

令和6年8月21日

第2回 気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会

資料- 2

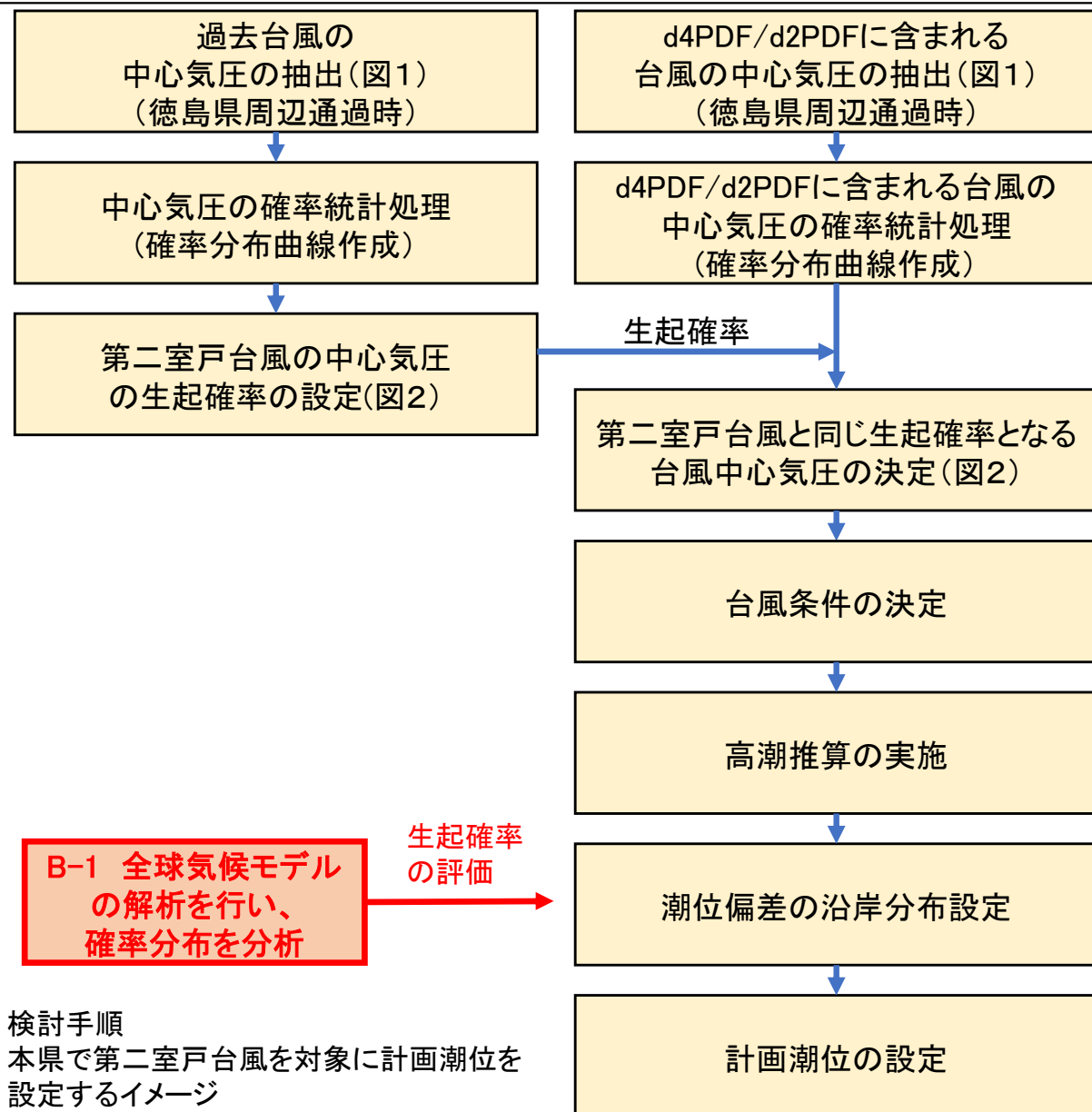
気候変動を踏まえた計画外力の設定と 防護水準の考え方

1.潮位偏差の長期変化量の推算	2
2.計画高潮位を設定する地域海岸	8
3.気候変動を踏まえた計画高潮位の更新	9
4.生起確率の確認	14
5.波浪の長期変化量の推算	18
6.気候変動を踏まえた高潮外力の検討方針に関する総括(案)	24
7.現行の設計津波の水位の考え方	25
8.気候変動を踏まえた設計津波の水位の更新	27
9.気候変動を踏まえた津波外力の検討方針に関する総括(案)	32
10. 海岸保全基本方針と海岸保全基本計画の考え方	34
11. 計画目標年次と整備の考え方(案)	36

1. 潮位偏差の長期変化量の推算

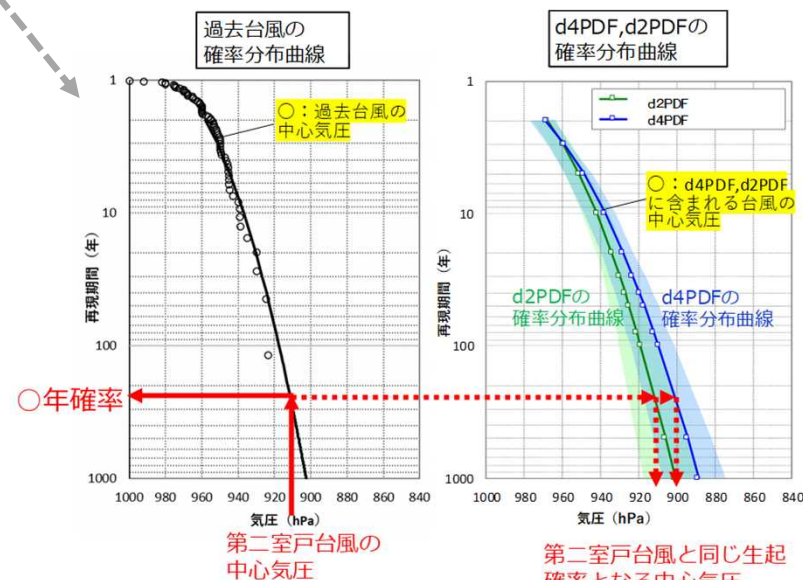
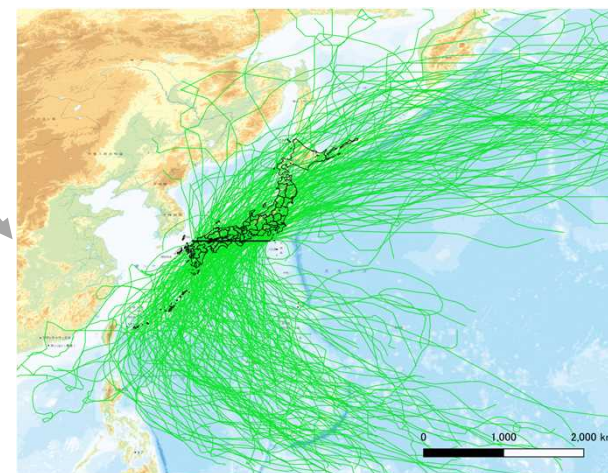
・ 1.1 検討の流れ（第1回検討会資料より）

- 将来気候下で、現行の想定台風と同等の生起確率となる台風条件（＝台風中心気圧）を設定し、その際の外力を推算して、将来の計画外力とする。



検討手順

本県で第二室戸台風を対象に計画潮位を設定するイメージ



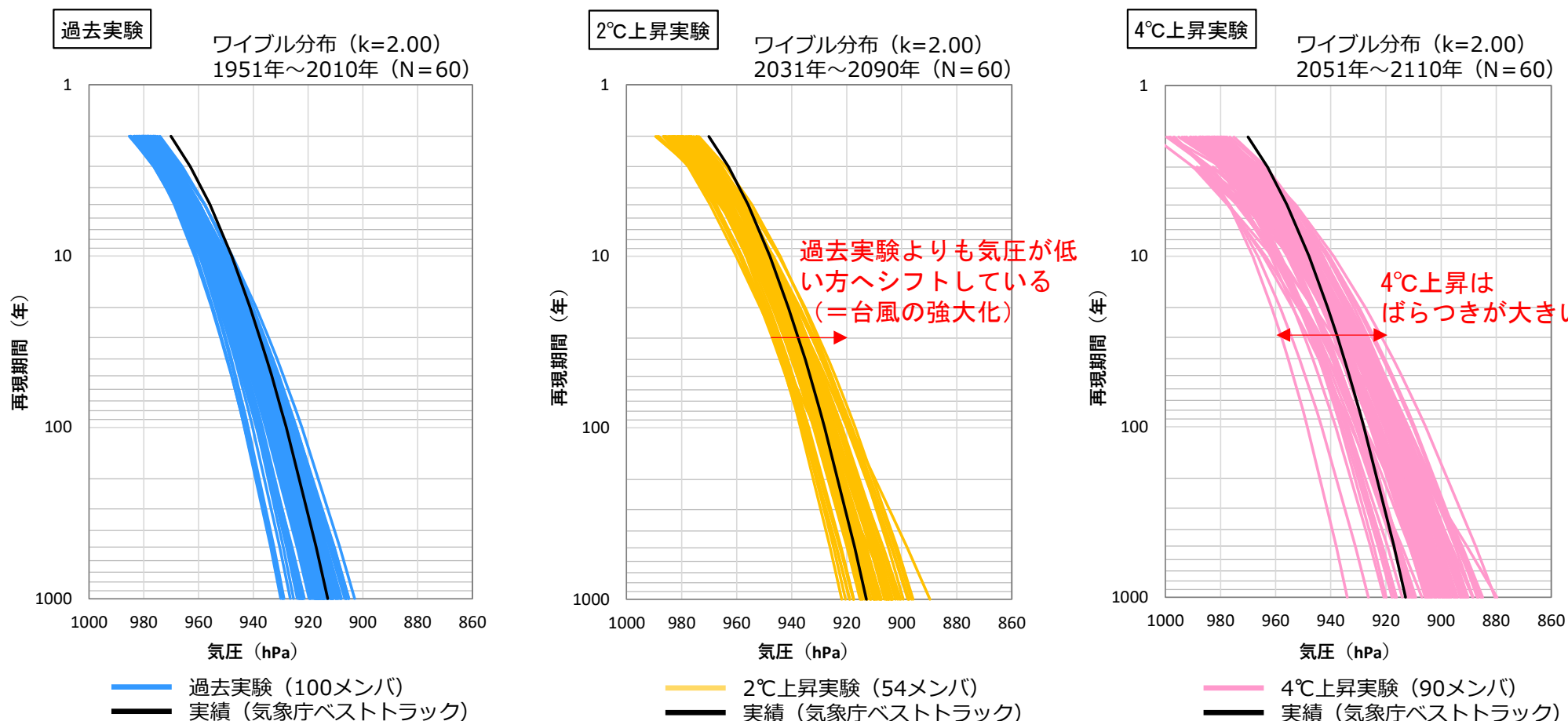
図：第二室戸台風の中心気圧と同じ生起確率の中心気圧を決定するイメージ

1. 潮位偏差の長期変化量の推算

・ 1.2 台風を中心気圧の極値統計解析

- 中心気圧の変化状況を把握するため、極値統計解析※¹(メンバ毎の年最低気圧を対象)を実施した。
- 2℃上昇実験は、過去実験と比べて、中心気圧が低下(強大化)している。また、4℃上昇は不確実性が高く、過去実験や2℃上昇よりばらつきが大きい。

徳島県の緯度(北緯34.04°)通過時の中心気圧を用いた極値統計解析結果



※1: 海岸保全施設の技術上の基準・同解説等に記載されている複数の手法を適用し、それぞれで最も相関係数が高い手法を採用

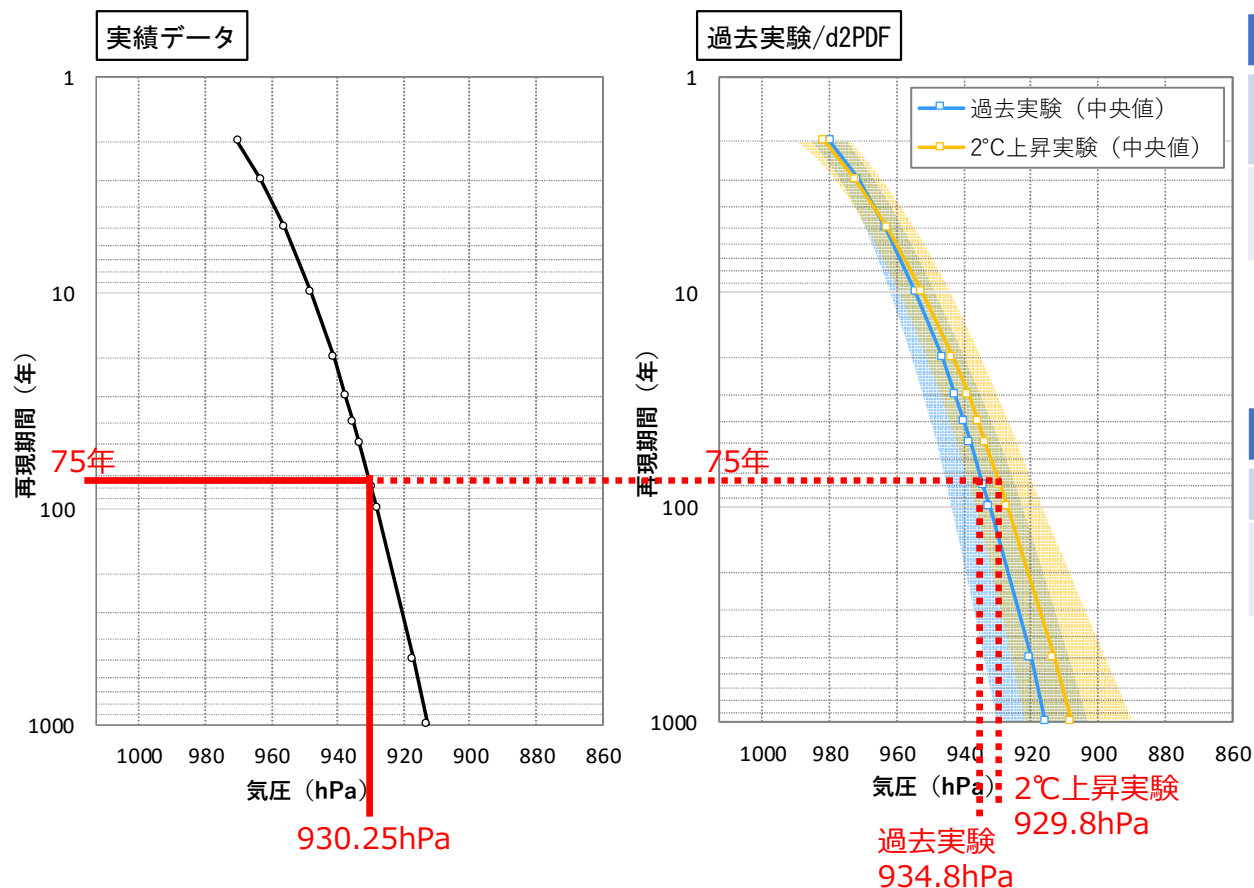
※2: 気象庁ベストトラックデータより整理した実績の中心気圧(年最低値)を用いた極値統計解析結果(ワイブル分布(K=2.0)、1951~2022、N=72)

1. 潮位偏差の長期変化量の推算

・ 1.3 モデル台風の中心気圧の設定

- 海岸保全の目標は、2℃上昇相当(RCP2.6)を前提とする。
- 年最低中心気圧の極値統計解析の結果、第二室戸台風の中心気圧(930.25hPa)の再現期間は75年確率となった。
- 同等の生起確率となる 2℃上昇時の気圧低下量は過去実験に対して1.06倍となり、これを第二室戸台風に適用し、将来気候下(2℃上昇)での台風条件を設定した。

徳島県の緯度(北緯34.04°)通過時の中心気圧を用いた極値統計解析結果



想定台風規模(再現期間75年)の気圧低下量の変化率

	台風中心気圧	気圧低下量
過去実験	934.8hPa	1013.25-934.8 =78.45hPa
2℃上昇実験	929.8hPa	1013.25-929.8 =83.45hPa

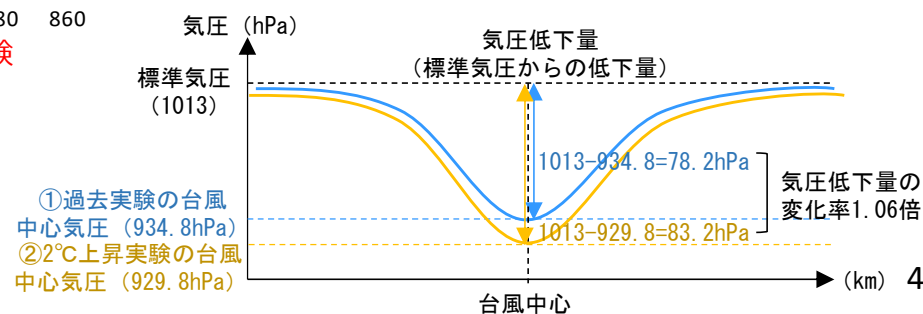
1.06倍※

※これを第二室戸台風規模に適用し将来気候下における台風条件を設定

解析に用いる台風中心気圧の設定(最低気圧時)

	気圧低下量	台風中心気圧
現在気候	83.0hPa	930.25hPa
2℃上昇実験	$83.0 \times 1.06 = 87.98\text{hPa}$	1013.25-87.98 =925.27hPa

