

但馬沿岸 計画外力及び防護水準の設定

令和7年2月10日

兵庫県

目次

1. 検討スケジュール	p. 1
2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要	p. 2
3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）	p. 6
4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）	p. 9
5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）	p.14
6. 将来気候における津波伝播計算（案）	p.25
7. 計画天端高の設定（案）	p.27
8. 審議事項一覧（案）	p.31



1. 検討スケジュール

■ 委員会・部会における検討内容およびスケジュールは以下の通り

■ 本部会（第2回）では計画外力・防護水準の設定について審議

開催時期		委員会		部会	
R6年度	10/29	第1回	【全沿岸】 ・ 海岸保全基本計画とは ・ 現行の海岸保全基本計画の概要 ・ 海岸保全基本計画変更の背景 ・ 検討スケジュール案	第1回	【但馬】 ・ 計画外力の方針整理（案） ・ 計画天端高の設定方針（案）
	2/10	—	—	第2回	【但馬】 ・ 計画外力および防護水準の設定（案）
R7年度	5月	—	—	第3回	—
	6, 7月	第2回	【但馬】 ・ 部会の検討結果の報告 ・ 海岸保全基本計画変更素案の提示	第4回	【但馬】 ・ 計画諸元（計画天端高等）の設定（案） ・ 防護すべき整備対象区域の設定（案）
	9, 10月	第3回	—	第5回	—
	1月	第4回	【全沿岸】 ・ 海岸保全基本計画変更（案）の提示	—	—

兵庫県海岸保全基本計画変更		令和6年度						令和7年度											
		第3四半期			第4四半期			第1四半期			第2四半期			第3四半期			第4四半期		
		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
委員会		●									●						●		
		全沿岸									但馬						全沿岸		
部会		●				●					●						↑		
		但馬				但馬					全沿岸								
但馬	計画外力の方針整理	■				■					■								
	計画外力の検討	■	■	■	■	■					■								
	防護水準の検討	■	■	■	■	■					■								
	計画諸元の設定	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	海岸保全基本計画変更	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

パブコメ

2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要

■ 第1回部会では、気候変動後の高潮・波浪推算および津波伝播計算の検討方針を決定

■ 計画外力の設定方針は下表の通り

		本検討	現行計画値	備考
前提条件	気候変動シナリオ	2℃上昇シナリオ※	—	通達「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等について」（令和3年8月2日）に準拠
	目標年次	21世紀末（2100年時点）	—	「日本の気候変動2020」における気候変動の想定時期が21世紀末であるため2100年時点を目次とした
検討条件	朔望平均満潮位（台風期）	T.P.+0.70m	—	最新の潮位観測データを用いて更新
	海面上昇量	0.4m	—	「日本の気候変動2020」より設定 4℃上昇シナリオ：0.7m
	対象擾乱	伊勢湾台風（T5915） 平成30年台風21号（T1821） 平成29年台風21号（T1721） 第二室戸台風（T6118）	—	過去の記録上、最も高潮偏差が大きかった台風（津居山検潮所における円山川河川水位の影響を補正）および最も波高が大きかった台風を選定
	計画偏差	高潮推算を実施して検討	—	現行計画値：既往最高潮位（伊勢湾台風時の潮位）
	沖波波高	波浪推算を実施して検討	11.03m（浜坂漁港）	現行計画値は、令和3年度に第3世代波浪推算モデルによる波浪推算・極値統計解析を実施して50年確率波を設定
	津波水位	津波浸水SIMを実施して検討	T.P.+2.6m ～T.P.+3.6m	気候変動による海面上昇量を考慮（2℃上昇シナリオ：0.4m）

※2℃上昇シナリオ（RCP2.6）における海面・気温の上昇の想定：

- ・海面上昇は、2100年頃まで継続的に生じる想定
- ・気温上昇は、2050年頃にピークとなり、その後は上昇が抑えられる想定

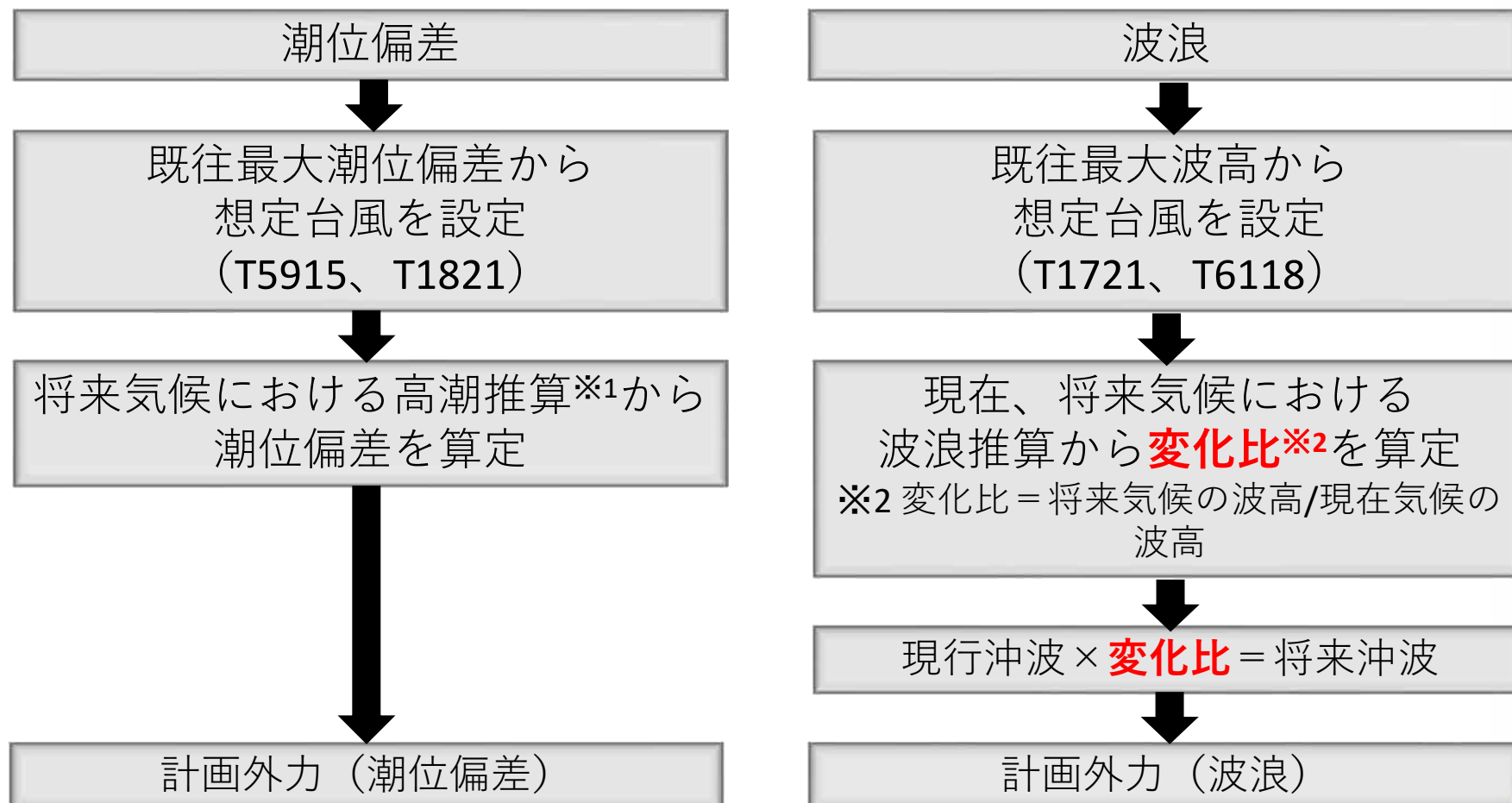
⇒気温の上昇に応じて台風が強大化することで、高潮や高波も2050年頃にピークとなることに留意する必要がある

2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要

2. 1 高潮・波浪計画外力の設定方針

■ 将来気候における計画外力【潮位偏差】は、既往最大潮位偏差から設定した想定台風による高潮推算を実施し、推算結果により得られた潮位偏差を基に設定

■ 将来気候における計画外力【波浪】は、既往最大波高から設定した想定台風による波浪推算を実施し、現在と将来の変化比を現行の設計沖波（確率波高）に乗じて設定



※1 経路平行移動ケースを考慮した高潮推算

2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要

2. 2 想定台風の設定【高潮】

■ 高潮推算の想定台風は、但馬沿岸で顕著な高潮が発生した擾乱のうち、河川水位の影響を補正した既往最高偏差1位の「T5915（伊勢湾台風）」および河川水位の影響がない「T1821（平成30年台風21号）」を設定

表 但馬沿岸（津居山検潮所1958～2023）の潮位偏差記録

順位	偏差 (補正值) (cm)	補正前 順位	偏差 (観測値) (cm)	発生年月日時					主な気象要因	河川氾濫の 影響
				年	月	日	時	分		
1	47	2	79	1959	9	26	-	-	T5915（伊勢湾台風）	影響あり
2	41	5	41	2018	9	4	15	12	T1821（平成30年台風21号）	
3	39	4	43	2020	9	4	7	44	T2009	影響あり
4	38	8	38	2019	10	4	6	21	T1918	
5	37	9	37	2004	9	7	17	0	T0418	
6	37	10	37	2018	10	7	9	51	T1825	
-	34	1	126	2004	10	20	21	0	T0423	影響あり
-	24	7	39	2013	9	16	8	0	T1318	影響あり
-	24	3	55	2017	10	23	3	44	T1721	影響あり
-	23	6	40	2018	9	30	22	51	T1824	影響あり

※河川水位の影響のある擾乱については、既往論文や舞鶴検潮所との相関関係から推定した値を補正值として再整理

2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要

2. 2 想定台風の設定【波浪】

■ 波浪推算の想定台風は、但馬沿岸で顕著な高波が発生した擾乱のうち、NOWPHAS柴山で既往最大波高を記録した「T1721（平成29年台風21号）」を設定

※ 高潮推算の想定台風は波高が小さく（T1821: $H_{1/3}=2.2\text{m}$ 、T5915: $H_{1/3}=6.2\text{m}$ ）、設計外力としての確率評価が小さいため、波浪推算の想定台風は別の擾乱を設定

■ 「T1721（平成29年台風21号）」による高波（ $H_{1/3}=7.94\text{m}$ ）は、10年確率相当であり、現行設計波の再現期間（50年確率）に比べ小さいため、「T6118（第二室戸台風）」（ $H_{1/3}=9.81\text{m}$ ；約100年確率相当）についても想定台風として設定

表 但馬沿岸（NOWPHAS柴山1996～2022；連続開始2007）の高波記録

順位	発生年月日時				波高		発生要因	気圧 (hPa)
	年	月	日	時	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (s)		
1	2017	10	23	5	7.94	11.7	T1721号 (平成29年台風21号)	925
2	2013	10	16	5	7.30	11.0	T1326号	950
3	2019	10	13	0	7.23	12.1	T1919号	945
4	2022	9	20	3	7.21	11.6	T2214号	930
5	2012	4	4	5	7.13	13.3	低気圧	—
6	2008	2	24	3	6.88	10.6	冬型気圧配置	—
7	2014	10	14	1	6.81	10.5	T1419号	970
8	2005	12	6	12	6.77	11.5	冬型気圧配置	—
9	2000	2	9	2	6.71	11.5	低気圧	—
10	2016	1	20	6	6.65	11.9	冬型気圧配置	—

