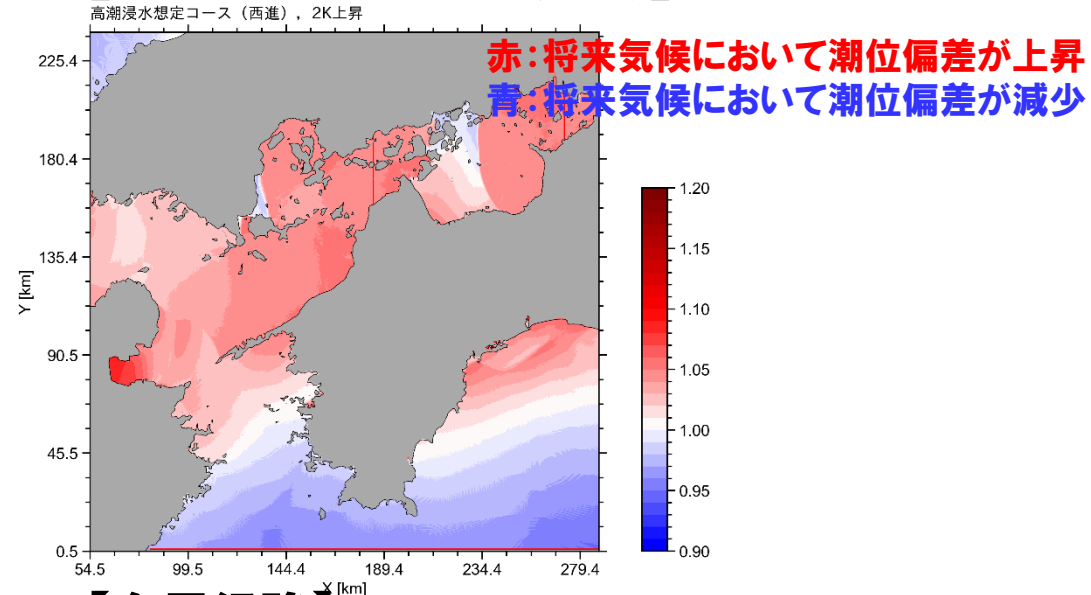


気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 西進)

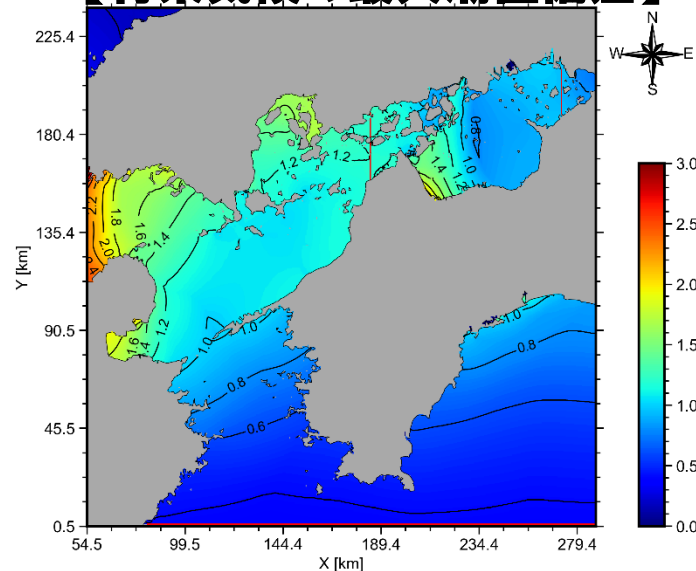
【現在気候の最大潮位偏差】



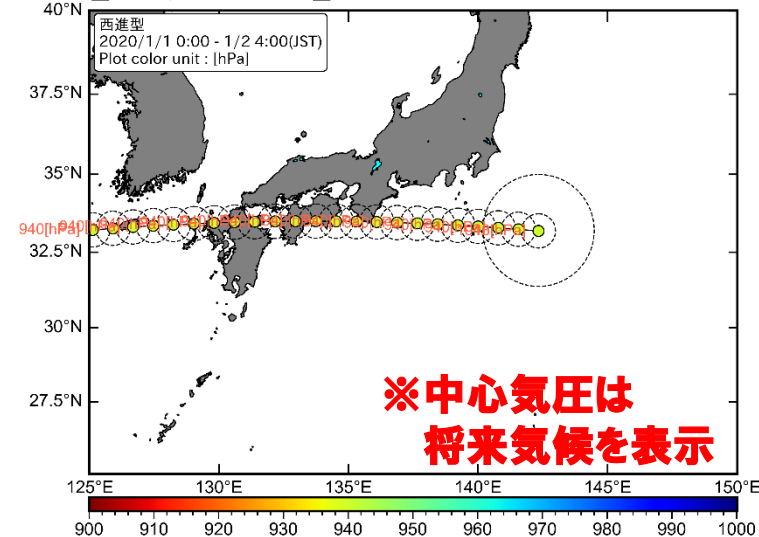
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