【気圧低下量の変化率1.06倍の算定イメージ】

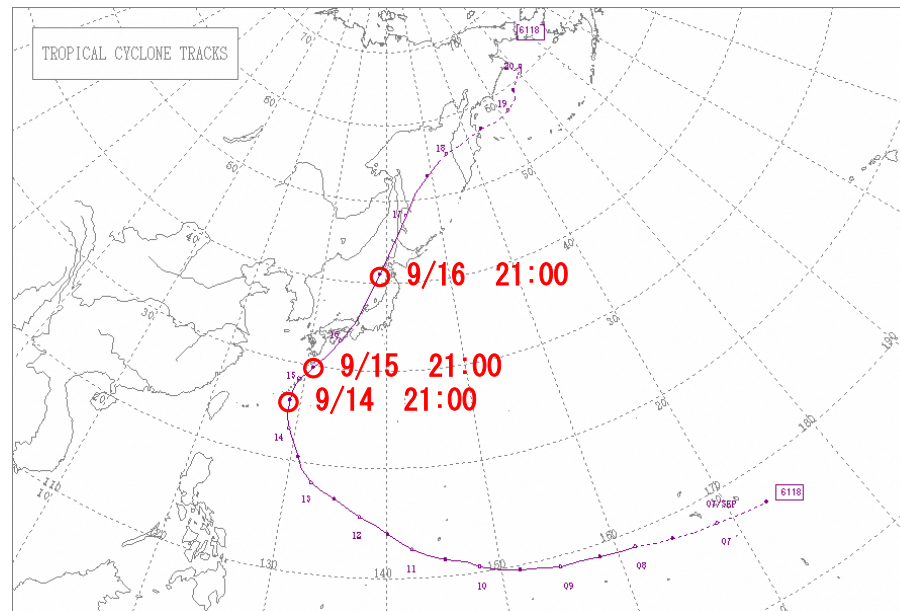


1. 潮位偏差の長期変化量の推算

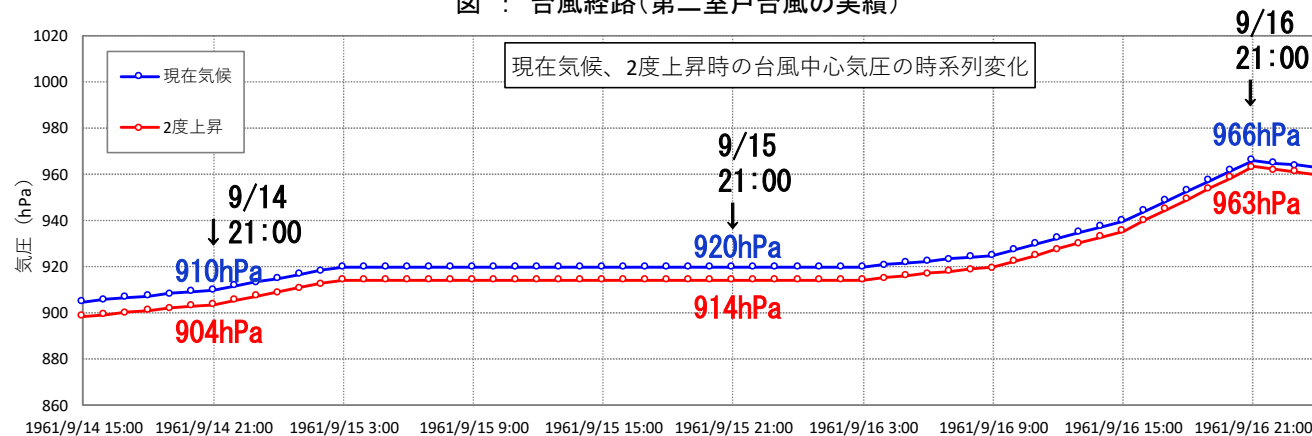
• 1.4 モデル台風の条件設定

- 台風経路は、第二室戸台風の実績経路を用いた。
- 台風中心気圧は、第二室戸台風の実績値に対し、気圧低下量が 2°C 上昇時の変化率1.06倍となるように設定した。

第二室戸台風(1961年(S36)台風18号)経路図



図：台風経路(第二室戸台風の実績)



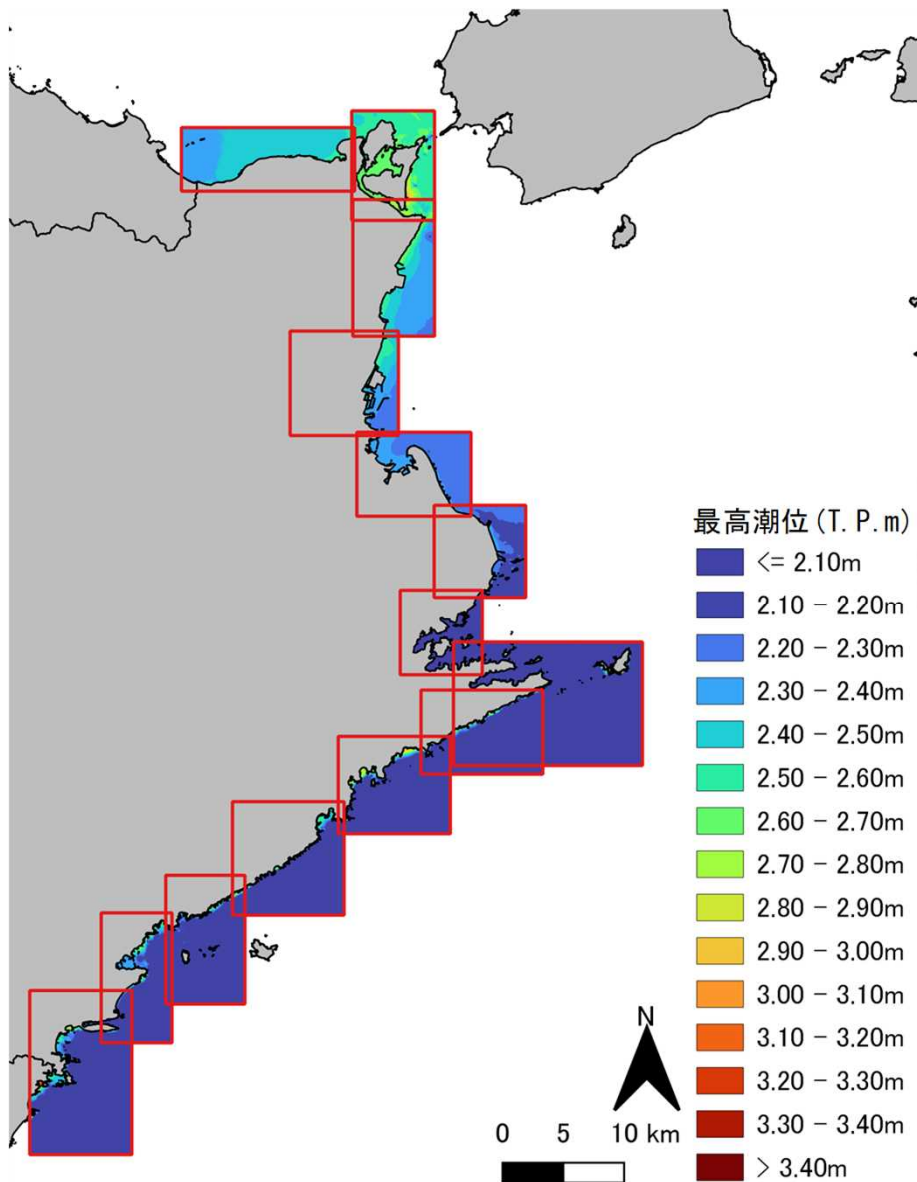
図：現在気候、 2°C 上昇時の台風中心気圧の時系列変化

1. 潮位偏差の長期変化量の推算

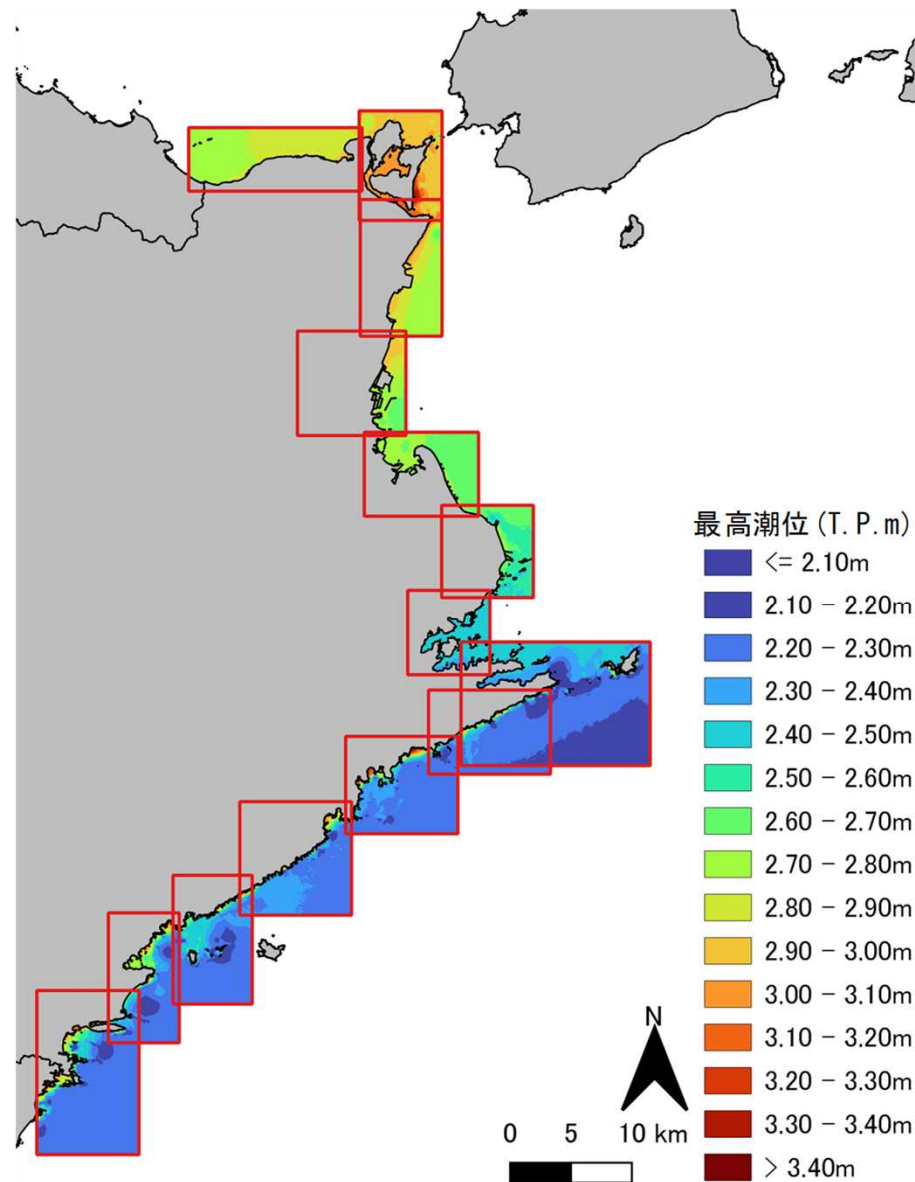
• 1.5 潮位偏差の算定結果(平面分布)

- 設定した台風条件(現在気候、2℃上昇時)に基づいた高潮シミュレーションを実施した。
- 推算結果から最高潮位(=朔望平均満潮位+最大潮位偏差)の平面分布を整理した。

現在気候



2℃上昇時



1. 潮位偏差の長期変化量の推算

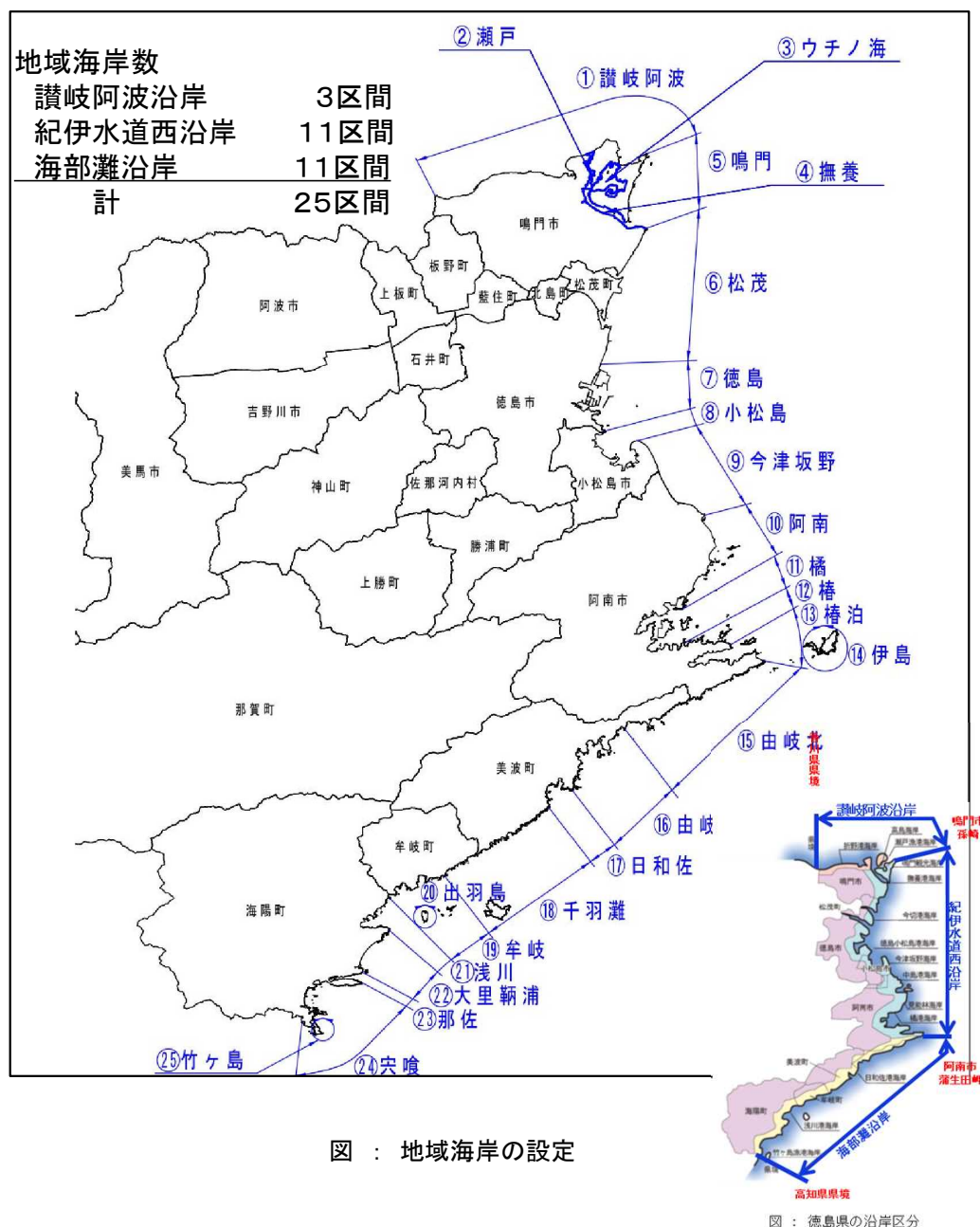
・ 1.6 潮位偏差の算定結果(地区海岸ごとの最高潮位の抽出方法)

- 背後に資産がない山付部、周辺と比較して局所的に潮位が高くなる港内や河道内は除外し、評価対象地点(メッシュ)を設定する。
- 計算結果から評価対象地点毎の最大値の沿岸分布を整理し、地区海岸ごとの最大値を抽出する。



2. 計画高潮位を設定する地域海岸

➤ 設計津波の水位設定に合わせて、地域海岸を設定する。



表：地域海岸における地形的条件

地域海岸	地形的条件
①讃岐阿波	鳴門市北灘（基浦）～鳴門市土佐泊
②瀬戸	鳴門市北泊～鳴門市堂浦
③ウチノ海	ウチノ海
④撫養	鳴門市堂ノ浦～鳴門市里浦
⑤鳴門	鳴門市土佐泊～鳴門市里浦
⑥松茂	鳴門市里浦～徳島市吉野川河口
⑦徳島	徳島市吉野川河口～徳島市小神子
⑧小松島	徳島市小神子～小松島市和田島
⑨今津坂野	小松島市和田島～阿南市那賀川河口
⑩阿南	阿南市那賀川河口～阿南市大渦
⑪橘	阿南市大渦～阿南市小杭
⑫椿	阿南市小杭～阿南市椿泊
⑬椿泊	阿南市椿泊～阿南市蒲生田
⑭伊島	伊島
⑮由岐北	阿南市蒲生田～美波町志和岐
⑯由岐	美波町志和岐～美波町木岐
⑰日和佐	美波町木岐～美波町日和佐浦
⑱千羽灘	美波町日和佐浦～牟岐町灘
⑲牟岐	牟岐町灘～牟岐町内妻
⑳出羽島	出羽島
㉑浅川	牟岐町内妻～海陽町浅川
㉒大里鞆浦	海陽町浅川～海陽町鞆浦
㉓那佐	海陽町鞆浦～海陽町穴喰浦（那佐）
㉔穴喰	海陽町穴喰浦（那佐）～海陽町穴喰浦（金目）
㉕竹ヶ島	竹ヶ島