※ 気圧は北緯30° 周辺から日本上陸または最接近時における最低中心気圧

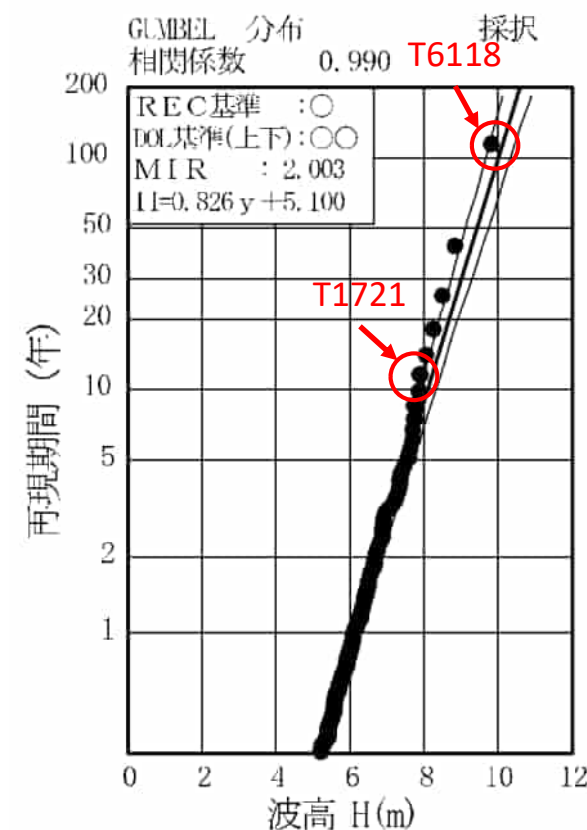


図 極値統計解析結果
(柴山No46、1955～2018)

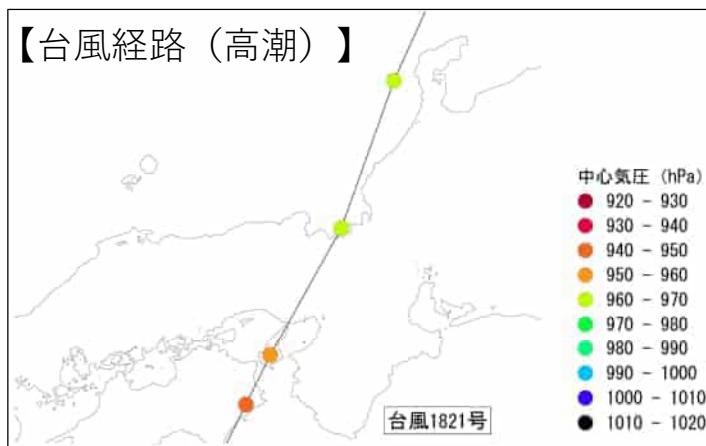
3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）

3. 1 再現計算の条件

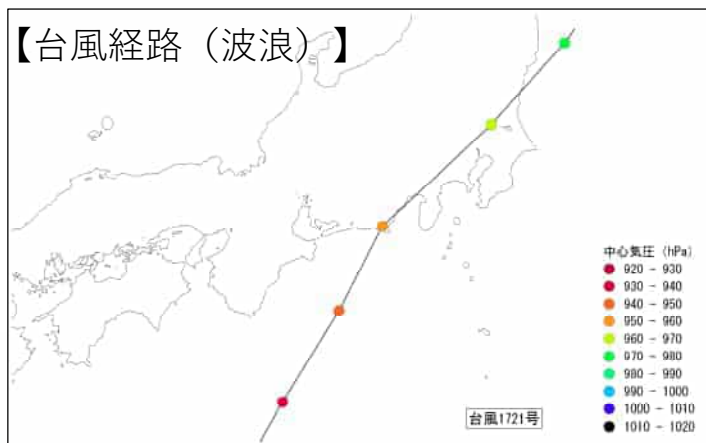
■ 再現計算は、高潮についてはT1821（平成30年台風21号）、波浪についてはT1721（平成29年台風21号）を対象に実施

■ 台風パラメータの中心気圧は、実測値を使用し、風速の換算係数Cを変化させて検討を実施（下表参照）

【台風経路（高潮）】



【台風経路（波浪）】



項目		計算条件
気象	検討擾乱	【高潮】 T1821（平成30年台風21号） 【波浪】 T1721（平成29年台風21号）
	推算手法	Myersモデル
	中心気圧	実測値
	移動経路	実測値
	最大風速半径	・ 国総研モデル（平成30年台風21号） ・ 実測値（平成29年台風21号）
	風速の換算係数	0.60～0.70（0.025刻み）
	風の吹込み角	30°
	超傾度風	考慮しない
潮位	潮位条件	T.P.+0.50m
波浪	推算手法	SWAN ver.41.10
	発達項（Sin）	Janssen
	海面抵抗係数	二次式
	白波砕波による減衰項（Sds, wcap）	Alves and Banner
	白波砕波による減衰係数	5.0e-5
	飽和度の閾値	1.75e-3
	周波数解像度	0.04118 ≤ f ≤ 1.0521 （35分割）
	方向解像度	5°（72分割）
高潮	計算時間間隔	30s（最小領域）
	推算手法	非線形長波方程式
	海面抵抗係数	二次式
	計算時間間隔	0.5s（最小領域）
	粗度係数	0.025

3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）

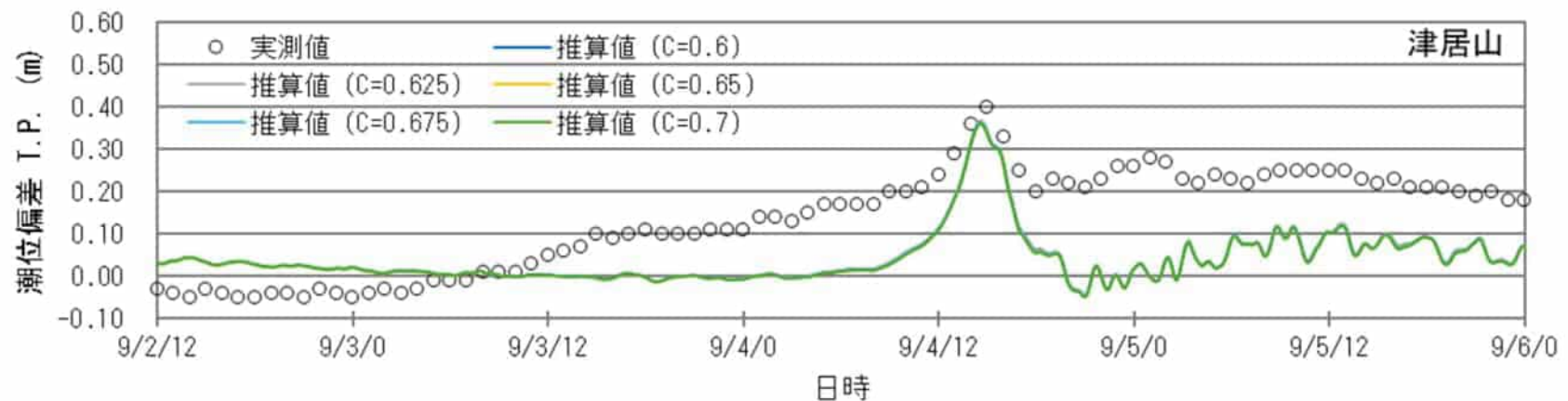
3. 2 再現計算結果【高潮】

■ T1821（平成30年台風21号）の高潮推算再現計算は、風速の換算係数Cがいずれのケースにおいてもほぼ同じ

【観測位置】



【T1821（平成30年台風21号）】



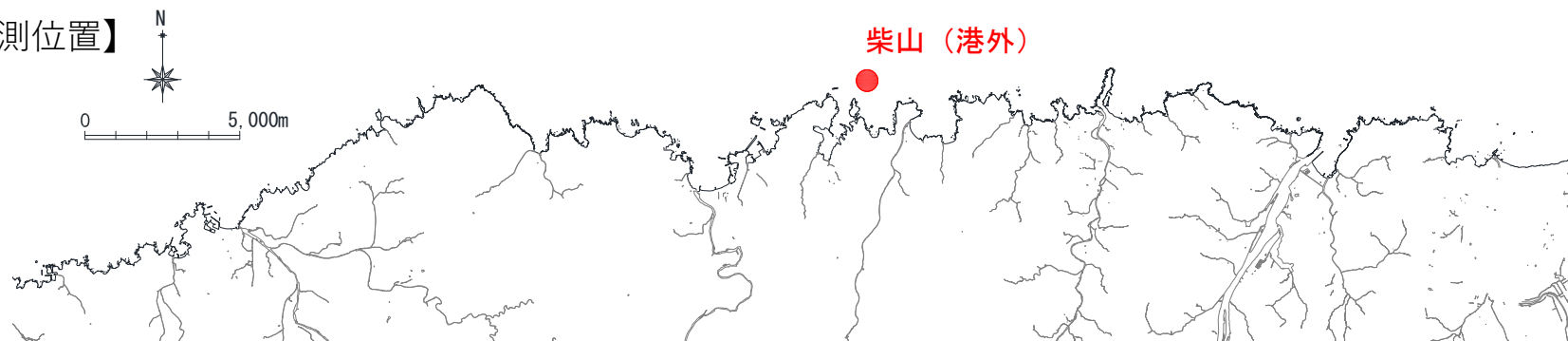
3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）

3. 2 再現計算結果【波浪】

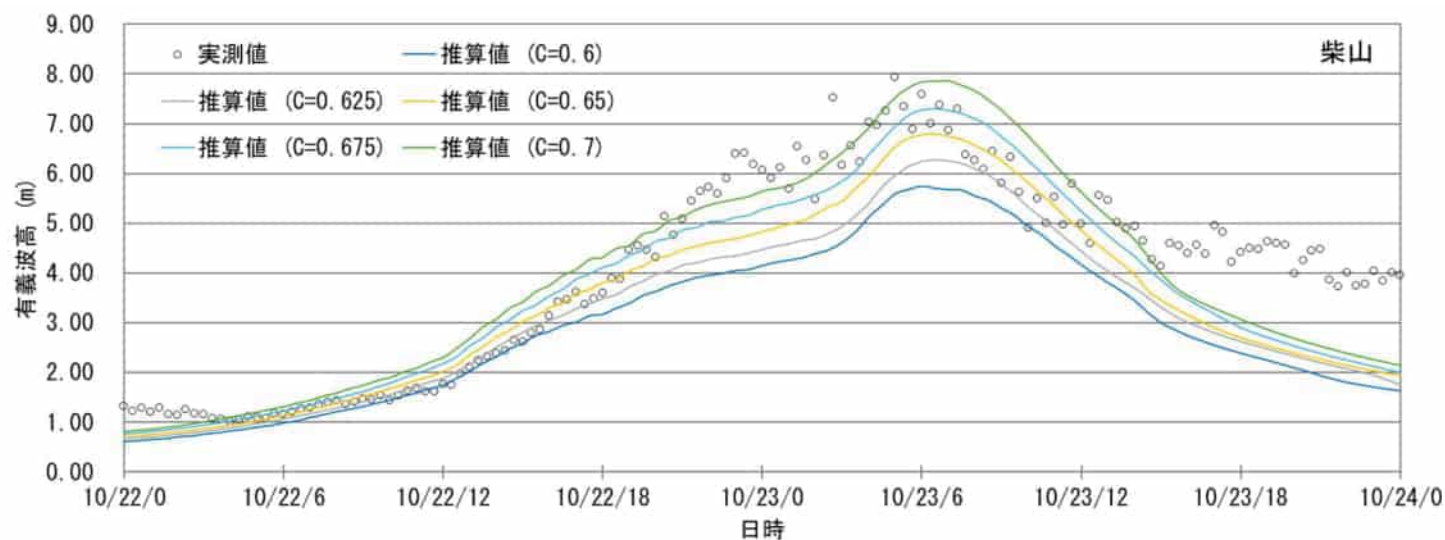
■ T1721（平成29年台風21号）の波浪推算再現計算は、風速の換算係数Cを0.70とした場合にピーク値の再現性が高い