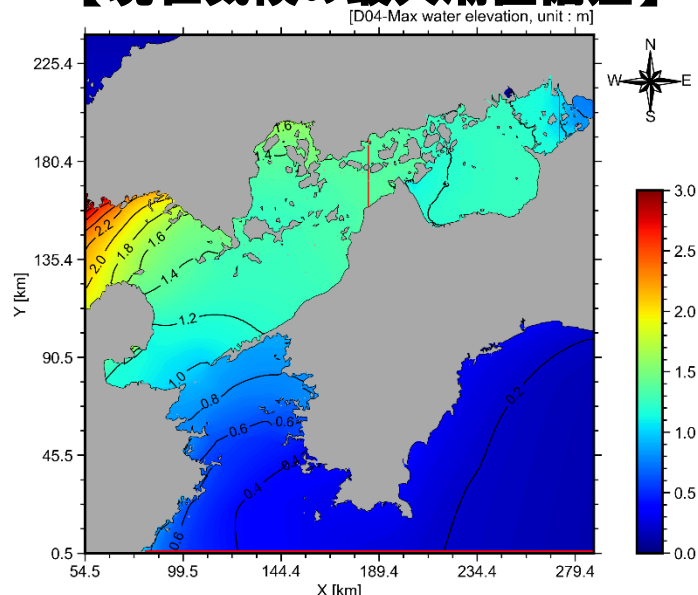


【台風経路】

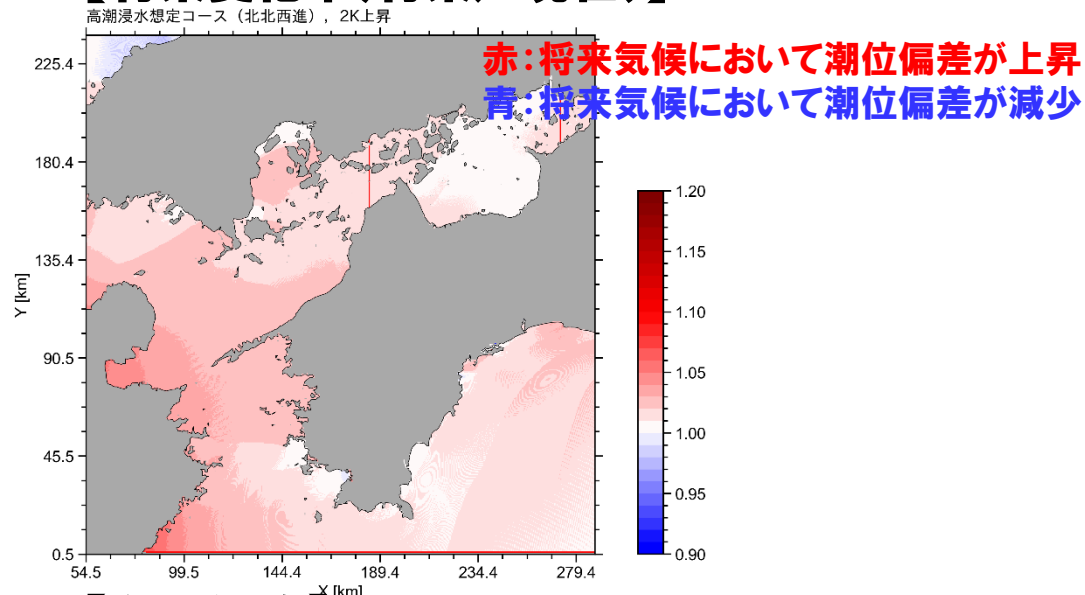


気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 北北西進)

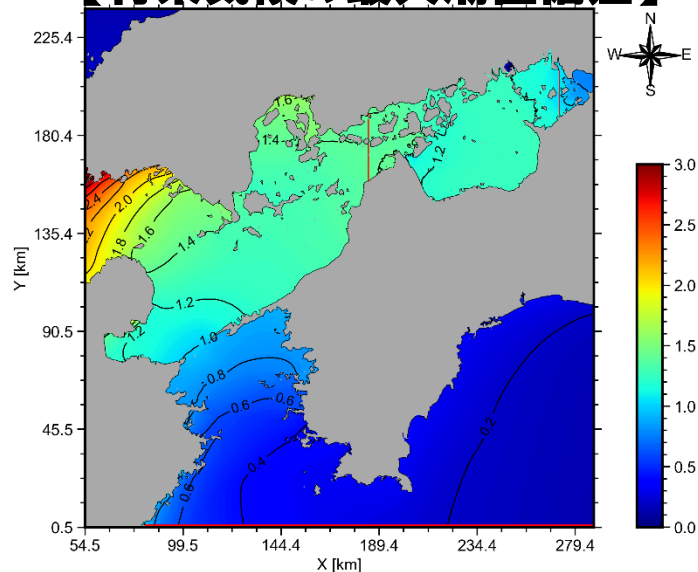
【現在気候の最大潮位偏差】



【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】



【台風経路】