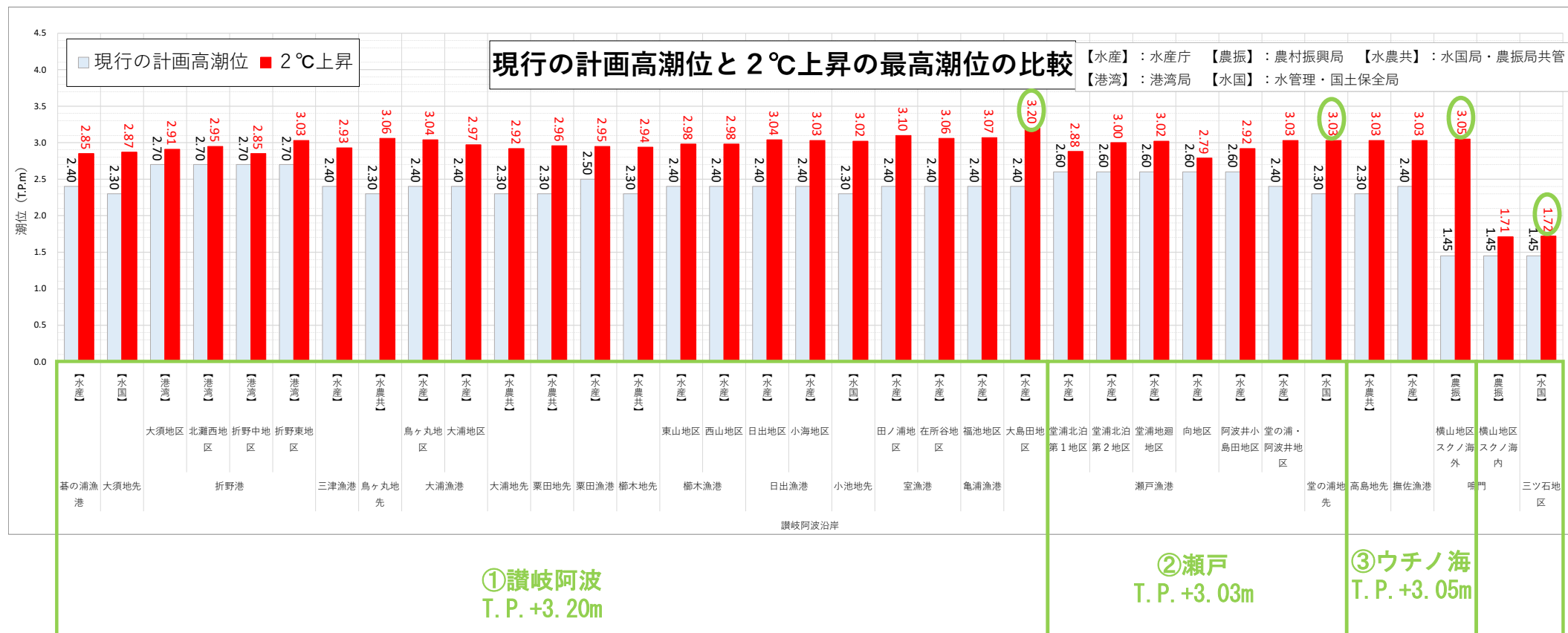
3.気候変動を踏まえた計画高潮位の更新

・ 3.1 潮位偏差の算定結果(地区海岸ごとの最大値)

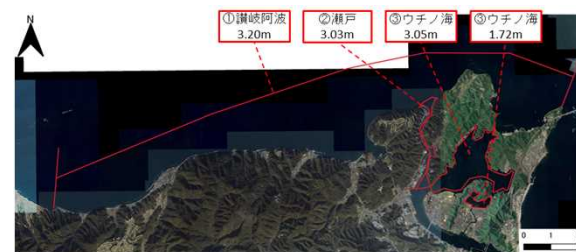
➤ 高潮シミュレーションの結果より、地区海岸ごとに最高潮位(=朔望平均満潮位+最大潮位偏差)を抽出した。

讃岐阿波沿岸

○ 区分最大値



③ウチノ海
(スクノ海)
T. P. +1. 72m



区分	地形的視点
①讃岐阿波	播磨灘に面する一連海岸
②瀬戸	小鳴門海峡沿い
③ウチノ海	ウチノ海
④ウチノ海	スクノ海

3.気候変動を踏まえた計画高潮位の更新

・ 伊島漁港海岸の北側と南側の最高潮位の違いについて

- 南から来襲した高潮が防波堤の影響により、北側と南側で潮位偏差の特性が異なる。
- 上記から、計画高潮位(案)を設定する際は、北側と南側で区分する。



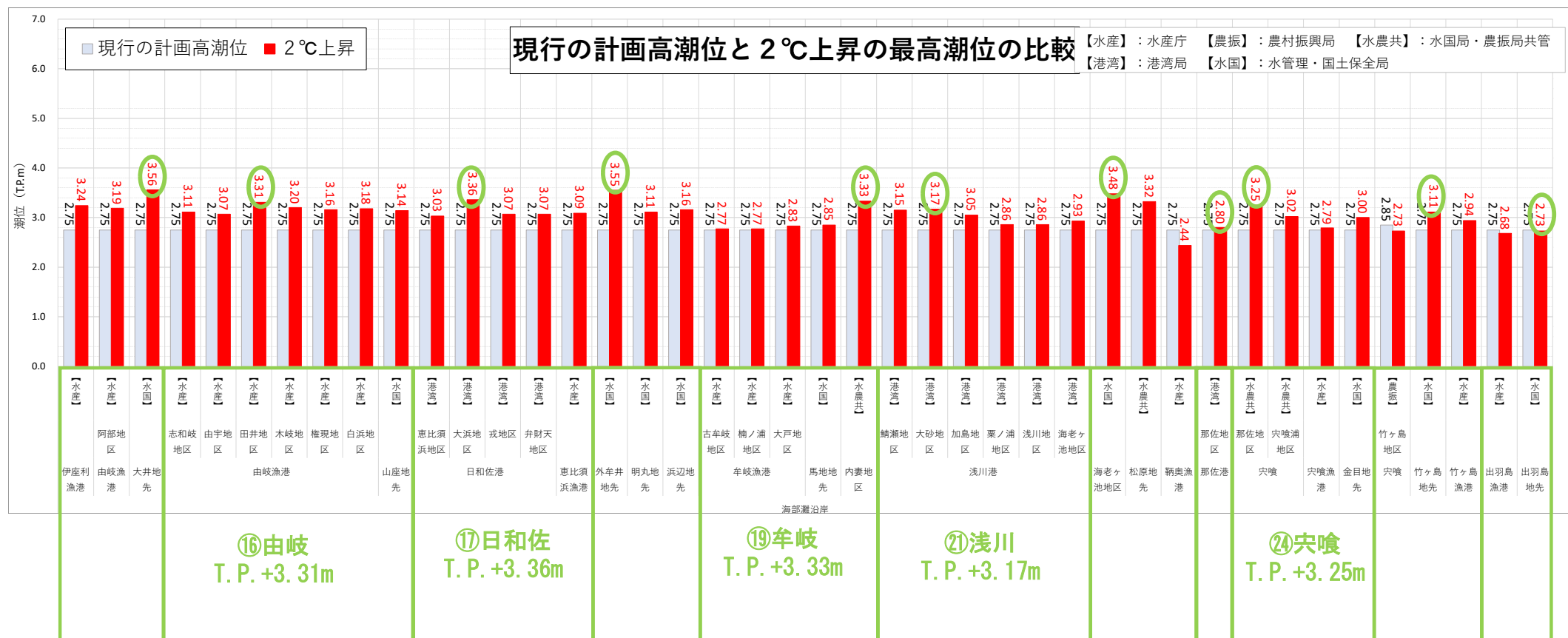
3.気候変動を踏まえた計画高潮位の更新

・ 3.3 潮位偏差の算定結果(地区海岸ごとの最大値)

➤ 高潮シミュレーションの結果より、地区海岸ごとに最高潮位(＝朔望平均満潮位＋最大潮位偏差)を抽出した。

○ 区分最大値

海部灘沿岸



⑮由岐北
T. P. +3. 56m

⑯由岐
T. P. +3. 31m

⑰日和佐
T. P. +3. 36m

⑱千羽灘
T. P. +3. 55m

⑲牟岐
T. P. +3. 33m

⑳浅川
T. P. +3. 17m

㉑大里鞆浦
T. P. +3. 48m

㉒穴喰
T. P. +3. 25m

㉓那佐
T. P. +2. 80m

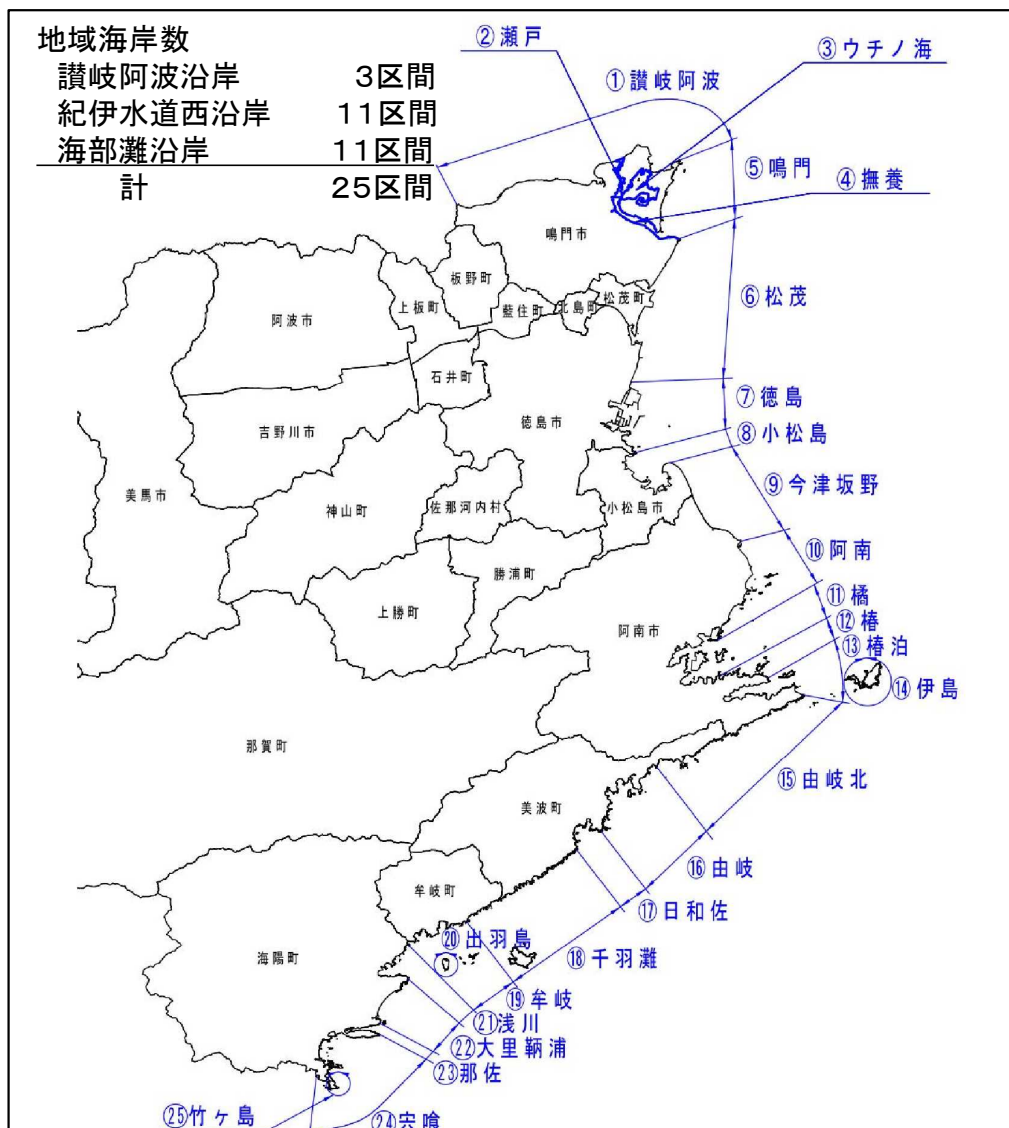
㉔竹ヶ島
T. P. +3. 11m

㉕出羽島
T. P. +2. 75m※

※ 2℃上昇の最大値が現行の水準を下回った場合は、
現行の水準を採用

3.気候変動を踏まえた計画高潮位の更新

➤ 外洋に面した一連の海岸や湾などの地形的条件を考慮して、地域海岸を設定する。



表：地域海岸における計画高潮位(現行,2100年)

地域海岸	現況堤防高	計画高潮位 (現行)	計画高潮位 (2100年)
①讃岐阿波	1.5～5.4	2.30～2.70	3.20
②瀬戸	0.8～4.3	2.30～2.60	3.03
③ウチノ海	1.0～3.4	1.45～2.40	3.05(1.72)
④撫養	1.1～4.9	2.42～2.62	3.31
⑤鳴門	3.3～6.7	2.62	3.28
⑥松茂	4.1～11.3	2.42～2.62	3.15
⑦徳島	3.7～6.3	2.42	3.02
⑧小松島	1.7～7.7	2.42	2.87
⑨今津坂野	3.0～7.9	1.43～2.62	2.90
⑩阿南	4.0～6.1	2.42～2.62	2.86
⑪橘	1.9～4.6	2.42～2.62	2.62
⑫椿	2.0～3.7	2.62	2.62
⑬椿泊	2.3～8.0	2.26～2.62	2.62
⑭伊島	6.1～9.5	1.43～2.62	2.62(3.81)
⑮由岐北	3.3～8.7	2.75	3.56
⑯由岐	2.1～8.1	2.75	3.31
⑰日和佐	1.3～9.2	2.75	3.36
⑱千羽灘	2.7～5.7	2.75	3.55
⑲牟岐	1.7～7.0	2.75	3.33
⑳出羽島	4.4～7.6	2.75	2.75
㉑浅川	1.2～7.2	2.75	3.17
㉒大里鞆浦	1.7～10.0	2.75	3.48
㉓那佐	1.2～5.4	2.75	2.80
㉔穴喰	1.4～8.5	2.75	3.25
㉕竹ヶ島	1.7～9.0	2.75～2.85	3.11

4. 生起確率の確認

- パラメトリック台風モデルに基づく潮位偏差の妥当性の確認として、d2PDF/d4PDF に含まれる徳島県周辺を通過する全台風の潮位偏差の推算結果から生起確率を評価した。
- d2PDF/d4PDFに含まれる全台風を対象とした推算は現実的ではないため、代表100台風の推算結果を用いた簡易推定式(重回帰分析)を構築し※1、これを全台風に適用することで確率評価に用いる潮位偏差の母集団を設定した。

※1 大規模アンサンブル気候予測データベース(d4PDF)を用いた高潮・波浪に対する気候変動の影響評価の効率化手法の検討(五十嵐ら、2022)

潮位偏差の簡易推定式

$$\eta_{max} = aP_{min} + bP_{cmin} + c_0W_{max} + c_1W_{max}^2 + c_2W_{max,x} + c_3W_{max,y} \\ + d_0V_t + d_1V_t^2 + d_2V_{t,x} + d_3V_{t,y} + e\left(\frac{R_{min}}{R_0}\right) + f$$

目的変数

説明変数

※偏回帰係数($a \sim f$)は重回帰分析により設定。(x, y)は、風速の x (東西)、 y (南北)成分。

説明変数		設定理由・根拠
P_{min}	最低気圧 (対象地点)	高潮(潮位偏差)の発生要因の1つである気圧低下による吸い上げを考慮 ⇒気圧・風場の推算結果より設定
P_{cmin}	最低中心気圧 (対象地点接近時)	高潮(潮位偏差)の発生要因の1つである気圧低下による吸い上げを考慮 ⇒気圧・風場の推算結果より設定
W_{max}	最大風速 (対象地点)	高潮(潮位偏差)の発生要因の1つである風による吹き寄せを考慮 風による波の発達を考慮(x, y : 風向の x 成分、 y 成分を考慮) ⇒気圧・風場の推算結果より設定
V_t	移動速度 (対象地点接近時)	台風の移動速度による風速への影響を考慮(x, y : 移動速度の x 成分、 y 成分を考慮) ⇒d2PDF/d4PDFの台風トラックデータより設定
R_{min}/R_0	台風からの距離 /台風半径 (対象地点接近時)	傾度風(等圧線が曲線状の場合、気圧傾度力、コリオリ係数、遠心力が釣り合っ て、等圧線に沿って吹く定常な風)を考慮 ⇒距離: d2PDF/d4PDFの台風トラックデータより設定 ⇒半径: 本多・鮫島(2018)の経験式より設定

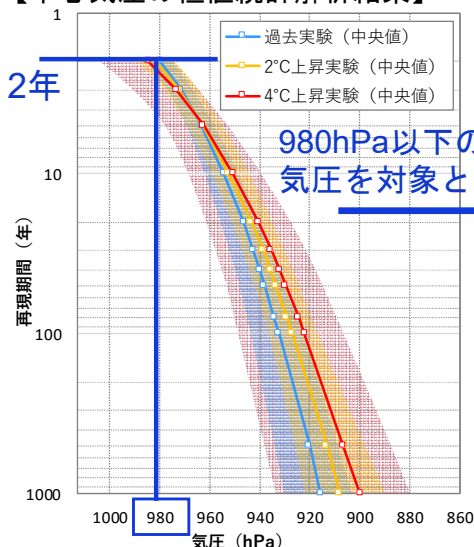
4. 生起確率の確認

- d2PDF/d4PDFに含まれる21,757個の台風から、簡易推定式の構築に用いる代表100個の台風を2段階で抽出した。
- 1次抽出: 中心気圧が980hPa(2年確率相当)未満の台風を抽出した。(9,904個に絞り込み)
- 2次抽出: 気圧・風速の区分毎に経路・移動速度を考慮して網羅的に100個を抽出した。