■ そのため、風速の換算係数Cは波浪推算で再現性が高い0.70を採用

【観測位置】



【T1721（平成29年台風21号）】



4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

4. 1 計算条件

■ 検討対象擾乱は以下のとおり（第1回部会における決定事項に追加）

<高潮> ケース1：T5915（伊勢湾台風）×経路平行移動ケース

ケース2：T1821（平成30年台風21号）×経路平行移動ケース

<波浪> ケース3：T1721（平成29年台風21号）

ケース4：T6118（第二室戸台風）

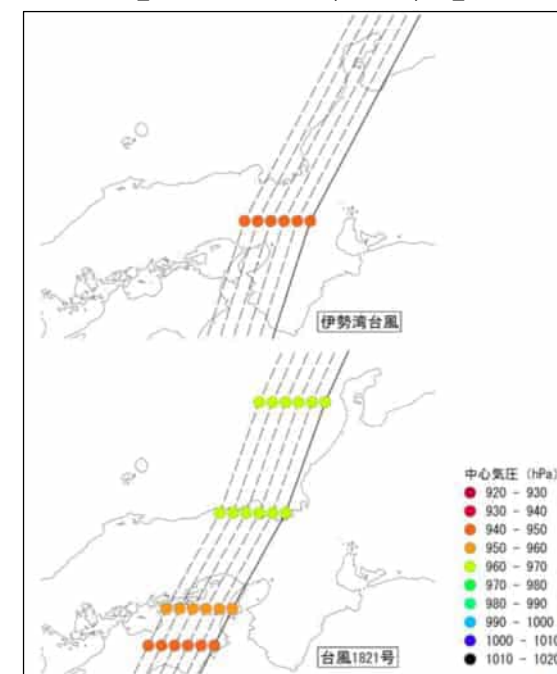
気圧場：経験的台風モデル（M y e r s の式）

風場：傾度風と移動風をベクトル合成

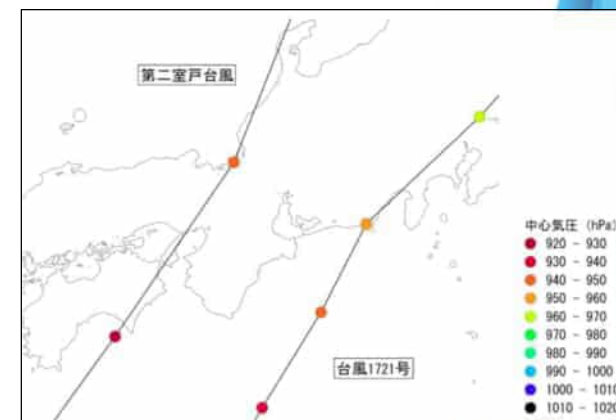
高潮推算：非線形長波理論式

波浪推算：第三世代波浪推算モデル S W A N

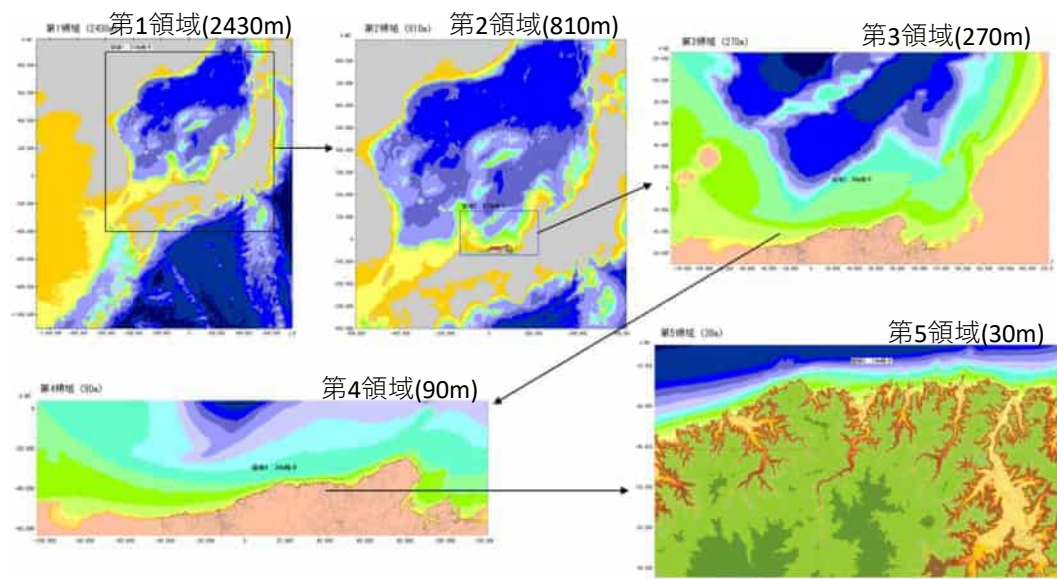
【台風経路（高潮）】



【台風経路（波浪）】



【計算範囲】



4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

4. 1 計算条件

■ 前頁の4ケースの想定台風を検討

■ 4ケースについて現在気候の高潮・波浪推算及び将来気候（2℃上昇・4℃上昇）の高潮・波浪推算を実施

項目		現在気候	2℃上昇	4℃上昇
気象	対象擾乱	【高潮】 T5915（伊勢湾台風）、T1821（平成30年台風21号） 【波浪】 T1721（平成29年台風21号）、T6118（第二室戸台風）		
	推算手法	Myersモデル		
	中心気圧	T5915（伊勢湾台風）：実績値 T1821（平成30年台風21号）：実績値 T1721（平成29年台風21号）：実績値 T6118（第二室戸台風）：実績値	実績値 × 将来変化率	実績値 × 将来変化率
	移動経路	【高潮】 T5915（伊勢湾台風）：実績値、西20km移動～西100km移動（20kmごと） T1821（平成30年台風21号）：実績値、西20km移動～西100km移動（20kmごと） 【波浪】 T1721（平成29年台風21号）：実績値 T6118（第二室戸台風）：実績値		
	最大風速半径	国総研モデル		
	風速の換算係数	0.70		
	風の吹込み角	30°		
	超傾度風	考慮しない		
潮位	潮位条件	T.P.+0.70m	T.P.+1.10m	T.P.+1.40m
波浪	推算手法	SWAN ver.41.10		
	発達項（Sin）	Janssen		
	海面抵抗係数	二次式		
	白波砕波による減衰項（Sds, wcap）	Alves and Banner		
	白波砕波による減衰係数	5.0e-5		
	飽和度の閾値	1.75e-3		
	周波数解像度	0.04118 ≤ f ≤ 1.0521（35分割）		
	方向解像度	5°（72分割）		
	計算時間間隔	30s（最小領域）		
高潮	推算手法	非線形長波方程式		
	海面抵抗係数	二次式		
	計算時間間隔	0.5s（最小領域）		
	粗度係数	0.025		

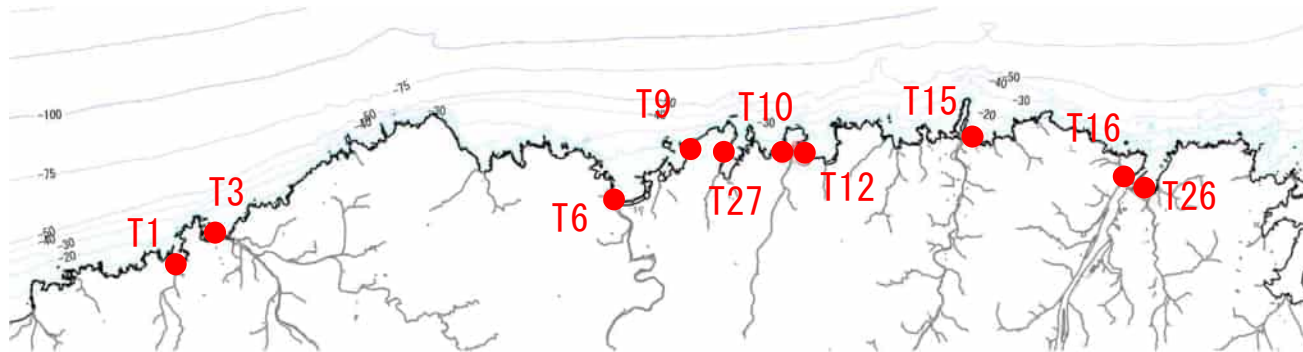
4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

4. 1 計算条件

■ 潮位偏差の抽出地点は、但馬沿岸の海岸保全施設の前面を網羅するように設定

■ 波高の抽出地点は、但馬沿岸で設定されている準沖波地点を設定

【潮位偏差抽出地点】



項目	地点名
T1	諸寄漁港海岸
T3	浜坂漁港海岸
T6	香住漁港海岸
T9	香住漁港海岸
T27	柴山港海岸
T10	無南垣海岸
T11	訓谷海岸
T12	訓谷海岸
T13	訓谷海岸
T15	竹野海岸
T16	津居山港海岸
T26	津居山港海岸

【準沖波推算地点】



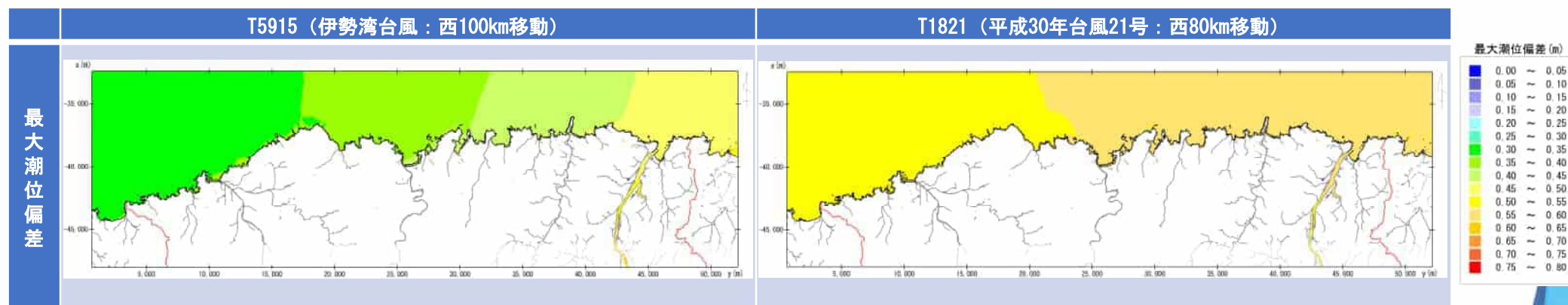
準沖波 推算地点 No.	準沖波抽出地点		抽出地点の 水深 (D. L. m)
	緯度	経度	
42	35. 703125	134. 859375	90
43	35. 703125	134. 796875	93
44	35. 703125	134. 765625	92
45	35. 703125	134. 734375	102
46	35. 703125	134. 703125	107
47	35. 671875	134. 640625	51
48	35. 703125	134. 578125	111
49	35. 671875	134. 515625	58
51	35. 640625	134. 421875	48
52	35. 640625	134. 390625	65