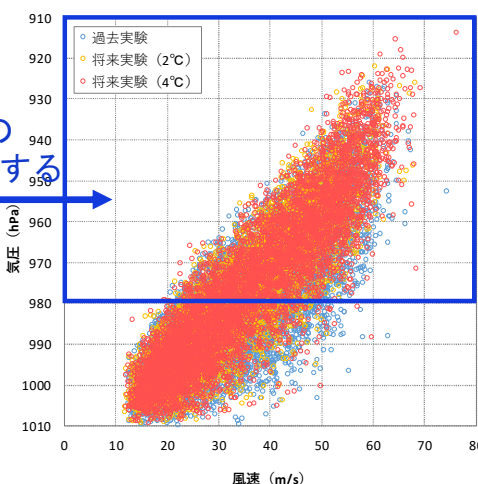
1次抽出 (9,904ケースへ絞り込み)

- d2PDF/d4PDFの全21,757ケースより、様々な再現期間の外力を抽出できるように、再現期間が2年以上(980hPa以下)となる台風を抽出した。
- その結果、1次抽出では9,904ケースへ絞り込みを行った。

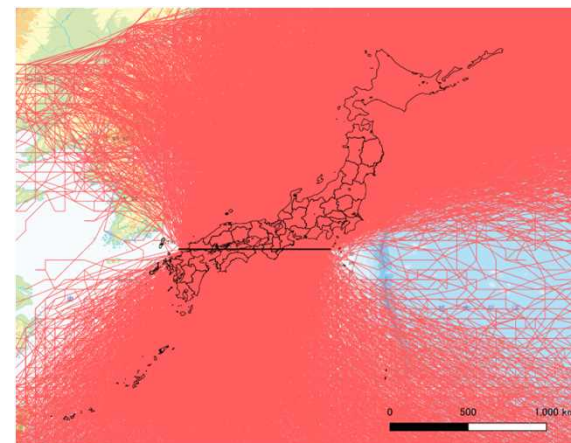
【中心気圧の極値統計解析結果】



【気圧・風速の分布状況】



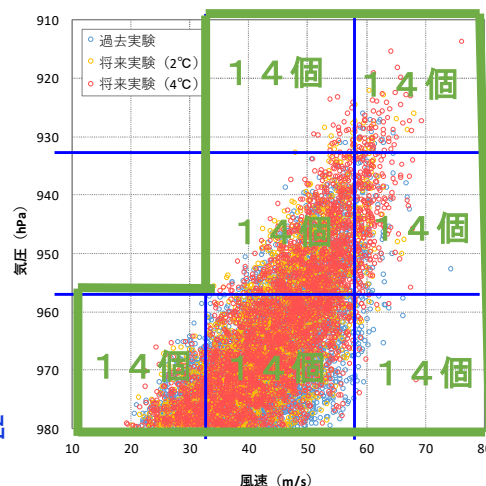
【抽出した9,904ケースの台風経路】



2次抽出 (100ケースへ絞り込み)

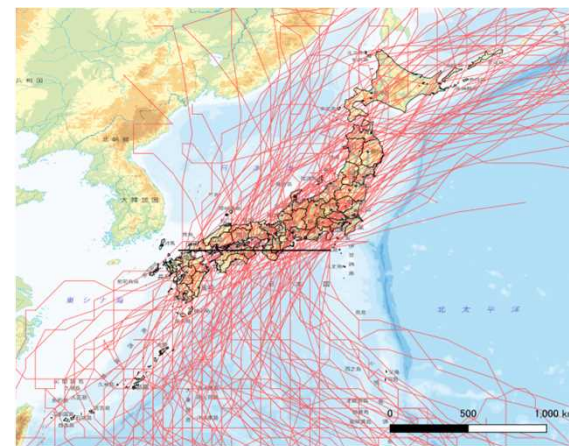
- 1次抽出で絞り込んだ9,904ケースについて、気圧・風速の区分毎に様々な経路や移動速度を網羅できるように、満遍なく(データの無い区分を除く7区分で14個程度ずつ抽出)100ケースを抽出した。

【気圧・風速の分布状況】



気圧・風速の区分毎に
経路・移動速度も考慮し
網羅的に100ケースを抽出

【抽出した100ケースの台風経路】



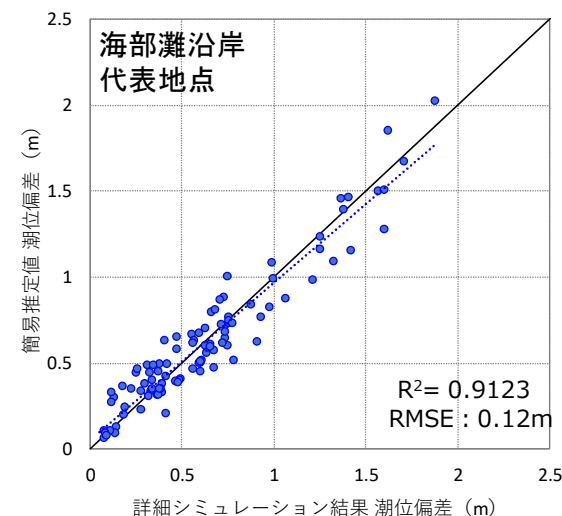
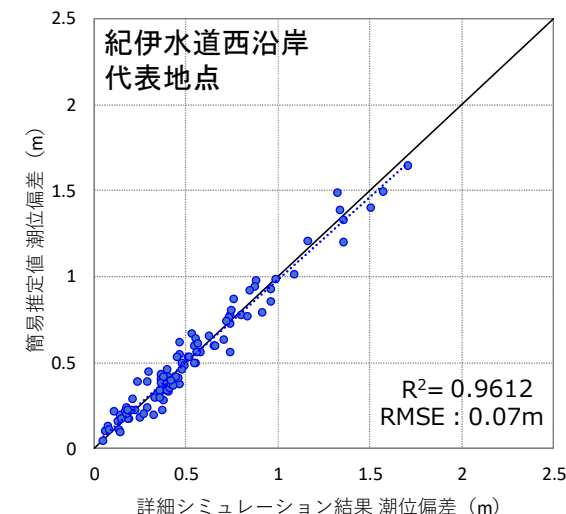
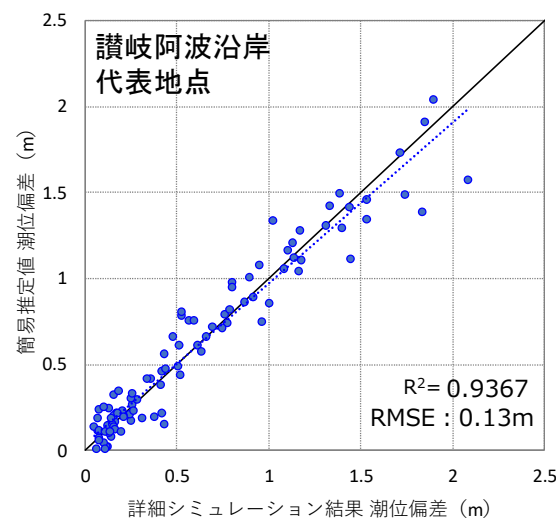
4. 生起確率の確認

- 簡易推定式の構築に用いた代表100台風を対象に、各沿岸に設定した代表地点の潮位偏差について、簡易推定式により推算した値と高潮シミュレーション結果を比較し、精度検証を行った。
- いずれの地点でも、シミュレーション結果と簡易推定式による推算値の相関は、決定係数 R^2 値は0.9以上、RMSEも10cm程度となり、構築した簡易推定式は妥当であると判断した。

潮位偏差の推算位置



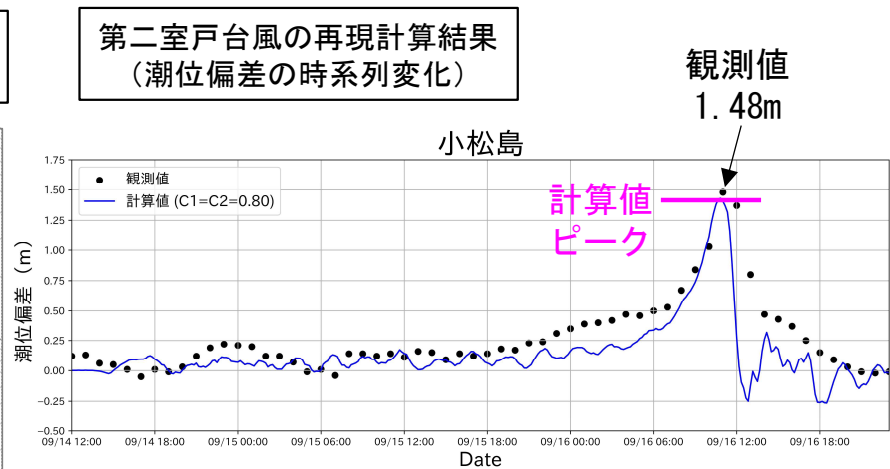
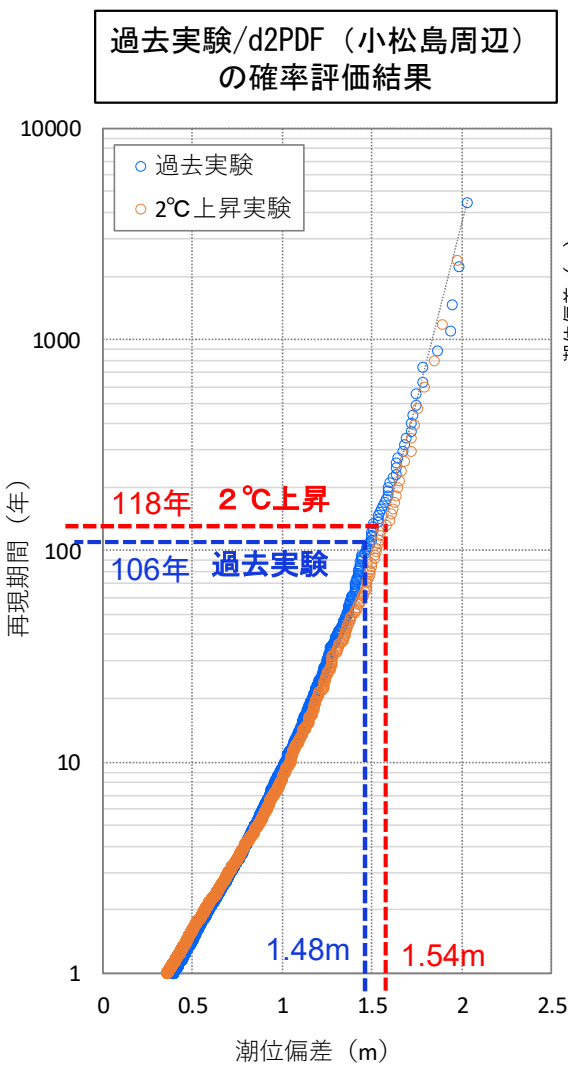
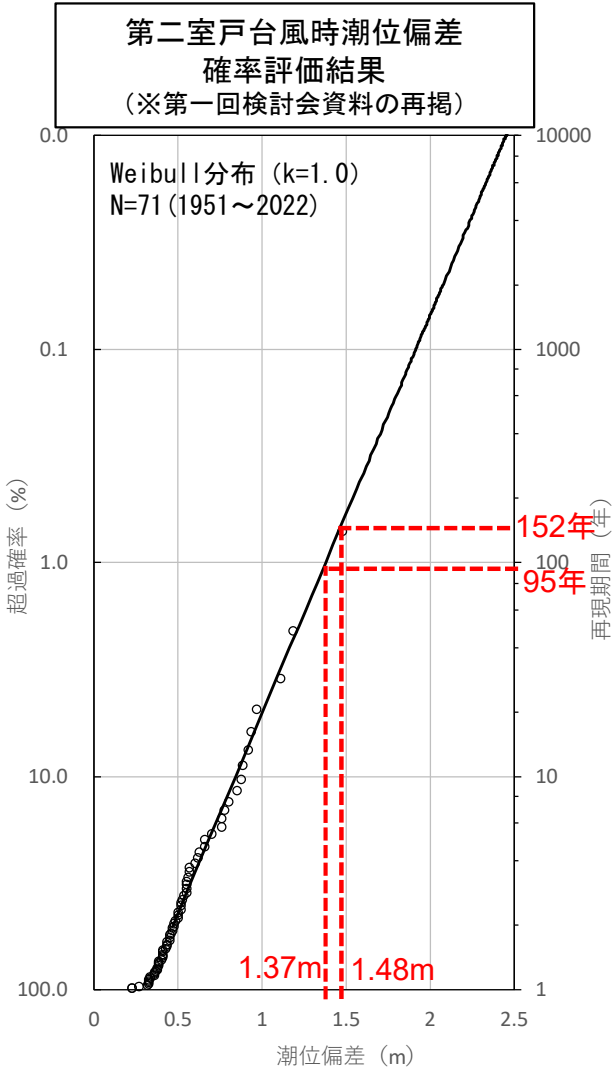
潮位偏差の精度検証（代表地点抜粋）



※RMSE（二乗平均平方根誤差）：誤差の大きさを表す指標であり値が小さいほど誤差が小さい。16

4.生起確率の確認

- 第二室戸台風時の小松島の潮位偏差の実測値の再現期間は95～152年となった。(左下図: 第1回検討会結果)
- 今回推算した潮位偏差の再現期間は、過去実験は106年、気候変動後(2℃上昇)は118年となり、第二室戸台風時の実測値と同等となった。よって、現行計画と同等の安全度を確保できていると言える。



観測地点 (気象庁)	既往最大偏差 (瞬間値)			前後の毎正時偏差			
	偏差 (m)	発生日時	備考	前後	偏差 (m)	発生日時	確率評価
小松島	1.91	1961.9.16 11:30	第二室戸 台風	前	1.48	1961.9.16 11:00	1/152
				後	1.37	1961.9.16 12:00	1/95

5. 波浪の長期変化量の推算

・ 5.1 検討の流れ（第1回検討会資料より）

- 将来気候下で発生する**全台風を対象に推算**を行い、推算地点の値を確率処理して、現行計画と同じ確率規模の値を将来の計画外力とする。

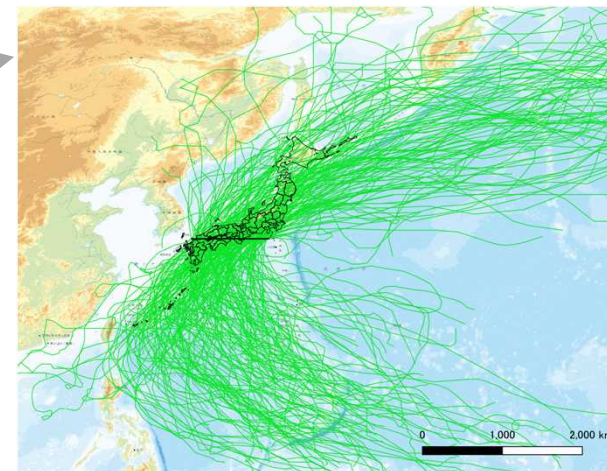
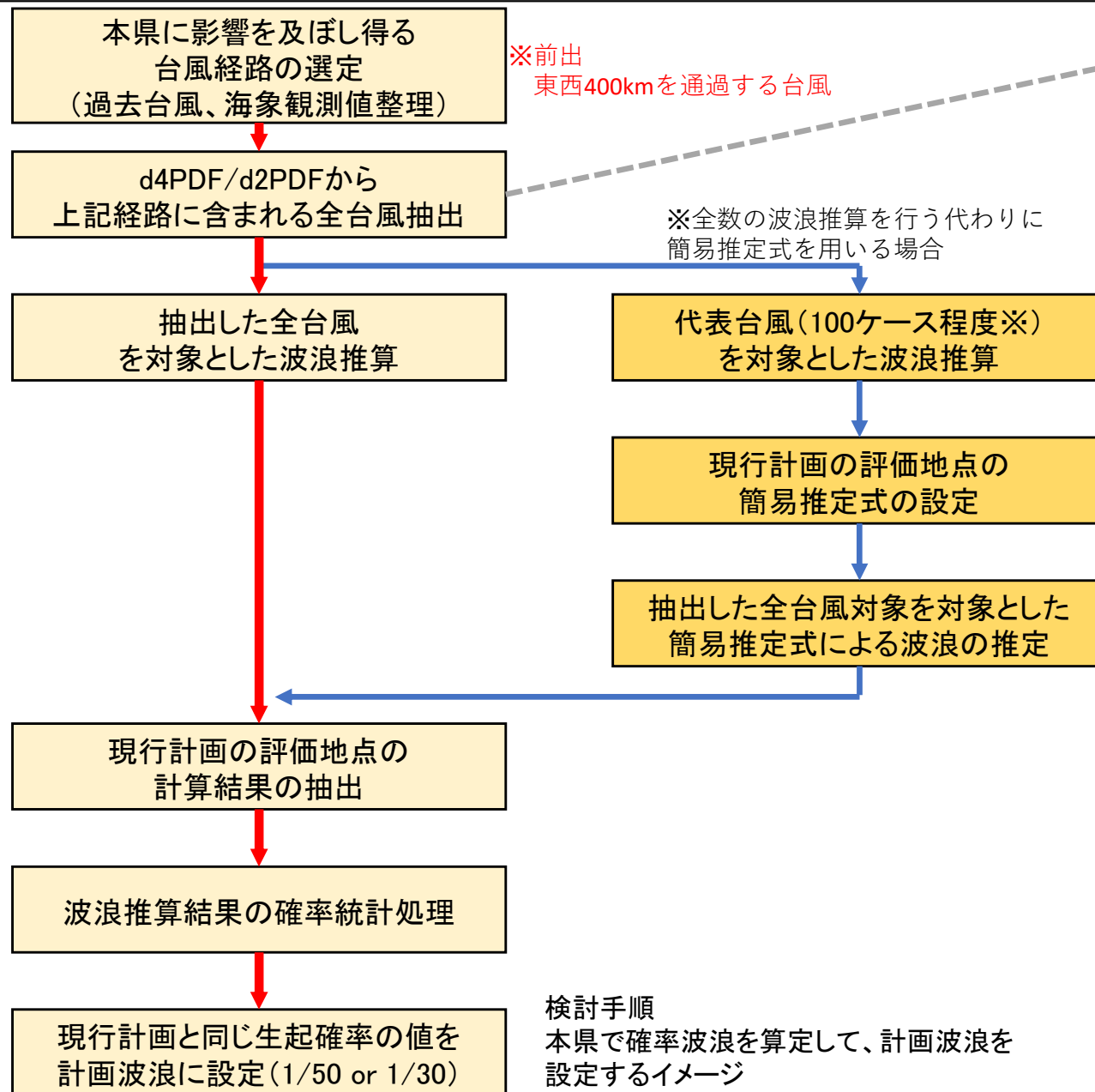