4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

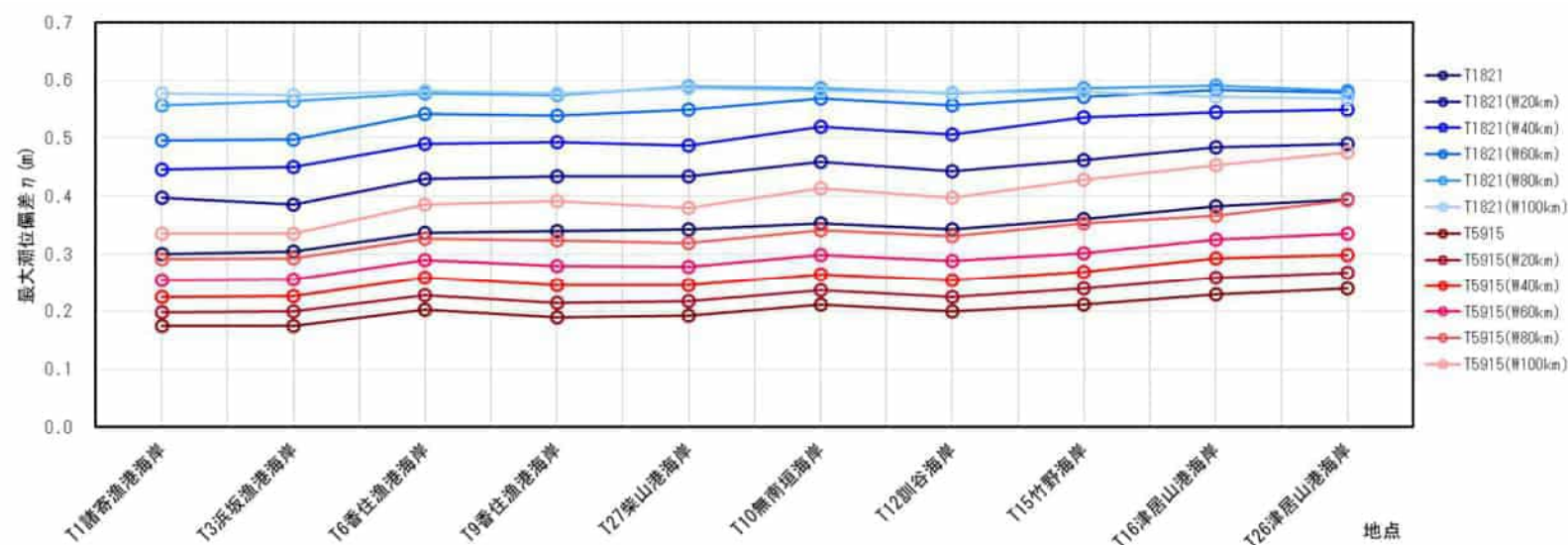
4. 2 推算結果【高潮】

■ T5915（伊勢湾台風）とT1821（平成30年台風21号）について現在気候における高潮推算を実施

■ 最大潮位偏差が最も大きかったのはT1821（平成30年台風21号）を西に80km平行移動したケース（各地点の平均最大潮位偏差：0.58m）



【最大潮位偏差】

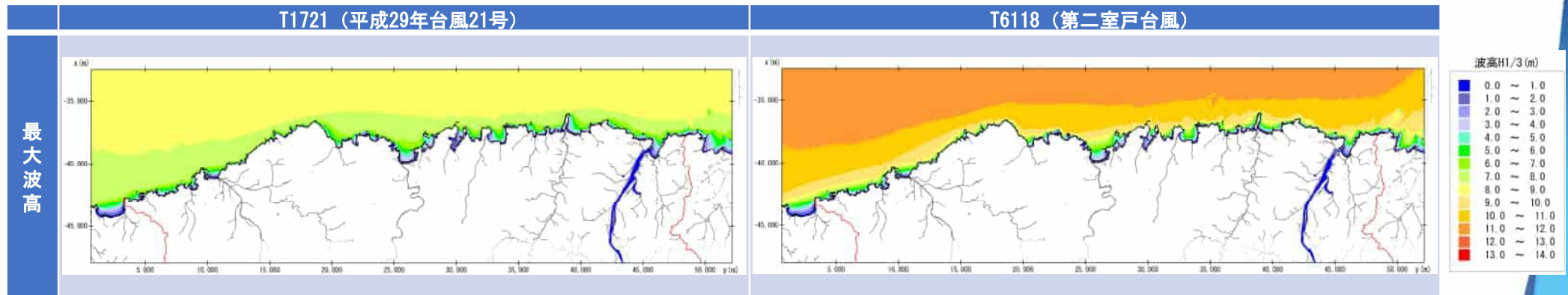


4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

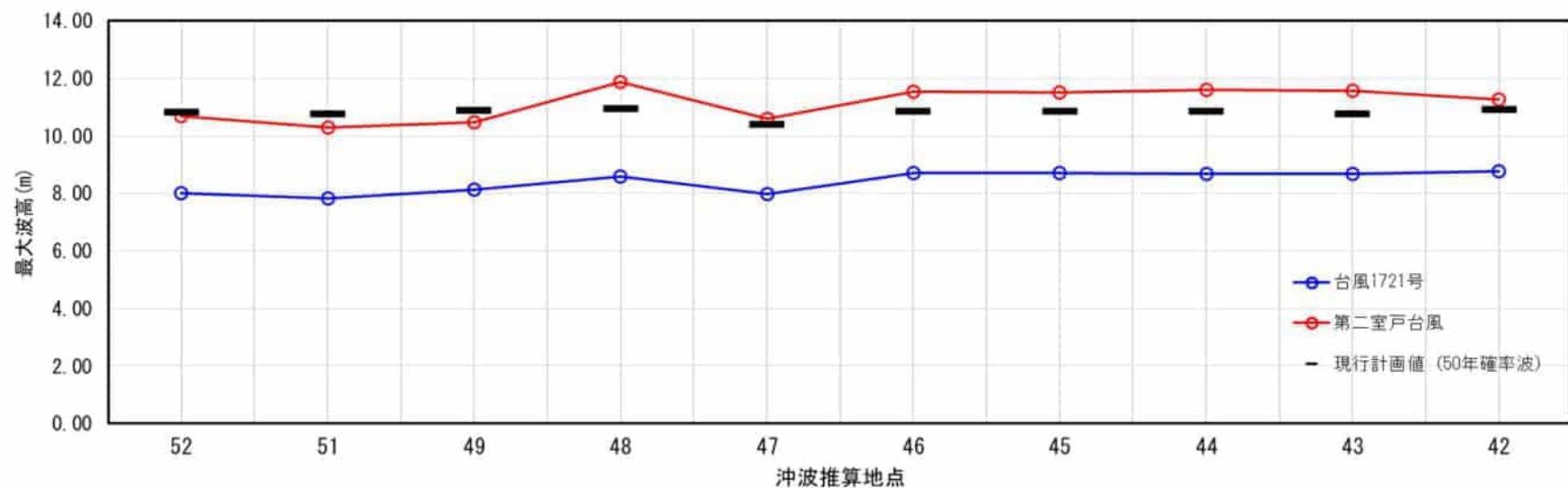
4. 2 推算結果【波浪】

■ T1721（平成29年台風21号）とT6118（第二室戸台風）について現在気候における波浪推算を実施

■ 各地点の有義波高はT1721（平成29年台風21号）で平均8.4m、T6118（第二室戸台風）で平均11.1m



【最大波高】



5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

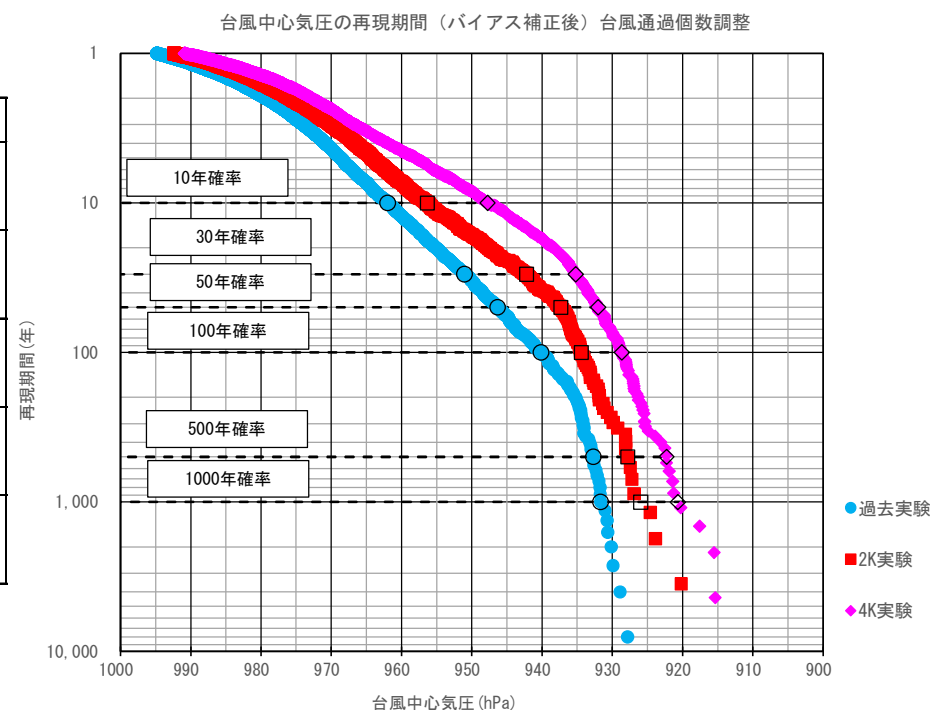
5. 1 将来気候における台風を中心気圧

■ 台風強大化に伴う中心気圧の低下を考慮して気候変動後の高潮・波浪推算を実施。中心気圧の変化は、d4PDFアンサンブルデータを用いて設定

- ① 気象庁ベストトラックデータより想定台風の上陸時中心気圧（現在気候）に相当する出現確率を把握
- ② d4PDFアンサンブルデータベースセットを用いた極値統計解析結果より、現在気候・将来気候における想定台風（ケース1～4）の中心気圧を把握
- ③ 現在気候と将来気候の中心示度の比率を算定
- ④ 想定台風の中心示度（現在気候）に③の気圧の比率を乗じて気候変動後の中心気圧を設定

表－将来気候の想定台風の中心気圧

	気象庁BT		過去実験	2°C上昇		4°C上昇	
	中心気圧 (hPa)	再現期間 (年)	中心気圧 (hPa)	中心気圧 (hPa)	変化比	中心気圧 (hPa)	変化比
台風5915号 (伊勢湾台風)	944.2	96.5	940.6	934.5	1.084	928.8	1.163
台風1821号	965.0	10.7	961.3	955.8	1.106	946.4	1.288
台風1721号	970.0	5.8	967.3	962.5	1.106	955.9	1.251
台風6118号 (第二室戸台風)	940.0	193.0	935.4	931.9	1.046	926.5	1.115



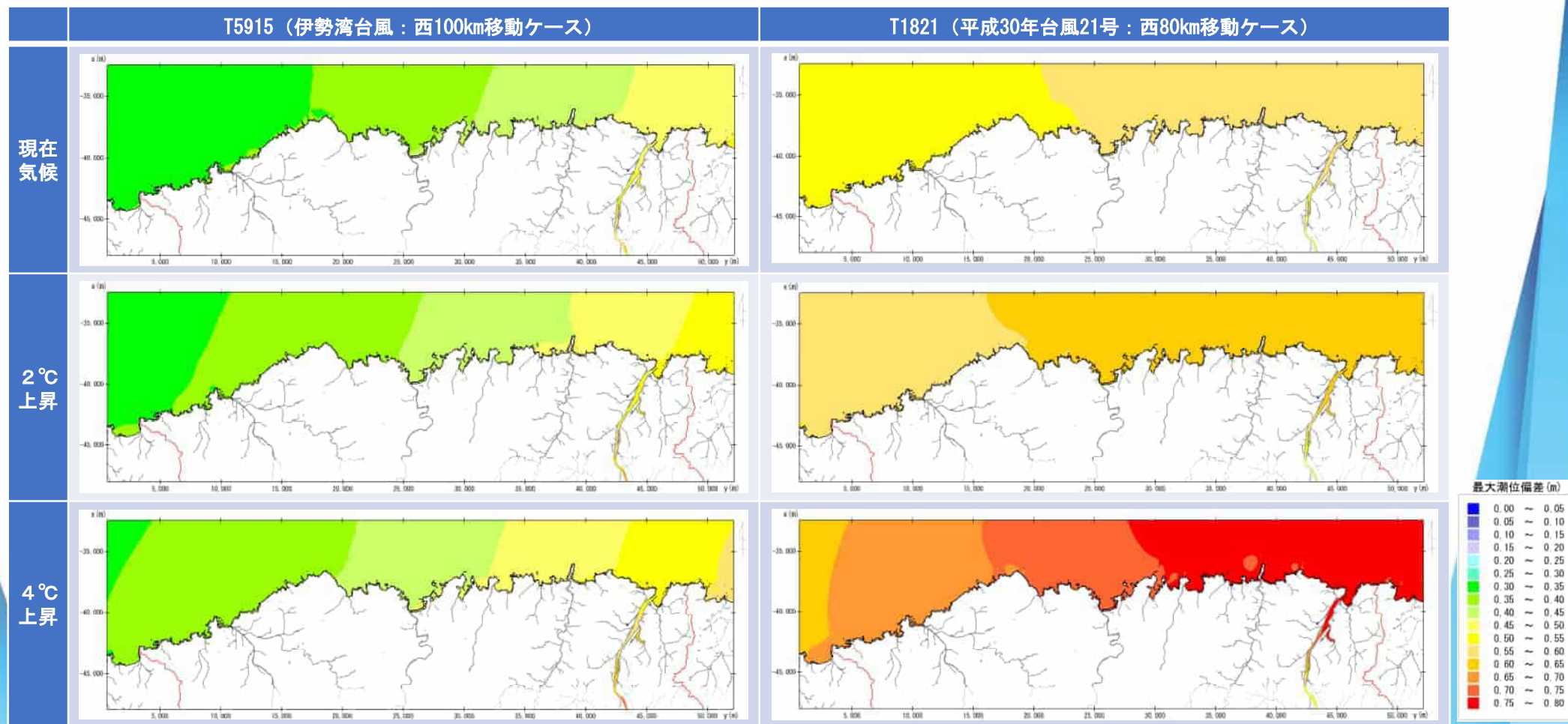
5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 2 推算結果【高潮】

■ T5915（伊勢湾台風）の西100m移動ケースとT1821（平成30年台風21号）の西80km移動ケースについて将来気候における高潮推算を実施

■ 但馬沿岸の将来気候（2℃上昇）における最大潮位偏差（平均値）は、T5915（伊勢湾台風）では0.47m、T1821（平成30年台風21号）では0.64m

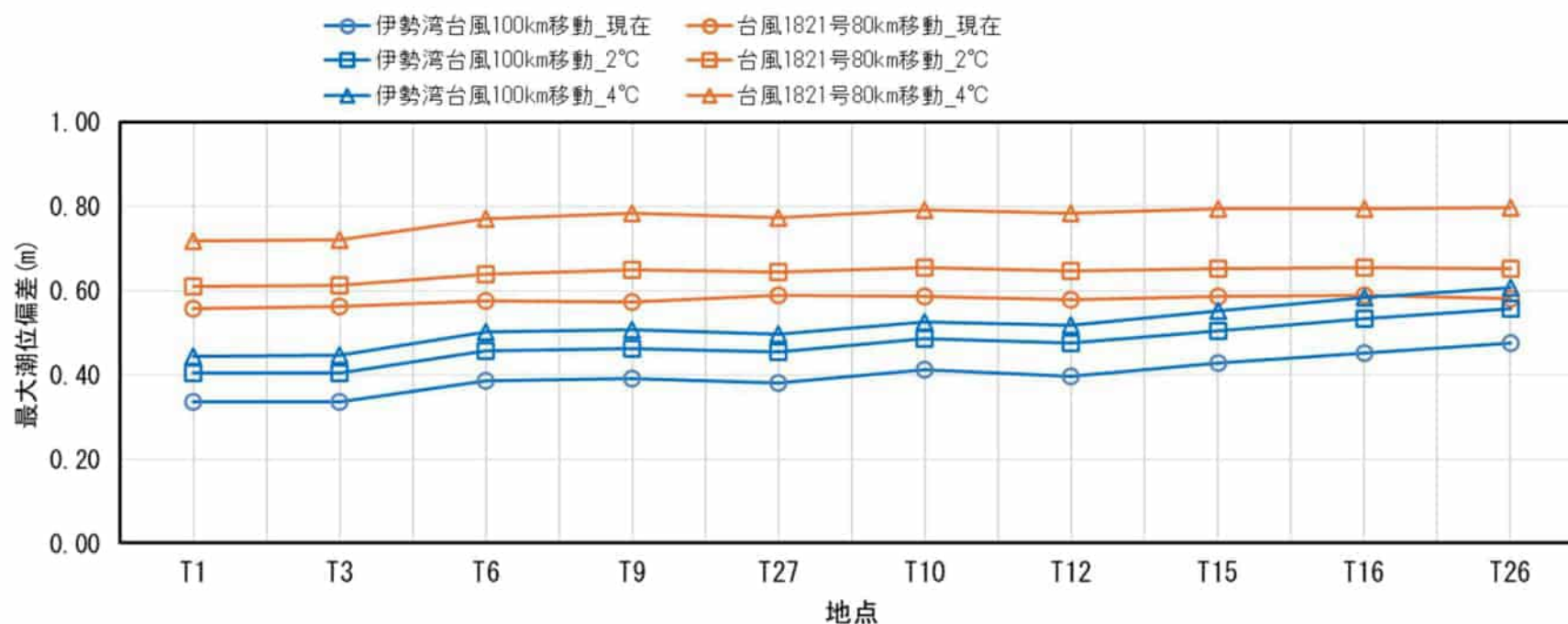
■ 但馬沿岸の将来気候（4℃上昇）における最大潮位偏差（平均値）は、T5915（伊勢湾台風）では0.52m、T1821（平成30年台風21号）では0.77m



5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 2 推算結果【高潮】

気候	想定台風	最大潮位偏差 (m)										平均
		T1	T3	T6	T9	T27	T10	T12	T15	T16	T26	
現在気候	伊勢湾台風	0.34	0.34	0.39	0.39	0.38	0.41	0.40	0.43	0.45	0.48	0.40
	台風1821号	0.56	0.56	0.58	0.57	0.59	0.59	0.58	0.59	0.59	0.58	0.58
2℃上昇	伊勢湾台風	0.41	0.41	0.46	0.46	0.46	0.49	0.48	0.51	0.54	0.56	0.47
	台風1821号	0.61	0.61	0.64	0.65	0.65	0.66	0.65	0.65	0.66	0.65	0.64
4℃上昇	伊勢湾台風	0.45	0.45	0.50	0.51	0.50	0.53	0.52	0.55	0.59	0.61	0.52
	台風1821号	0.72	0.72	0.77	0.78	0.78	0.79	0.79	0.80	0.80	0.80	0.77



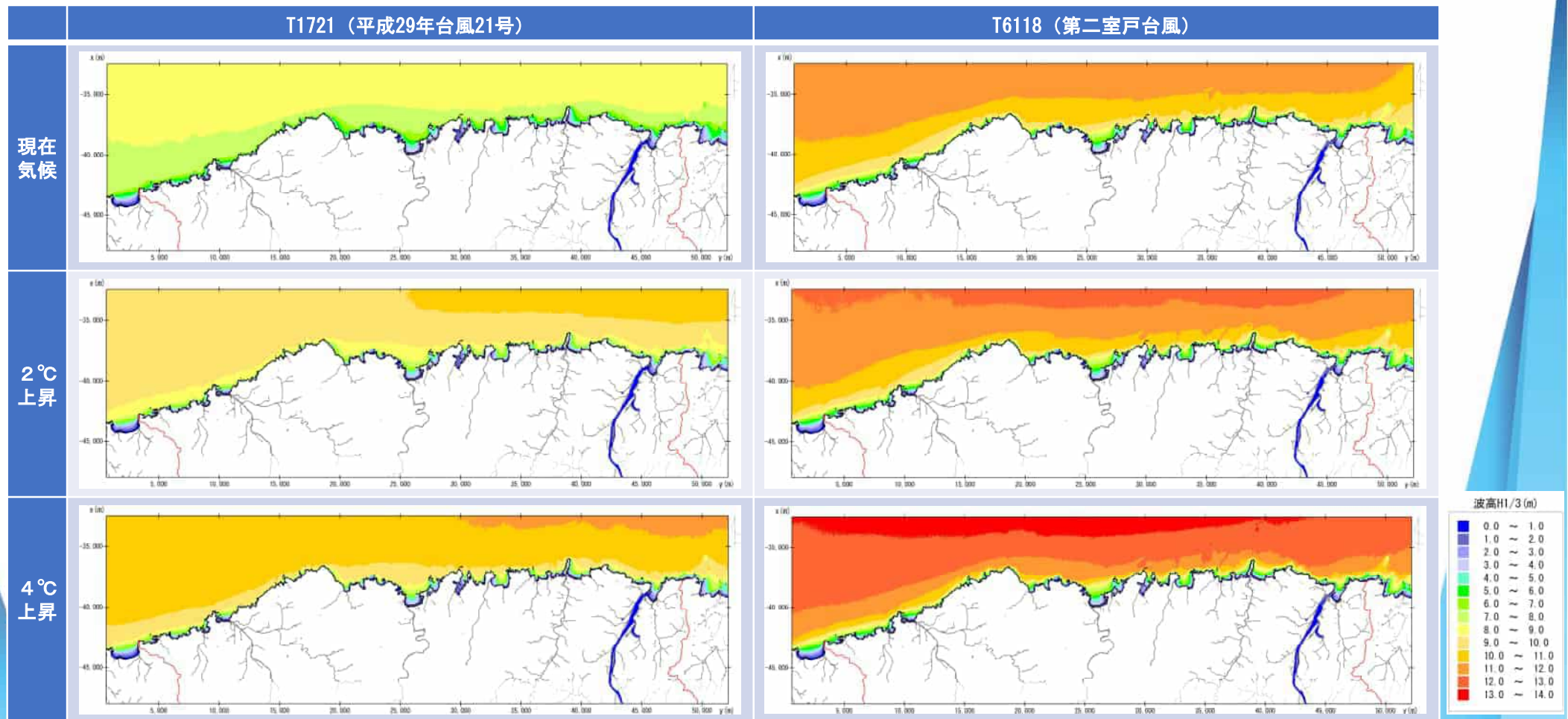
5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 2 推算結果【波浪】