図1 台風の経路の選定イメージ

※下記の論文を参考に設定する。
「大規模アンサンブル気候予測データベース
(d4PDF)を用いた高潮・波浪に対する気候変動の
影響評価の効率化手法の検討, 土木学会論文集
B2 (海岸工学), 2022.」

5. 波浪の長期変化量の推算

・ 5.2 簡易推定式の設定

- d4PDF/d2PDFの全数を用いて波浪推算をすることは現実的に困難であるため、検討事例を基に100ケースを対象に波浪シミュレーションを実施し、検討事例※¹を基に重回帰分析による評価地点毎の簡易推定式※²を構築した。
- 構築した簡易推定式から求めた波高の推定結果と、波浪の詳細シミュレーションにより算定した結果を時系列で比較したところ、十分な精度を確保できないケースが確認されたため、本検討では抽出した台風を対象とした波浪の詳細シミュレーションを実施することとした。

$$H_{max} = a_0 W_{max} + a_1 W_{max}^2 + a_2 W_{max,x} + a_3 W_{max,y} + b_0 W_1 + b_1 W_1^2 + b_2 W_{1,x} + b_3 W_{1,y} + c_0 W_2 + c_1 W_2^2 + c_2 W_{2,x} + c_3 W_{2,y} + d_0 W_3 + d_1 W_3^2 + d_2 W_{3,x} + d_3 W_{3,y}$$

目的変数

説明変数

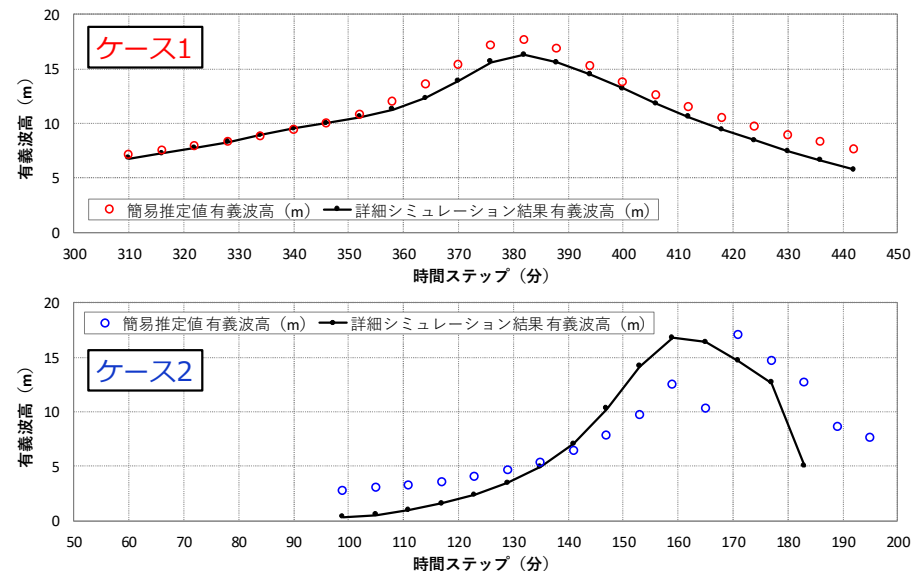
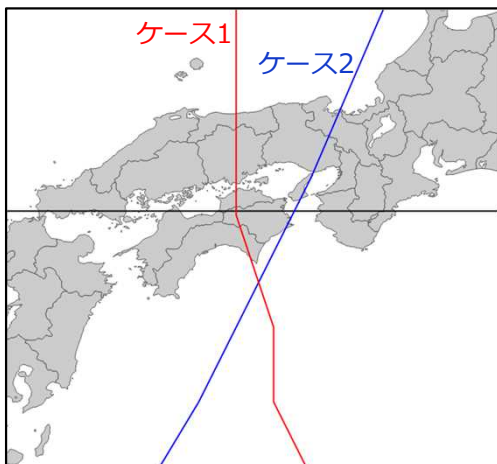
※偏回帰係数 ($a \sim d$)

説明変数		設定理由・根拠
W_{max}	最大風速 (対象地点)	高潮(潮位偏差)の発生要因の1つである風による吹き寄せを考慮 風による波の発達を考慮 (x, y : 風向を考慮) ⇒気圧・風場の推算結果より設定

※1 大規模アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) を用いた高潮・波浪に対する気候変動の影響評価の効率化手法の検討 (五十嵐ら、2022)

※2 d4PDFを用いて効率的に気候変動の影響を評価するための波浪推定式の提案 (西田ら、2023)

有義波高の推定結果 (時系列分布)



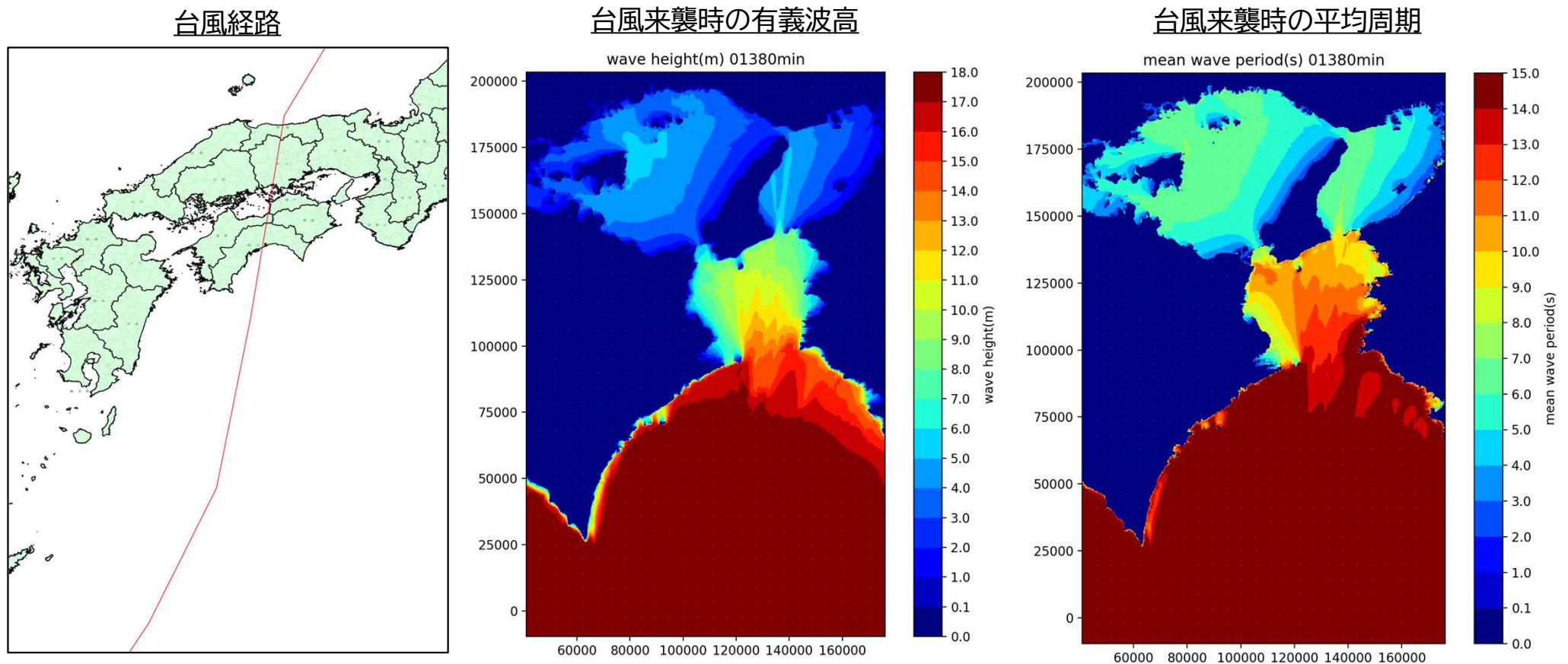
※第二室戸台風のように紀伊水道の上空を通過するような台風経路(ケース2)では、構築した簡易推定式では波浪の推定が困難な場合がある。
⇒そのため、抽出した台風を対象とした波浪推算を実施することとした。

5. 波浪の長期変化量の推算

・ 5.3 抽出台風を対象とした波浪推算

- d2PDF/d4PDFより抽出した台風を対象として、SWANによる波浪推算を実施した。
- 計算負荷軽減のため、前述した1次抽出台風9,904ケースから、伊豆半島の東側を通過する台風を除いた7,218ケースに対して波浪シミュレーションを実施した。

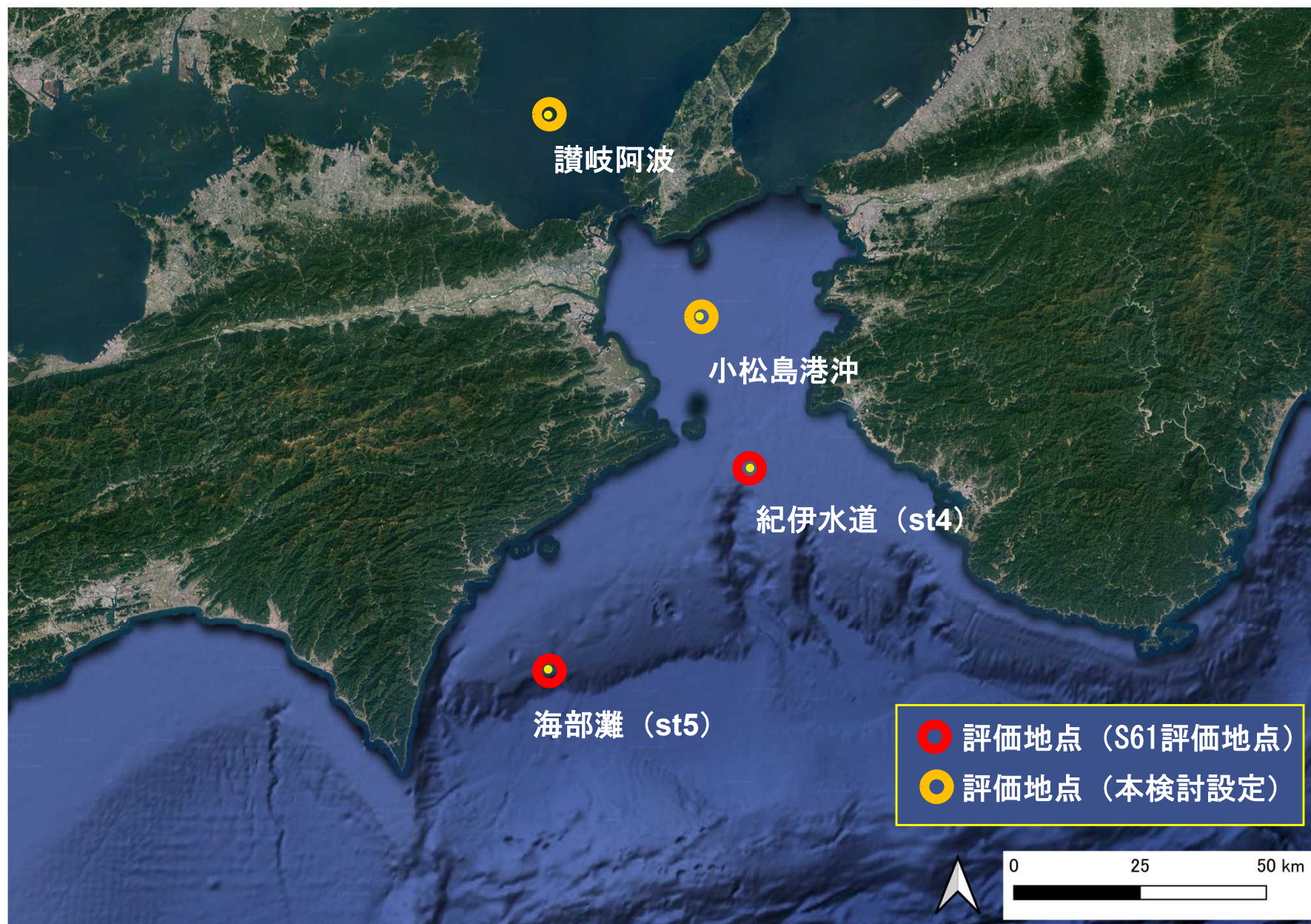
○計算結果例（対象台風のうち波浪が大きい結果となった代表ケース）



5. 波浪の長期変化量の推算

・ 5.4 確率波浪評価地点の設定

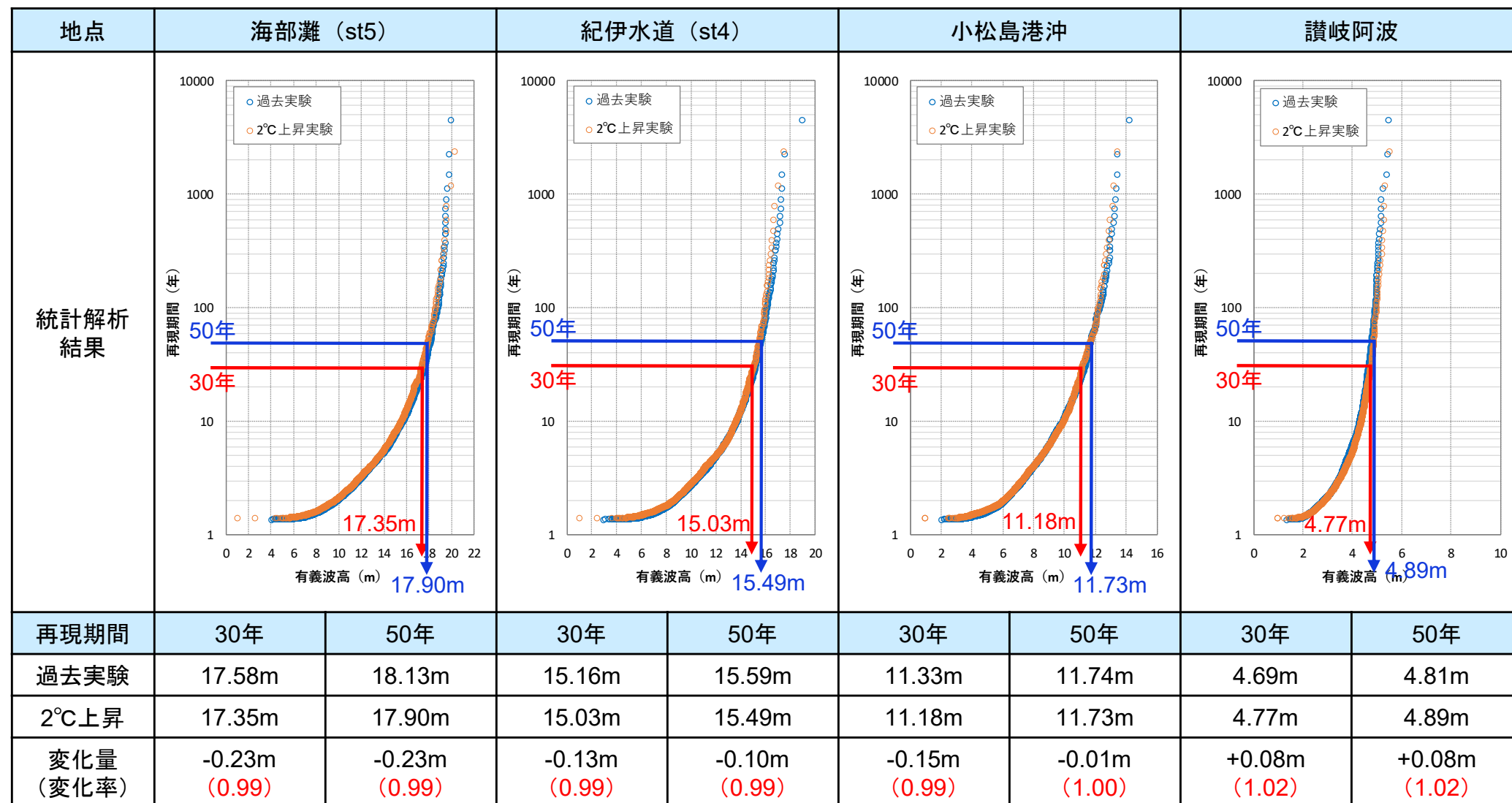
- 波浪の確率評価は、下図に示す確率波浪評価地点において実施した。
- 評価地点は、過去に確率波浪を検討されている地点に加え、徳島県沿岸の地形を踏まえ代表地点を設定した。