■ T1721（平成29年台風21号）とT6118（第二室戸台風）について将来気候における波浪推算を実施

■ 但馬沿岸の将来気候（2℃上昇）における有義波高は、T1721（平成29年台風21号）では平均9.1m、T6118（第二室戸台風）では平均11.7m

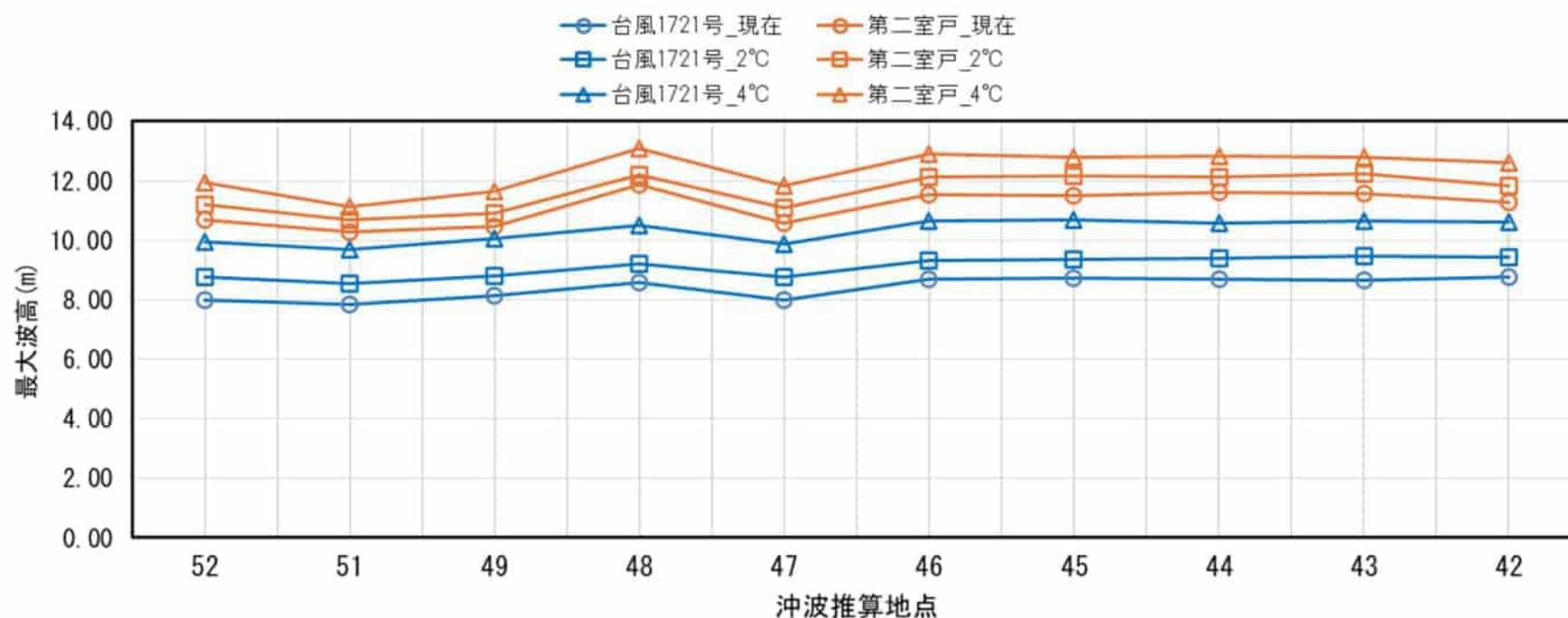
■ 但馬沿岸の将来気候（4℃上昇）における有義波高は、T1721（平成29年台風21号）では平均10.3m、T6118（第二室戸台風）では平均12.4m



5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 2 推算結果【波浪】

気候	想定台風	最大波高 (m)										平均
		42	43	44	45	46	47	48	49	51	52	
現在気候	台風1721号	8.76	8.67	8.69	8.72	8.71	7.98	8.58	8.14	7.84	8.00	8.4
	第二室戸台風	11.27	11.56	11.61	11.51	11.55	10.59	11.87	10.48	10.30	10.69	11.1
2℃上昇	台風1721号	9.45	9.49	9.41	9.38	9.31	8.76	9.20	8.81	8.55	8.76	9.1
	第二室戸台風	11.85	12.25	12.15	12.16	12.14	11.09	12.19	10.92	10.69	11.20	11.7
4℃上昇	台風1721号	10.63	10.67	10.58	10.70	10.66	9.88	10.52	10.05	9.71	9.96	10.3
	第二室戸台風	12.63	12.79	12.85	12.79	12.90	11.85	13.09	11.66	11.15	11.94	12.4



5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

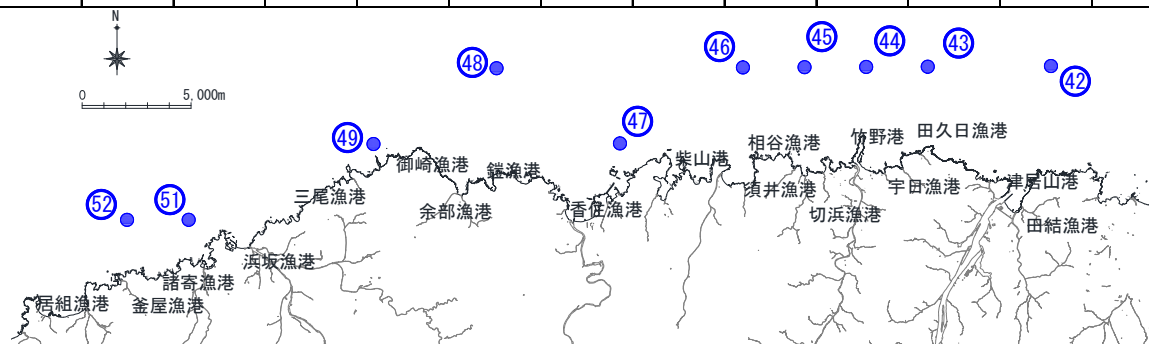
5. 3 将来気候における変化比【波浪】

■ 兵庫県では、平成30年台風21号による大規模な越波被害を受けて、近年の気象・海象特性を考慮した新たな沖波が令和2年に設定されている。第三世代波浪推算モデルであるSWANが用いられ、1955～2018年の64年間の気象擾乱を対象に50年確率波、30年確率波を算定

■ 但馬沿岸の沖波推算地点の水深は波長の1/2より浅いため「準沖波」となる

表 但馬沿岸の現行計画の設計沖波（50年確率波）

地点No.	水深(m)	諸元	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
42	90	Hqo(m)	9.94	8.80	7.94	5.69	4.38	3.51	3.38	3.50	3.54	3.58	3.77	5.78	8.17	9.94	10.92	10.43
		To(s)	14.0	13.0	13.2	11.2	8.4	7.3	7.1	7.3	7.3	7.4	7.6	11.4	13.1	14.0	14.9	14.5
43	93	Hqo(m)	10.48	9.43	7.97	5.81	4.56	3.55	3.29	3.32	3.37	3.44	3.69	5.85	8.19	9.95	10.77	10.40
		To(s)	14.5	13.6	13.3	11.3	8.6	7.3	7.0	7.0	7.1	7.2	7.6	11.6	13.1	14.0	14.8	14.4
44	92	Hqo(m)	10.49	9.44	7.98	5.84	4.63	3.59	3.30	3.31	3.37	3.45	3.72	5.90	7.24	9.94	10.79	10.85
		To(s)	14.5	13.6	13.3	11.3	8.7	7.4	7.0	7.0	7.1	7.2	7.7	11.6	12.3	14.0	14.8	14.8
45	102	Hqo(m)	10.49	9.43	7.97	5.88	4.69	3.62	3.30	3.31	3.37	3.45	3.76	5.95	7.24	9.92	10.80	10.84
		To(s)	14.5	13.6	13.3	11.3	8.7	7.4	7.0	7.0	7.1	7.2	7.7	11.5	12.3	14.0	14.8	14.8
46	107	Hqo(m)	10.49	9.44	7.98	5.96	4.74	3.65	3.29	3.30	3.38	3.48	3.80	5.99	7.28	9.91	10.81	10.85
		To(s)	14.5	13.6	13.3	11.5	8.8	7.5	7.0	7.0	7.1	7.2	7.9	11.5	12.3	14.0	14.8	14.8
47	51	Hqo(m)	10.39	8.95	7.79	5.30	3.72				3.31	3.34	3.48	5.03	6.94	9.12	10.23	10.24
		To(s)	14.4	13.3	13.6	11.0	7.7				7.0	7.1	7.2	10.1	12.3	13.5	14.3	14.3
48	111	Hqo(m)	10.94	9.43	7.97	6.05	4.91	3.80	3.44	3.54	3.61	3.75	4.06	5.88	7.31	9.88	10.89	10.82
		To(s)	14.9	13.6	13.3	11.6	9.0	7.7	7.2	7.3	7.4	7.6	8.6	11.2	12.2	14.0	14.9	14.8
49	58	Hqo(m)	10.75	9.07	7.80	5.37	3.77				3.36	3.57	3.95	5.78	8.12	9.71	10.78	10.87
		To(s)	14.7	13.3	13.4	11.0	7.9				7.1	7.4	8.5	11.2	12.8	13.8	14.8	14.8
51	48	Hqo(m)	10.75	9.26	7.52	5.38	4.05	3.33			3.38	3.56	3.88	5.80	7.26	9.65	10.76	10.72
		To(s)	14.7	13.4	13.1	11.2	8.1	7.0			7.1	7.3	8.2	11.3	12.1	13.8	14.7	14.7
52	65	Hqo(m)	10.83	9.35	7.75	5.64	4.31	3.38			3.40	3.60	3.95	5.83	7.25	9.63	10.78	10.75
		To(s)	14.8	13.5	13.2	11.4	8.3	7.1			7.1	7.4	8.4	11.3	12.1	13.7	14.8	14.7