5. 波浪の長期変化量の推算

・ 5.5 波浪の確率評価

- 抽出した過去実験及び2℃上昇の台風を対象とした波浪シミュレーション結果より、評価地点における最大有義波高を抽出し、確率評価を実施した。
- 過去実験に対する2℃上昇時の波高の変化率は、30年確率、50年確率とも0.99～1.02倍となった。



5. 波浪の長期変化量の推算

5.6 気候変動後の計画波浪の設定方針

- 気候変動後の計画波浪は、現行計画の設定値に、過去実験と2℃上昇後の算定結果から求められる変化率を乗じることにより設定する。
- 4地点の波高変化率は、30年確率規模で0.99～1.02倍、50年確率規模で0.99～1.02倍となった。沖波波高の2%増加は微小とみなすことができることから、全ての海岸において波浪は将来変化しない(変化率1.00倍)とする。
- なお、波浪の規模が変化しないことから、その場合の周期についても1.00倍(現行値と変更なし)とする。

徳島県 3 沿岸の計画外力（計画高潮位、計画波浪）

計画 外力	沿岸	所管			
		水管理・国土保全局	港湾局	水産庁	農村振興局
計画 高潮位	讃岐 阿波 沿岸	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.30m ※三ツ石地区海岸 T.P.+1.45m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.70m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.40m ※粟田漁港は T.P.+2.50m ・ T.P.+2.60m (瀬戸漁港海岸) ※大島田地区、堂の浦・阿波井地区は T.P.+2.40m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+1.45m
	紀伊 水道西 沿岸	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.62m ※小島地先海岸 T.P.+2.26m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.62m (撫養港海岸、栗津港海岸) ・ T.P.+2.42m (今切港海岸以南の海岸) ※撫養港海岸(桑島瀬戸地区) T.P.+2.42m ※栗津港海岸 (松茂地区) T.P.+2.26m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.62m ※土佐泊漁港海岸は T.P.+2.50m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+1.43m
	海部灘 沿岸	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.75m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.75m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.75m	■ 計画高潮位 ・ T.P.+2.85m
計画 波浪	讃岐 阿波 沿岸	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/50	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/50	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/30 ・ 確率規模：1/50 (碁の浦漁港海岸、大浦漁港海岸 (鳥ヶ丸地区))	■ 計画波浪 ・ 確率規模：—
	紀伊 水道西 沿岸	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/50	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/50	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/30 ・ 確率規模：1/50 (小杭漁港海岸、曲漁港海岸 (小曲地区、大曲地区))	■ 計画波浪 ・ 確率規模：—
	海部灘 沿岸	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/50	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/50	■ 計画波浪 ・ 確率規模：1/30	■ 計画波浪 ・ 確率規模：—

➤ 潮位偏差の長期変化量の推算

- 第二室戸台風を想定台風とするパラメトリック台風モデル(A-1)により2℃上昇時の潮位偏差を推算した。
- 小松島における最大潮位偏差の生起確率は、現在気候と2℃上昇時で概ね一致。
- 2℃上昇時の推算結果の沿岸分布より、湾などの地形的条件から県内沿岸を設計津波水位と同じ25地域海岸に区分し、計画高潮位を設定。

➤ 波浪の長期変化量の推算

- d4PDF/d2PDFに含まれる、本県に影響を及ぼしうる経路をたどった全台風(過去実験、2℃上昇後)を対象に、SWANによる波浪推算を行った。(全球気候モデル台風(B-1))
- 既往と今回新たに設定した沖波評価地点を対象に、波浪の確率評価を実施した結果、過去実験に対する2℃上昇時の波高の変化率は、30年確率、50年確率とも0.99～1.02倍となった。
- 気候変動後の計画波浪は現行計画の値が将来においても変化しない(変化率1.00倍)ものとする。

7. 現行の設計津波の水位の考え方

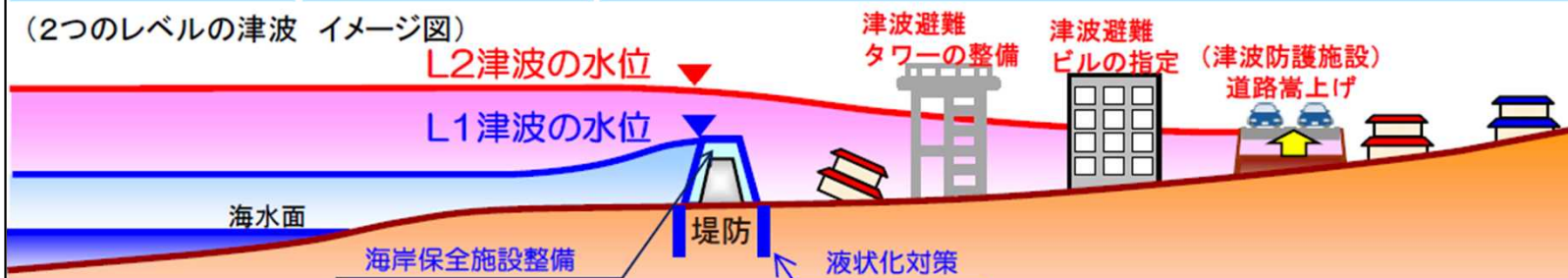
- 東日本大震災による甚大な津波被害を受け、内閣府は、新たな津波対策の考え方を平成23年9月28日に示した。
- 本県においても、内閣府の考えに基づき、平成24年10月に最大クラスの津波(L2津波)、に対する浸水想定区域図を公表し、平成25年3月に比較的発生頻度の高い津波(L1津波)の水位(＝設計津波の水位)を設定した。

I 新しい津波対策の考え方

平成23年3月11日に発生した東日本大震災による甚大な津波被害を受け、内閣府中央防災会議では、**新たな津波対策の考え方**を平成23年9月28日に示した。

二つのレベルの津波	津波レベル	基本的考え方
最大クラスの津波 (L2津波) 平成24年10月31日 「徳島県津波浸水想定」 公表	発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす津波	○住民等の生命を守ることを最優先とし、住民の避難を軸に、取りうる手段を尽くした総合的な津波対策を確立していく。 ○被害の最小化を主眼とする「減災」の考えに基づき対策を講ずることが重要である。 海岸保全施設のハード対策によって、津波による被害をできるだけ軽減するとともに、それを超える津波に対しては、ハザードマップの整備や避難路の確保など、避難することを中心とするソフト対策を実施していく。 ⇒ソフト対策を講じるための基礎資料の「津波浸水想定」を作成
比較的発生頻度の高い津波 (L1津波)	最大クラスに比べ発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波 (数十年から百数十年の頻度)	○人命・住民財産の保護、地域経済の確保の観点から海岸保全施設等を整備していく。 ○海岸保全施設等については、比較的発生頻度の高い津波に対して整備を進めるとともに、設計対象の津波高を超えた場合でも、施設の効果が粘り強く発揮できるような構造への改良も検討していく。 ⇒海岸保全施設等の整備を行う上で想定する「設計津波の水位」を設定

(2つのレベルの津波 イメージ図)



津波対策

- L1津波：施設整備（液状化対策、海岸保全施設整備 等）
L2津波：率先避難の啓発（津波防災教育、自主防災組織との連携 等）
避難施設（津波避難タワーの整備、津波避難ビルの指定 等）
津波防護施設の指定（道路嵩上げ 等）

7. 現行の設計津波の水位の考え方

- 「設計津波の水位」に対して安全となる施設整備を最終的な目標とするが、現況の堤防高では避難に要する時間が確保できない箇所では、「避難時間の確保に必要な高さ」の確保を行うことを当面の整備目標とすることとした。

Ⅲ 今後の取り組み

- 「設計津波の水位」は、海岸保全施設の整備を行う上で根拠となるものである。海岸管理者が地元市町と協議し、段階的な対策を行う。

①「避難時間の確保に必要な高さ」に対する整備

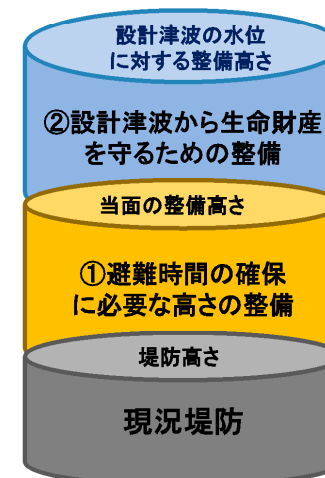
- ・現況堤防高で「避難時間の確保に必要な高さ」が不足する
ところは、施設の嵩上げの対策を進める。
- ・現況堤防高で「避難時間の確保に必要な高さ」を満足する
施設においては地盤沈下に対し、液状化対策等を進める。

②「設計津波の水位」に対する整備

- ・設計津波から生命・財産を守るための施設整備は、
管理者と地元市町が協議し、様々な工夫をしながら
対策を講じる。

<配慮事項>

- ・環境保全 ・周辺景観との調和 ・施工性 ・地域の特性 ・既設防護施設の状況
- ・維持管理の容易性 ・住民の意向 ・経済性 ・公衆の利用



- 内閣府から新たな津波断層モデルが示された場合には、必要に応じて整合を図る。

- 南海トラフの巨大地震が発生した時には、瞬時にどういった津波が襲来するのか判断はできない。「助かる命を助ける」ために「**率先避難行動**」を徹底する。

8.気候変動を踏まえた設計津波の水位の更新

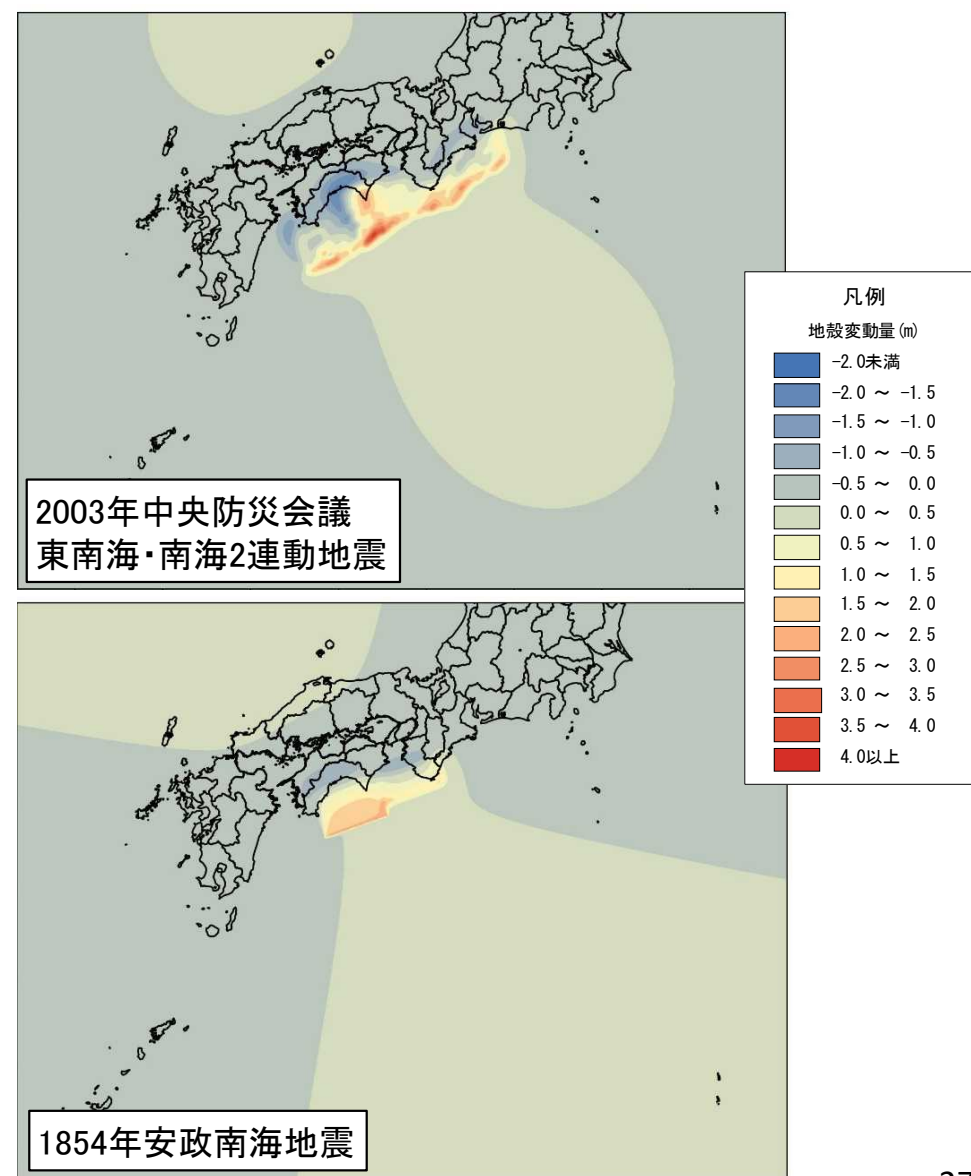
・ 8.1 検討条件

- 現行の設計津波で採用した2地震を対象に、初期潮位を2100年時点で想定される朔望平均満潮位(2℃上昇相当)に変更した解析を行った。

解析条件

項目	条件
支配方程式	非線形長波方程式
計算格子間隔	波源域から沿岸まで順にネスティング 2,430m→810m→270m→90m→30m→10m
海底地形条件	現況地形(H25.3公表時の条件に準拠)
計算時間	6時間(時間間隔:0.1秒)
堤防条件	防護ラインで壁立
初期潮位	気候変動後(2100年時点)の朔望平均満潮位 讃岐阿波沿岸 : T.P.+1.386m 紀伊水道西沿岸 : T.P.+1.231m 海部灘沿岸 : T.P.+1.264m ※2℃上昇シナリオ 第1回技術検討会設定値
対象津波	・2003年中央防災会議 東南海・南海2連動地震 ・1854年安政南海地震

※ 現行の設計津波の解析条件に対し、初期潮位のみを変更

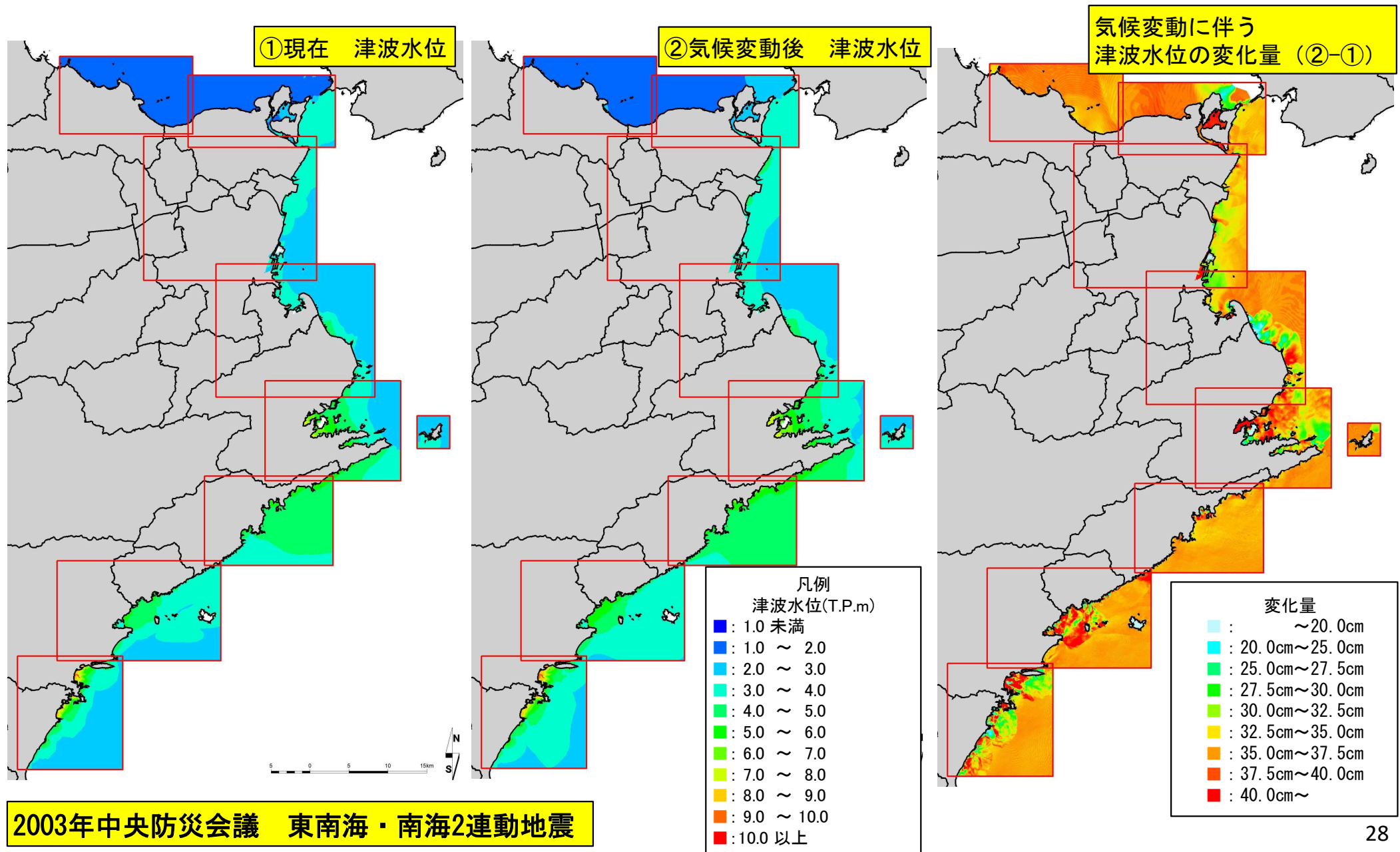


対象津波の地殻変動量

8.気候変動を踏まえた設計津波の水位の更新 2連動地震最大津波水位分布図(気候変動前後)

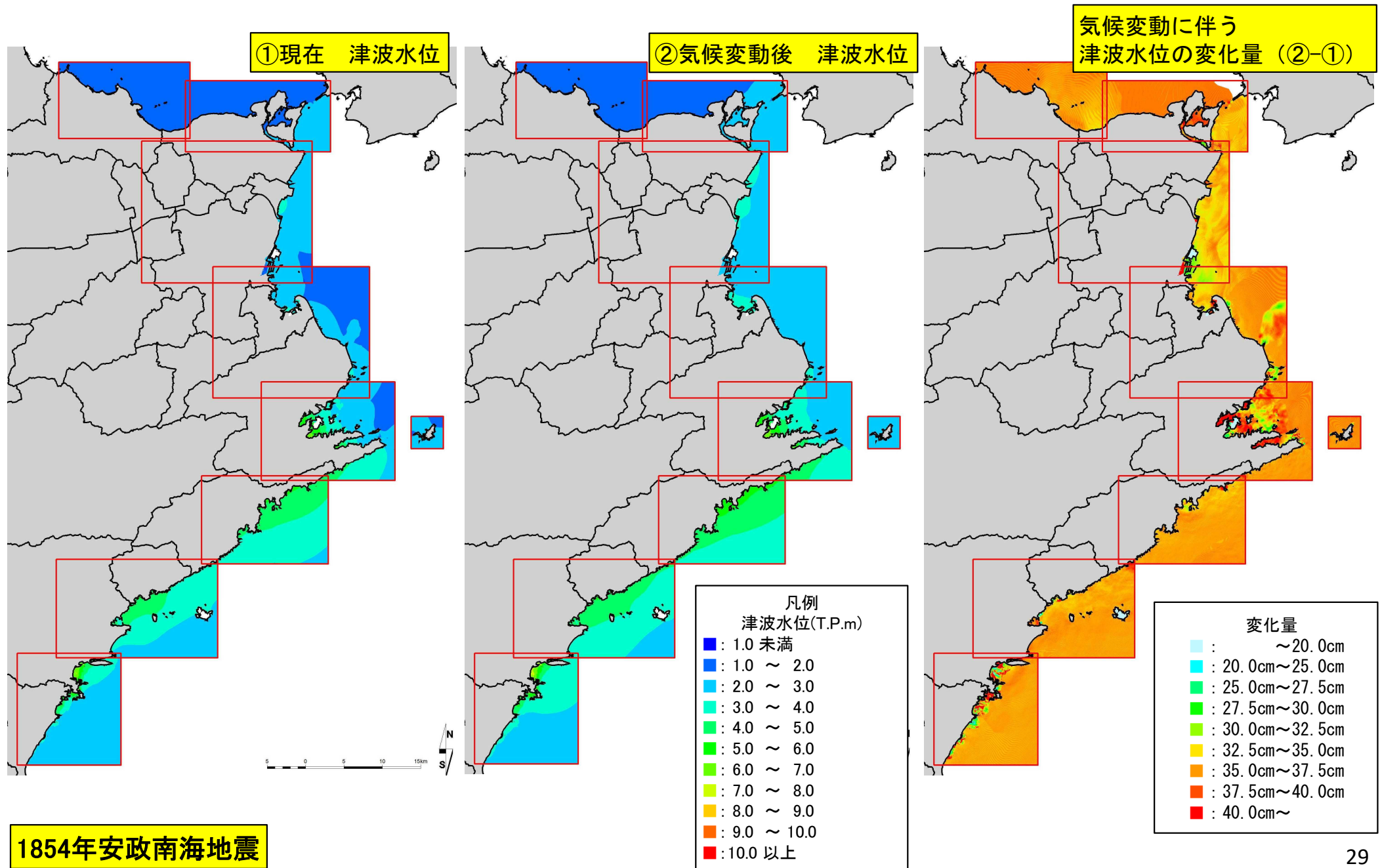
・ 8.2 気候変動による設計津波水位への影響

- 東南海・南海2連動地震を対象に、初期潮位を①現在(設計津波水位設定時点)、②気候変動後(2100年時点)とした場合の最大津波水位を比較した。



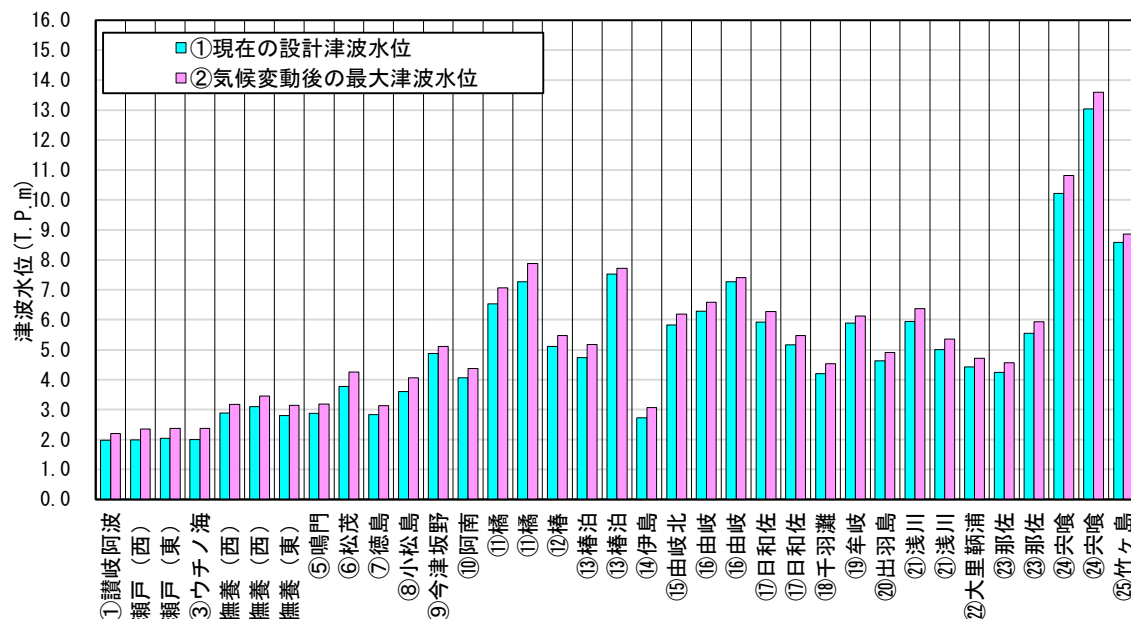
8. 気候変動を踏まえた設計津波の水位の更新 安政南海地震最大津波水位分布図(気候変動前後)

- 1854年安政南海地震を対象に、初期潮位を①現在(設計津波水位設定時点)、②気候変動後(2100年時点)とした場合の最大津波水位を比較した。

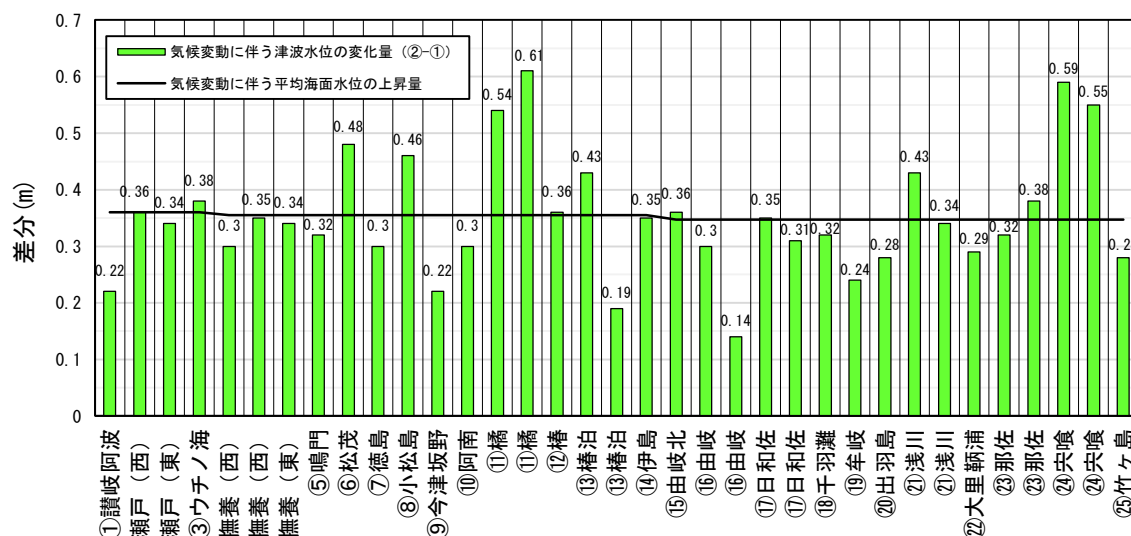


8.気候変動を踏まえた設計津波の水位の更新

➤ 気候変動によって平均海面の水位が上昇することにより、設計津波の水位は最大 61cm上昇(2100年時点)する。

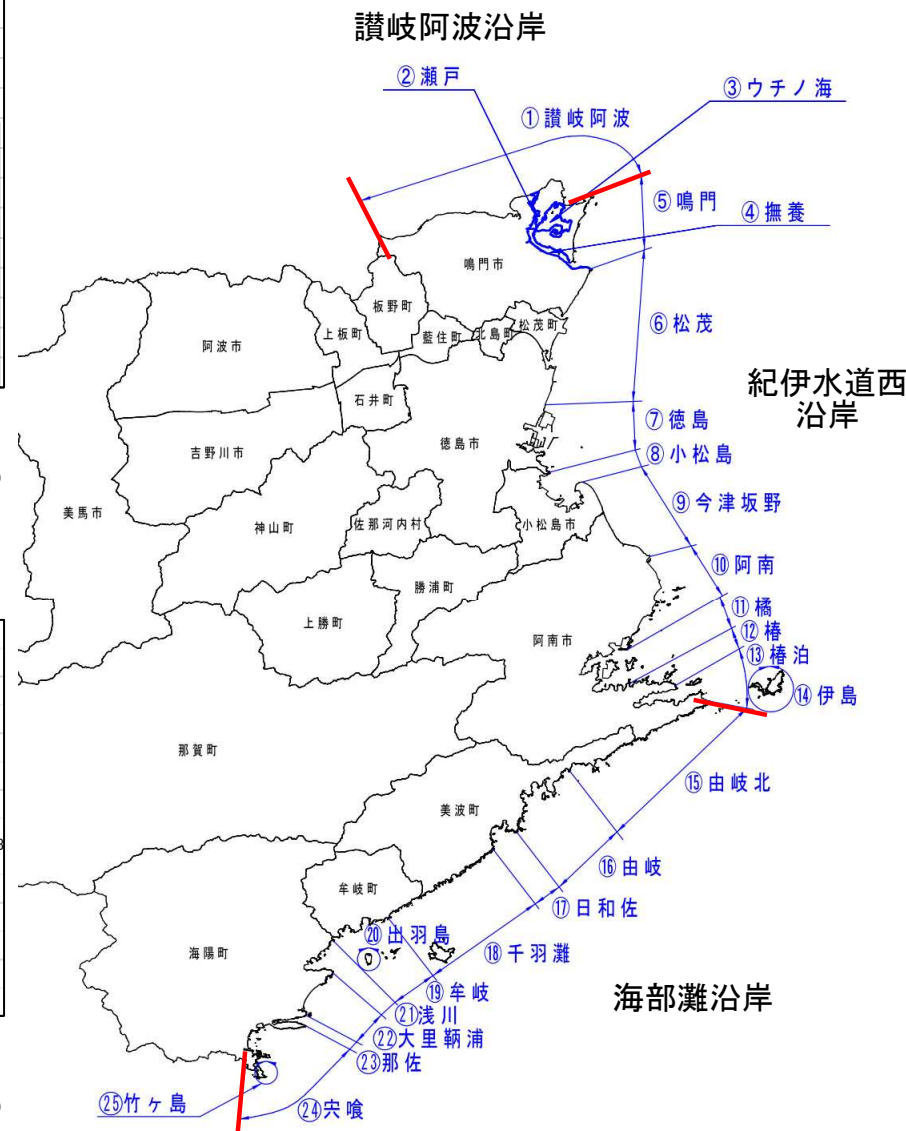


地域海岸津波水位最大箇所における津波水位(東南海・南海2連動地震)



気候変動による津波水位上昇量(東南海・南海2連動地震)