5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 3 将来気候における変化比【波浪】

■ 将来気候における確率波高は、「現在気候における想定台風」と「将来気候における想定台風（気候変動を考慮した強大化した台風）」の波浪推算結果から波高の変化比（比率）を推定し、現行計画で用いられている確率波高にその比率を乗じて求める

■ 波高の変化比は、T1721（10年確率相当の想定台風）とT6118（100年確率相当の想定台風）の平均値※を用いる。

※50年確率相当の想定台風が存在しないため、平均値を採用

●将来の計画高潮位と確率波の算出

将来気候における計画高潮位に含まれる潮位偏差は、想定最大規模の台風条件による推算値を用いる。また、将来気候における確率波高は、現在気候の確率波高（ H_{A50} ）と将来気候の確率波高（ H_{B50} ）の比（ H_{B50}/H_{A50} ）を現在の確率波高に乗じて算定することが可能である。現在気候と将来気候の確率波高の比率の推定が難しい場合は、現在気候における台風と地球温暖化後の強大化台風についてそれぞれの波浪を推算した結果の比率で代用させても良い。

また、施設全面の波高は、確率波を沖波として波浪変形計算等により算出するものとする。

【確率波の算定方法（案）】

確率台風モデルから推定される将来気候の台風条件をもとに推算された確率波高の比を現在の確率波高（50年確率波高等）に乘じ、補正確率波高とする。

$$\text{将来気候の確率波高} = \text{現在の確率波高} \times (H_{B50}/H_{A50})$$

※注）将来及び現在気候の確率波高は、確率台風モデルから求められた台風条件をもとに推算された確率波高である。

想定台風による
推算結果から比率を設定

$$\frac{\text{（将来気候波高 } H_{B50} \text{）}}{\text{現在気候波高 } H_{A50}}$$

5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

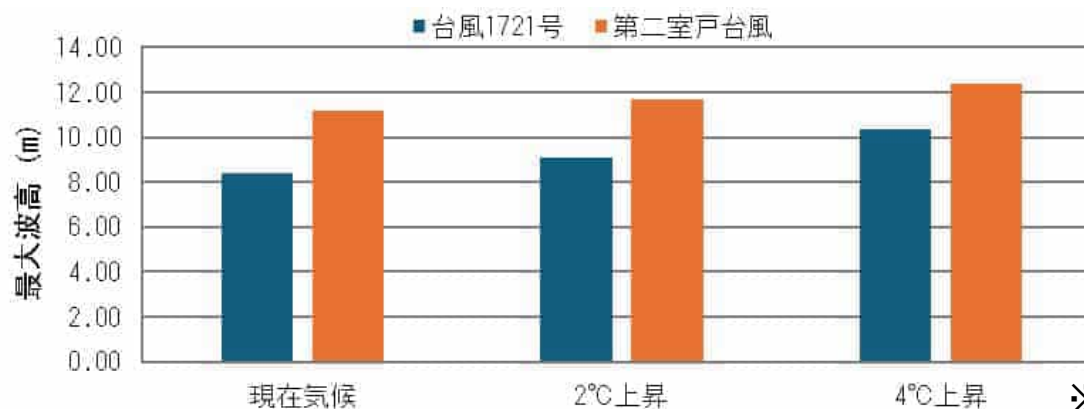
5. 3 将来気候における変化比【波浪】

■ 但馬沿岸における現在気候と将来気候の波高の変化比（比率）は、T1721（平成29年台風21号）では平均1.08倍、T6118（第二室戸台風）では平均1.05倍（将来2℃上昇）

■ 確率波高に乗じる将来気候の変化比は、両台風の平均倍率として1.07倍を採用

表 最大波高の変化比（比率）

気候	想定台風	比率										平均倍率	
		42	43	44	45	46	47	48	49	51	52		
2℃上昇	台風1721号	1.08	1.09	1.08	1.08	1.07	1.10	1.07	1.08	1.09	1.10	1.08	1.07
	第二室戸台風	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.05	1.03	1.04	1.04	1.05	1.05	
4℃上昇	台風1721号	1.21	1.23	1.22	1.23	1.22	1.24	1.23	1.23	1.24	1.25	1.23	1.18
	第二室戸台風	1.11	1.13	1.12	1.14	1.14	1.14	1.12	1.15	1.15	1.14	1.13	



※沖波地点42～52の平均値

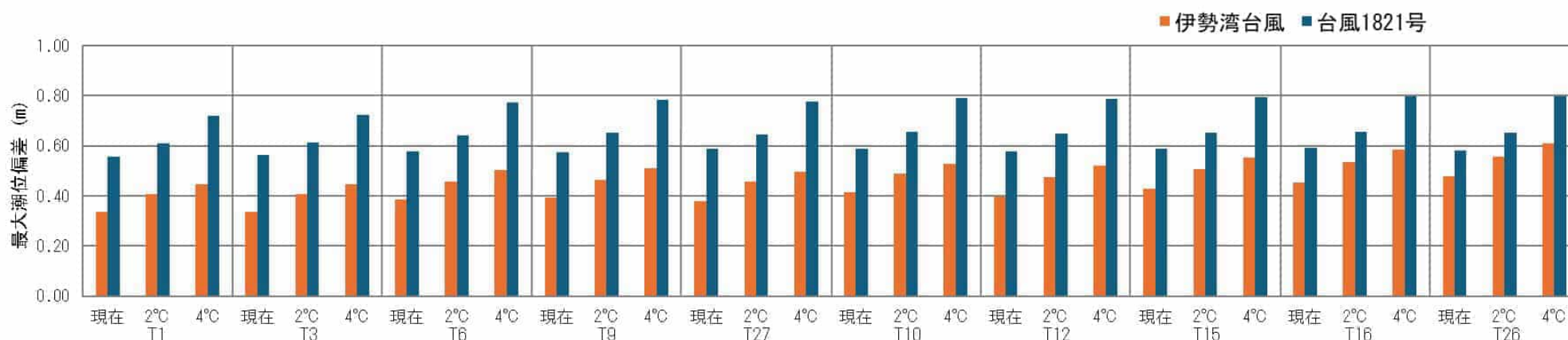
5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 3 将来気候における変化比【高潮（参考）】

■ 但馬沿岸における現在気候と将来気候の潮位偏差の変化比（比率）は、T5915（伊勢湾台風）では平均1.19倍、T1821（平成30年台風21号）では平均1.11倍（将来2℃上昇）

表 最大潮位偏差の変化比（比率）

気候	想定台風	比率										平均倍率
		T1	T3	T6	T9	T27	T10	T12	T15	T16	T26	
2℃上昇	伊勢湾台風	1.21	1.21	1.18	1.18	1.20	1.18	1.20	1.18	1.18	1.17	1.19
	台風1821号	1.10	1.09	1.11	1.13	1.10	1.12	1.12	1.11	1.11	1.12	1.11
4℃上昇	伊勢湾台風	1.33	1.33	1.30	1.30	1.31	1.28	1.31	1.29	1.29	1.28	1.30
	台風1821号	1.29	1.28	1.34	1.37	1.32	1.35	1.36	1.35	1.35	1.37	1.34



港湾における気候変動適応策の実装方針
(港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会)

5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 4 将来気候における計画外力

■ 現在気候、将来気候における但馬沿岸の「最大潮位偏差」は、想定台風T1821（平成30年台風21号）の推算結果を採用

【現在気候】 **0.58m** 【将来気候(2℃上昇)】 **0.64m** 【将来気候(4℃上昇)】 **0.77m**

■ 現在気候、将来気候における但馬沿岸の「波高」の変化比は、想定台風T1721（平成29年台風21号）、想定台風T6118（第二室戸台風）の推算結果の平均値を採用

【将来気候(2℃上昇)】 **1.07倍** 【将来気候(4℃上昇)】 **1.18倍**

表 現在気候と将来気候（2℃上昇）における50年確率沖波

地点No.	諸元	WNW		NW		NNW		N		NNE	
		現在	将来	現在	将来	現在	将来	現在	将来	現在	将来
42	Hqo (m)	9.94	10.64	10.92	11.68	10.43	11.16	9.94	10.64	8.80	9.42
	To (s)	14.0	14.5	14.9	15.4	14.5	15.0	14.0	14.5	13.0	13.4
43	Hqo (m)	9.95	10.65	10.77	11.52	10.40	11.13	10.48	11.21	9.43	10.09
	To (s)	14.0	14.5	14.8	15.3	14.4	14.9	14.5	15.0	13.6	14.1
44	Hqo (m)	9.94	10.64	10.79	11.55	10.85	11.61	10.49	11.22	9.44	10.10
	To (s)	14.0	14.5	14.8	15.3	14.8	15.3	14.5	15.0	13.6	14.1
45	Hqo (m)	9.92	10.61	10.80	11.56	10.84	11.60	10.49	11.22	9.43	10.09
	To (s)	14.0	14.5	14.8	15.3	14.8	15.3	14.5	15.0	13.6	14.1
46	Hqo (m)	9.91	10.60	10.81	11.57	10.85	11.61	10.49	11.22	9.44	10.10
	To (s)	14.0	14.5	14.8	15.3	14.8	15.3	14.5	15.0	13.6	14.1
47	Hqo (m)	9.12	9.76	10.23	10.95	10.24	10.96	10.39	11.12	8.95	9.58
	To (s)	13.5	14.0	14.3	14.8	14.3	14.8	14.4	14.9	13.3	13.8
48	Hqo (m)	9.88	10.57	10.89	11.65	10.82	11.58	10.94	11.71	9.43	10.09
	To (s)	14.0	14.5	14.9	15.4	14.8	15.3	14.9	15.4	13.6	14.1
49	Hqo (m)	9.71	10.39	10.78	11.53	10.87	11.63	10.75	11.50	9.07	9.70
	To (s)	13.8	14.3	14.8	15.3	14.8	15.3	14.7	15.2	13.3	13.8
51	Hqo (m)	9.65	10.33	10.76	11.51	10.72	11.47	10.75	11.50	9.26	9.91
	To (s)	13.8	14.3	14.7	15.2	14.7	15.2	14.7	15.2	13.4	13.9
52	Hqo (m)	9.63	10.30	10.78	11.53	10.75	11.50	10.83	11.59	9.35	10.00
	To (s)	13.7	14.2	14.8	15.3	14.7	15.2	14.8	15.3	13.5	14.0