※地域海岸④⑪⑬⑯⑰⑲⑳㉑㉓㉔は設計津波の水位を複数設定

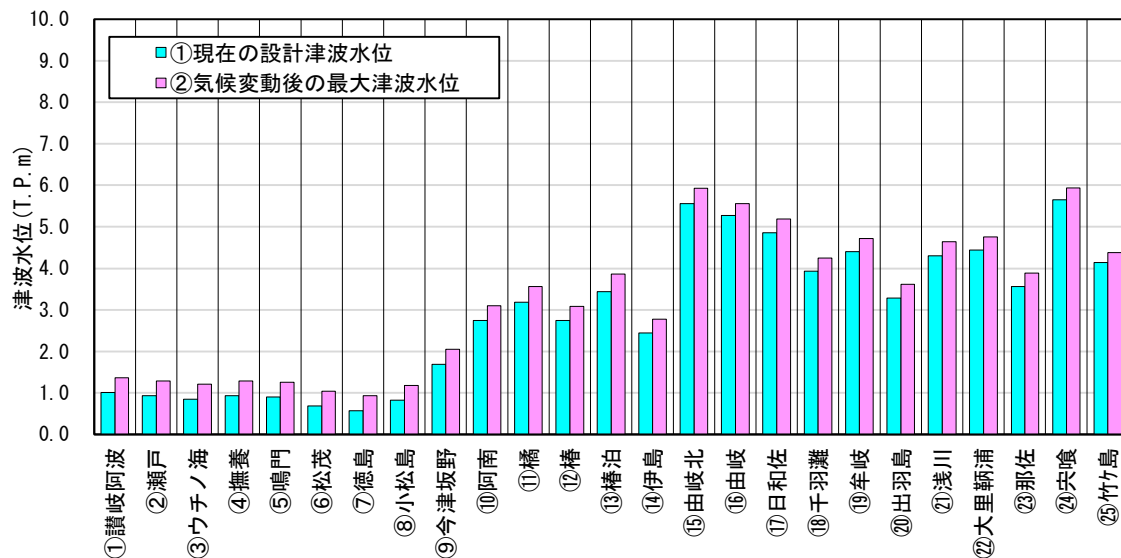


地域海岸位置図

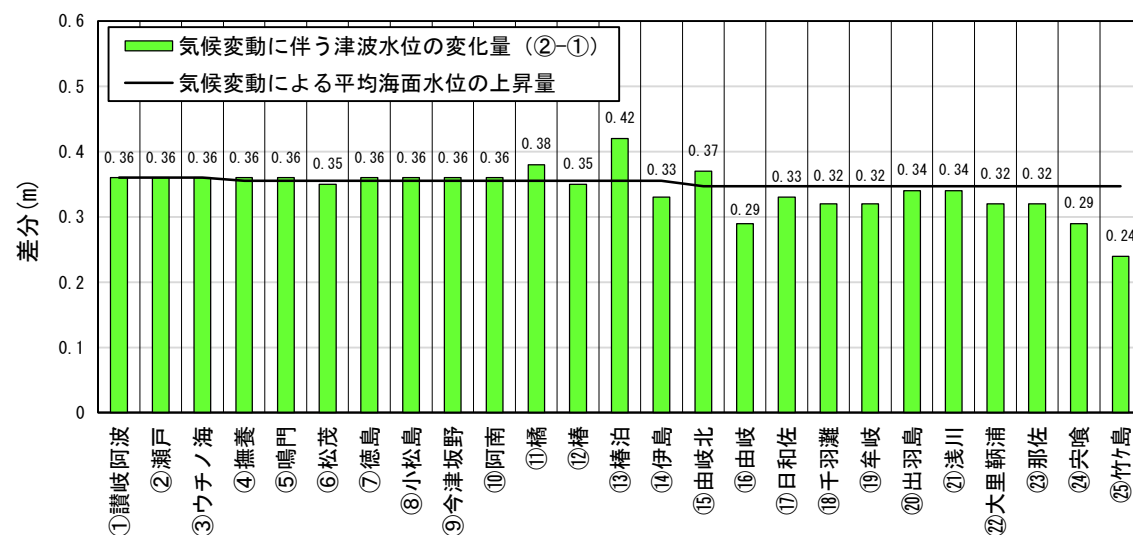
8.気候変動を踏まえた設計津波の水位の更新

- 気候変動によって平均海面の水位が上昇することにより、避難時間の確保に必要な高さ※は最大42cm上昇(2100年時点)する。

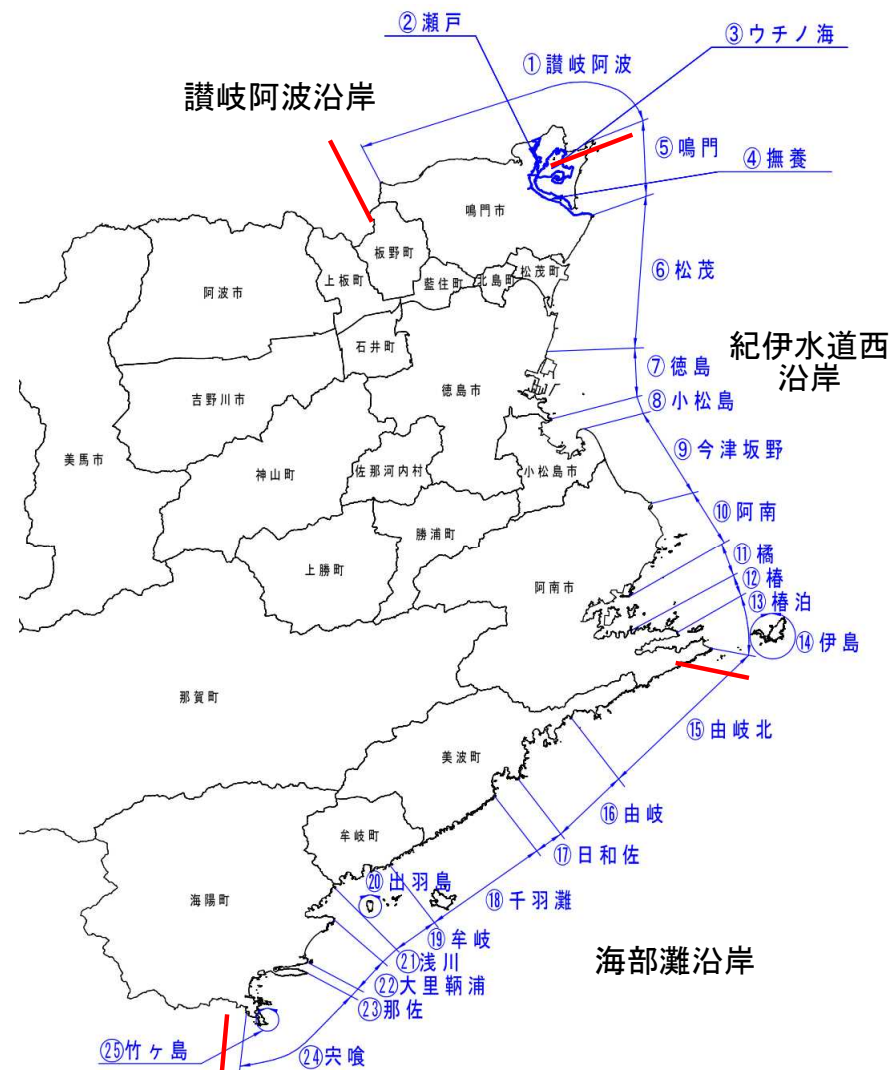
※ 現在は35分(避難準備20分+避難時間(徒歩)15分)であるが、今後、海岸保全基本計画の改定に併せ見直しを検討予定。



避難時間の確保に必要な津波高(東南海・南海2連動地震)



気候変動による津波水位上昇量(東南海・南海2連動地震)



地域海岸位置図

9. 気候変動を踏まえた津波外力の検討方針に関する総括(案)

(T.P.m)

地域海岸	現況堤防高	設計津波水位 (現行)	避難時間の確保に 必要な高さ※ (現行)	設計津波水位 (2100年)	避難時間の確保に 必要な高さ※ (2100年)
①讃岐阿波	1.5～5.4	2.0	1.1	2.2	1.4
②瀬戸	0.8～4.3	2.1	1.1	2.4	1.4
③ウチノ海	1.0～3.4	2.0	1.1	2.4	1.4
④撫養	1.1～4.9	2.9 (3.1)	1.0	3.2 (3.5)	1.3
⑤鳴門	3.3～6.7	2.9	0.9	3.2	1.3
⑥松茂	4.1～11.3	3.8	0.9	4.3	1.3
⑦徳島	3.7～6.3	2.9	0.9	3.2	1.3
⑧小松島	1.7～7.7	3.6	0.9	4.1	1.3
⑨今津坂野	3.0～7.9	4.9	1.7	5.1	2.1
⑩阿南	4.0～6.1	4.1	2.8	4.4	3.1
⑪橘	1.9～4.6	7.3 (6.5)	3.2	7.9 (7.1)	3.6
⑫椿	2.0～3.7	5.2	2.8	5.5	3.1
⑬椿泊	2.3～8.0	4.8 (7.6)	3.5	5.2 (7.8)	3.9
⑭伊島	6.1～9.5	2.8	2.5	3.1	2.8
⑮由岐北	3.3～8.7	5.9	5.6	6.2	6.0
⑯由岐	2.1～8.1	6.3 (7.3)	5.3	6.6 (7.5)	5.6
⑰日和佐	1.3～9.2	6.0 (5.2)	4.9	6.3 (5.5)	5.2
⑱千羽灘	2.7～5.7	4.3	4.0	4.6	4.3
⑲牟岐	1.7～7.0	5.9	4.4	6.2	4.8
⑳出羽島	4.4～7.6	4.7	3.3	5.0	3.7
㉑浅川	1.2～7.2	6.0 (5.0)	4.3	6.4 (5.4)	4.7
㉒大里鞆浦	1.7～10.0	4.5	4.5	4.8	4.8
㉓那佐	1.2～5.4	5.6 (4.3)	3.6	6.0 (4.6)	3.9
㉔穴喰	1.4～8.5	10.3 (13.1)	5.7	10.9 (13.6)	6.0
㉕竹ヶ島	1.7～9.0	8.6	4.2	8.9	4.4

※ 現在は35分(避難準備20分+避難時間(徒歩)15分)であるが、今後、海岸保全基本計画の改定に併せ見直しを検討予定。

➤ 津波水位の長期変化量の推算(2100年時点)

- 現行の設計津波の水位の検討で用いた津波群(2地震)を対象に、平均海面水位の上昇に伴う津波シミュレーションを実施し、気候変動後の津波水位を推算した。
- 気候変動によって平均海面の水位が約35cm上昇することにより、設計津波の水位は最大61cm上昇する。また、避難時間の確保に必要な高さは最大42cm上昇する。
- 地域海岸ごとに、沿岸分布の最大値より、気候変動後の設計津波水位、避難時間の確保に必要な高さを設定する。
- 海岸保全基本計画の改定に併せ、避難時間(35分)の見直しを検討する。

10. 海岸保全基本方針と海岸保全基本計画の考え方

- 「海岸保全基本方針(R2.11)」では、気候変動の影響に関する見込みの変化に応じて、海岸保全基本計画を点検し、適宜見直すとされている。
- 国の通知において、気候変動予測の不確実性や施設整備の効率性に留意して必要となる値等を決定することを基本としている。

○海岸保全基本方針（令和2年11月20日）

三 海岸保全基本計画の作成に関する基本的な事項のうち、 2. 留意すべき重要事項の抜粋

2 留意すべき重要事項

海岸保全基本計画を作成するに当たって留意すべき重要事項は次のとおりである。

(1) 関連計画との整合性の確保

国土の利用、開発及び保全に関する計画、環境保全に関する計画、国土強靱化に関する計画、地域計画等関連する計画との整合性を確保する。

(2) 関係行政機関との連携調整

海岸に係る行政機関と十分な連携と緊密な調整を図る。特に、地域のリスクについて、気候変動の影響による将来変化も含め、まちづくり関係者等と共有したうえで、連携や調整を図る。

(3) 地域住民の参画と情報公開

計画の策定段階で必要に応じ開催される公聴会等だけでなく、計画が実効的かつ効率的に執行できるよう、実施段階においても適宜地域住民の参画を得る。また、計画の策定段階から、計画の実現によりもたらされる防護、環境及び利用に関する状況について必要に応じ示す等、事業の透明性の向上を図るため、海岸に関する情報を広く公開する。

(4) 計画の見直し

地域の状況変化や社会経済状況の変化、気候変動の影響に関する見込みの変化等に応じ、計画の基本的事項及び海岸保全施設の整備内容等を点検し、適宜見直しを行う。

○海岸4省庁課長課長通知（令和3年8月2日）

気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の 設定方法について

第一 設計高潮位及び設計波の設定方法等

省令第2条第1号及び第2号に規定する設計高潮位及び設計波を今後、設定及び見直しするに当たっては、気候変動の影響による平均海面水位の上昇、台風の強大化等を考慮する必要がある。その際、対象とする外力の将来予測は、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言（令和2年7月）を踏まえ、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による第5次評価報告書第I作業部会報告書で用いられた代表的濃度経路（RCP）シナリオのうち、RCP2.6シナリオ（2℃上昇相当）における将来予測の平均的な値を前提とすることを基本とする。ただし、RCP2.6シナリオ（2℃上昇相当）における外力の変化にも予測の幅があること、また、2℃以上の気温上昇が生じる可能性も否定できないことから、RCP8.5シナリオ（4℃上昇相当）等のシナリオについては、地域の特性に応じた海岸保全における整備メニューの点検や減災対策を行うためのリスク評価、海岸保全施設の効率的な運用の検討、将来の施設改良を考慮した施設設計の工夫等の参考として活用するよう努めるものとする。

具体的な計画外力の検討に当たっては、気候変動予測には不確実性があること、また、関連した研究成果の更なる蓄積が期待されることなどを踏まえ、最新のデータ及び知見等をもとに検討するよう努め、設計高潮位及び設計波における気候変動の影響を勘案して必要と認められる値等については、海岸管理者が気候変動予測の不確実性や施設整備の効率性等に留意した上で必要と認められる値等を決定することを基本とする。

出典：海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針
（海岸保全基本方針）令和2年11月20日

10. 海岸保全基本方針と海岸保全基本計画の考え方

➤ 本県沿岸における海岸保全基本計画は、計画の対象期間を今後20年から30年間としている。

○本県沿岸海岸保全基本計画（3沿岸共通）（令和2年9月改定） 計画策定方針

<徳島県における計画策定方針>

●「本基本計画」では、海岸法に従い、計画の対象範囲を以下のように定めるが、近い将来に海岸保全区域に指定される予定の海岸については対象範囲に含むこととした。また、自然的・社会条件等の変化により、今後さらに対象範囲が拡大する可能性もある。

○海岸保全施設整備の整備に関する事項：「海岸保全区域」を対象

○その他、海岸の管理に関する事項：「海岸保全区域」及び「一般公共海岸区域」を対象

●「本基本計画」の内容は、改正海岸法に定められている「定めるべき基本的な事項」に加え、沿岸・地域（ゾーン）・各海岸（海岸保全区域及び保全すべき区域の全ての海岸）毎に、目指すべき方向性・海岸保全への取組み方針についても定めるものとする。

●「本基本計画」は、住民・各種団体・行政が一体となって「美しく、安全で、いきいきした海岸」づくりを進めていくための指針となるもので、計画策定後、各沿岸・各地域・各海岸毎に地元住民・関係市町・県等が協力し、目指すべき方向に向け、取組みを推進していくものである。

●海岸事業※を導入していく必要のある海岸を「整備対象海岸」として抽出する。

したがって、優れた自然環境を有し、かつ、背後地の重要度が極めて低いことから手を加えない海岸や維持補修等で対応できる海岸については「整備対象海岸」の対象外とする。

※海岸事業：高潮対策事業、侵食対策事業、海岸耐震対策緊急事業、海岸堤防等老朽化対策緊急事業、津波・高潮危機管理対策緊急事業、海岸環境整備事業、海域浄化整備事業 等

●抽出した「整備対象海岸」毎に整備計画を策定するが、今後の事業着手に伴う詳細検討（調査・計画・設計）における整備の方向性を示すものとする。

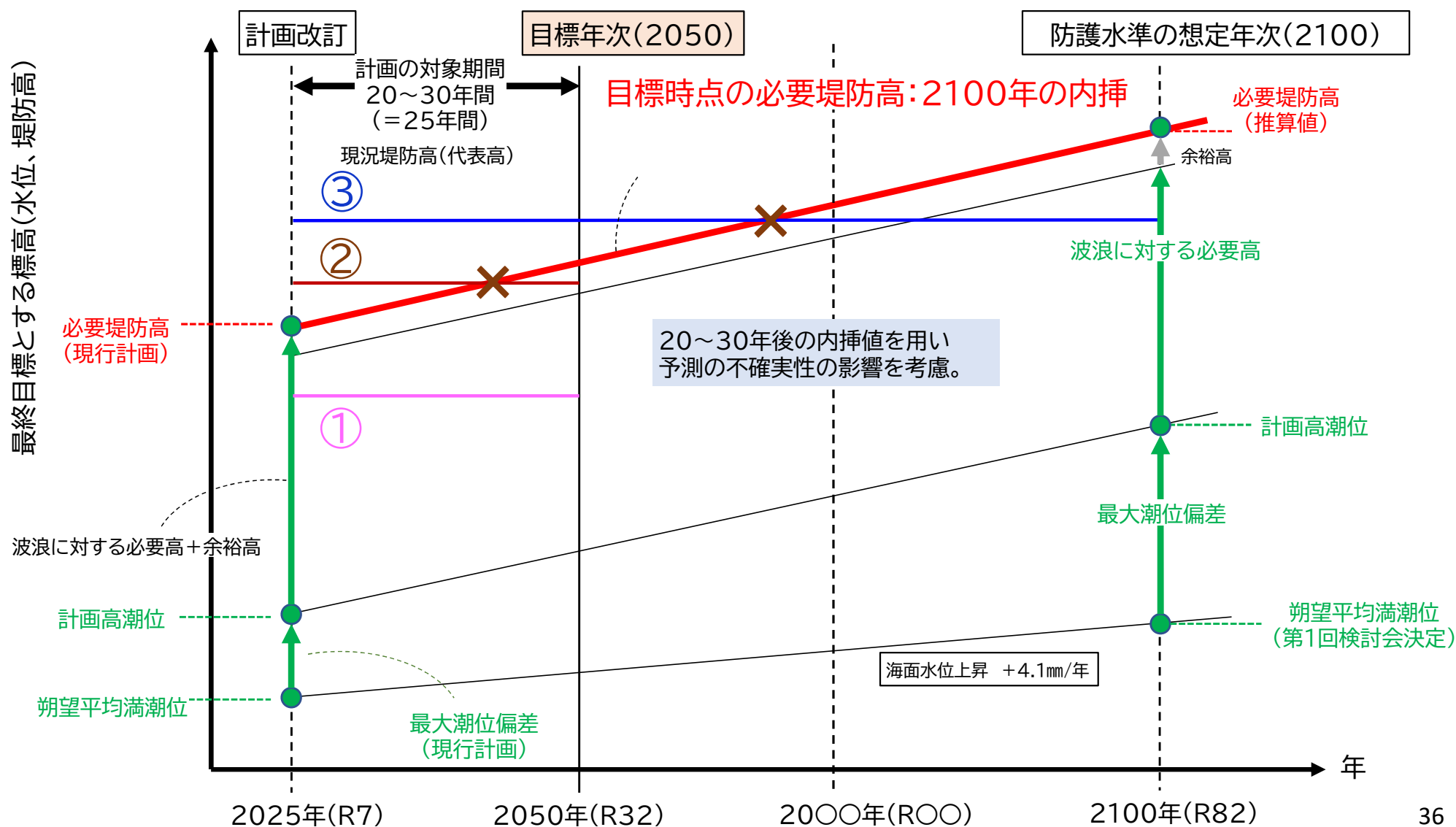
具体的な施設規模、構造及び工法等については、詳細設計段階にて検討し、地元説明会等を経て決定していくこととする。

●「本基本計画」の対象期間は、今後20年から30年間とする。

なお、自然的・社会的状況の変化などにより必要に応じて見直しを行うものとする。

11. 計画目標年次と整備の考え方(案)

- 現行計画では、海岸保全基本計画の対象期間を『計画改定からおおむね20～30年後』と定義している。今回の改定計画においても、改定を令和7年(2025年)として、20～30年後に相当する2050年を目標年次とする。
- 対象海岸毎に、計画改定時の必要堤防高とd4PDF等に基づく推算から得られた防護水準(2100年時点)の内挿により、目標年次で満たすべき整備水準を設定。
- 今後、海岸保全基本計画を改定し、現況で必要堤防高を満足しない海岸(①)及び目標年次までに堤防高が不足する海岸(②)を対象に整備を実施していく。



11. 計画目標年次と整備の考え方(案)

- 対象海岸毎に、現行の設計津波の水位と将来(2100年)の朔望平均満潮位を初期水位とする設計津波の水位の内挿により、目標時点の必要堤防高を算定。
- 地震時の液状化に伴う沈下後の堤防高を対象に、設計津波の水位と比較を行う。
- 高潮対策と同様、今後、海岸保全基本計画を改定し、現況で必要堤防高を満足しない海岸(①)及び目標時点までに堤防高が不足する海岸(②)を対象に整備を実施していく。
- 海岸保全基本計画の改定には、避難時間(35分)の見直しを検討する。