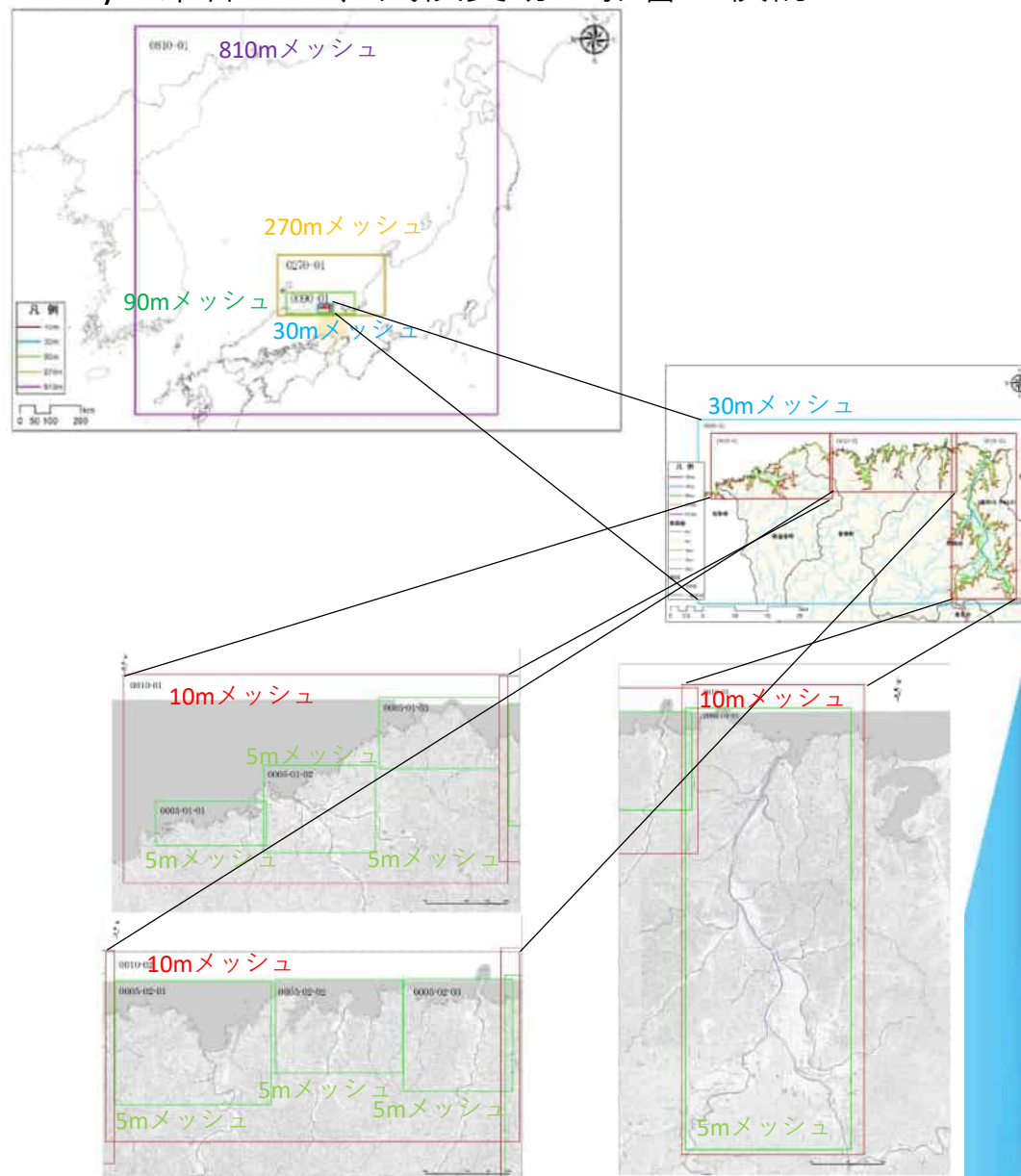
6. 将来気候における津波伝播計算（案）

■設計津波波源として、但馬沿岸のレベル1津波は日本海中部地震津波および北海道南西沖地震津波を対象。潮位条件以外（地形、構造物など）は現行計画を踏襲

■潮位条件は、将来気候(2°C上昇シナリオ：0.4m)の条件とし、気候変動の影響を検討

ケース名	朔望平均満潮位	海面上昇量	計算潮位
現在気候	T. P. +0. 60m	0. 0m	T. P. +0. 60m
2°C上昇シナリオ		0. 4m	T. P. +1. 00m
4°C上昇シナリオ		0. 7m	T. P. +1. 30m

項目		内容
想定津波	設計津波 (L1津波)	日本海中部地震津波（1983年、M7. 7） 北海道南西沖地震津波（1993年、M7. 8）
	地殻変動量	海底地形、陸上地形および構造物に地殻変動量を考慮 ※陸上地形および構造物の地殻変動量が隆起の場合はゼロ
計算手法	基礎式	非線形長波理論式
	越流公式	本間公式
計算格子間隔		810m→270m→90m→30m→10m→5m
計算地形	海域	海図、海底地形デジタルデータM7000シリーズ、海図、港湾台帳、漁港台帳よりメッシュ地盤高を設定
	陸域	基盤地図情報(5m, 10m)より10mメッシュ（河川・港湾区域のみ5m）地盤高として与えた
	河川域	直轄河川（丸山川）、県管理河川について、河川横断測量成果より水面下地形を作成
	粗度係数	国土数値情報「土地利用細分メッシュ」（H21）の土地利用区分図を用い、「手引き」の土地利用に応じた粗度係数より設定
	構造物	海岸堤防 線構造物（鉛直壁）として設定し、倒壊なし
		海岸堤防 完全反射条件（鉛直壁）
		河川堤防 完全反射条件（鉛直壁）
その他条件	計算潮位	朔望平均満潮位＋海面上昇量
	計算時間	12時間
	計算時間間隔	C. F. L条件より設定
	沖側境界条件	自由透過条件
	陸側境界条件	完全反射条件（河川敷等の浸水は考慮）

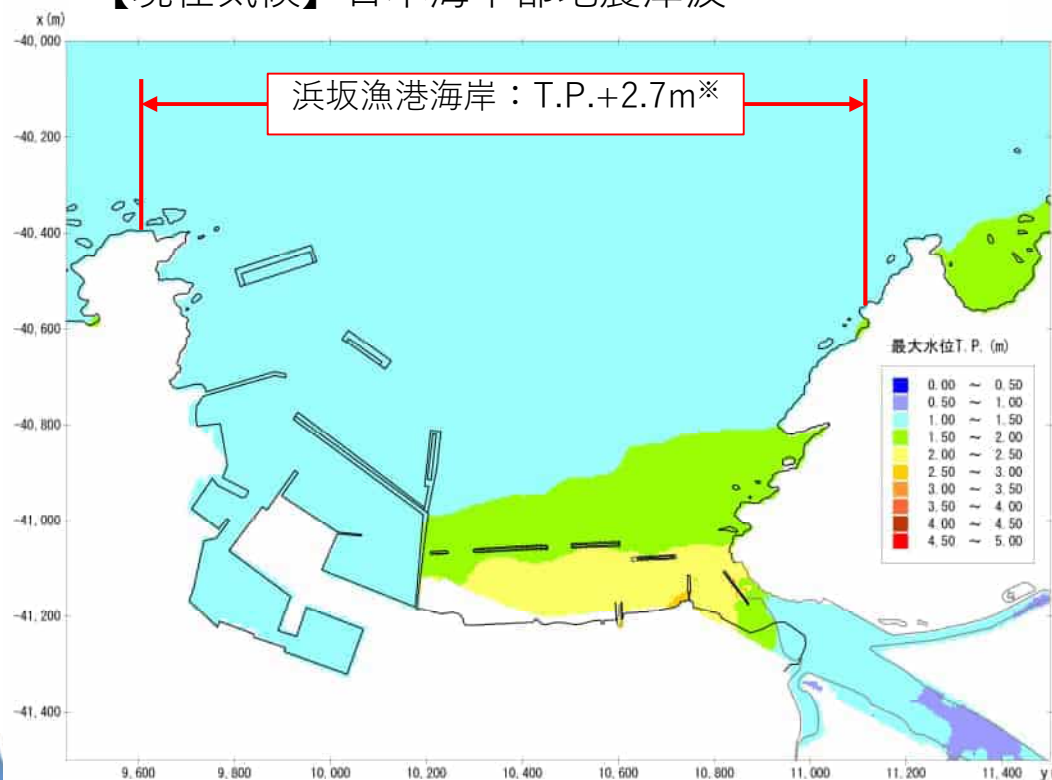


6. 将来気候における津波伝播計算（案）

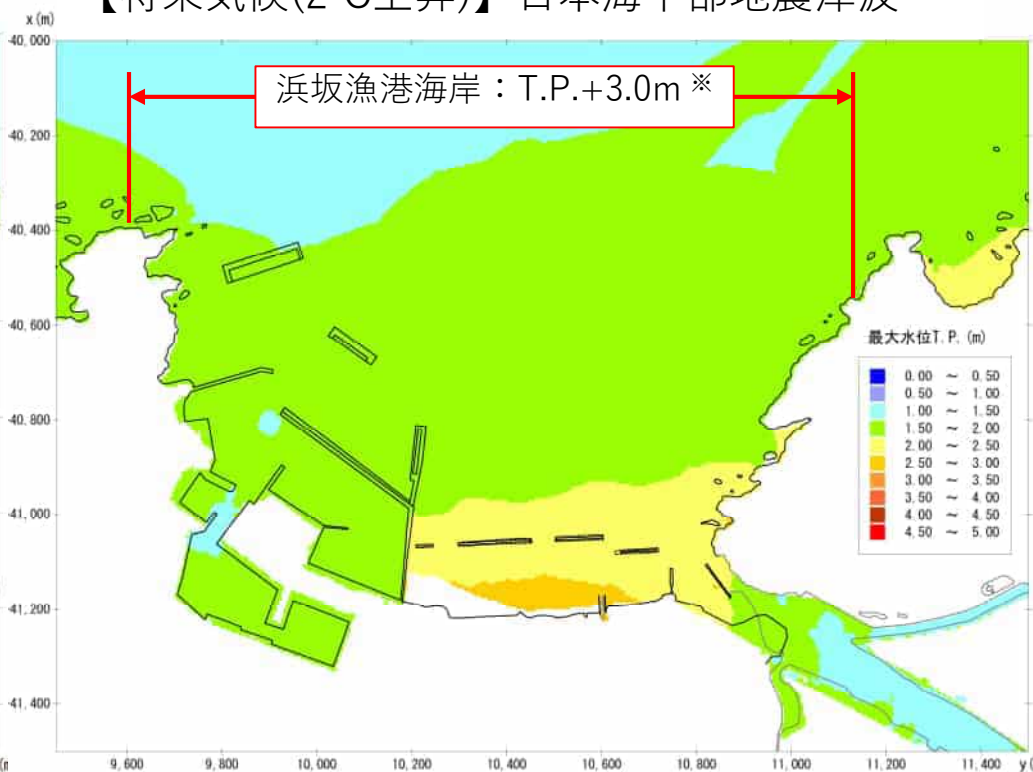
■ 現在気候、将来気候（ 2°C 上昇シナリオ：海面上昇量 0.4m ）における津波伝播計算を実施
 浜坂漁港海岸の最大津波水位の計算例を示す

■ 浜坂漁港海岸の最大津波水位は、現行計画の津波水位（T.P.+ 2.6m ）を上回り、現在気候でT.P.+ 2.7m 、将来気候（ 2°C 上昇）でT.P.+ 3.0m

【現在気候】日本海中部地震津波



【将来気候(2°C 上昇)】日本海中部地震津波



※ 浜坂漁港海岸の最大津波水位

7. 計画天端高の設定（案）

■ 設定した外力条件を用い、地区海岸ごとの必要天端高を下記条件（海岸保全施設の技術上の基準・同解説に準拠）により設定。高潮による必要天端高（①②）と津波による必要天端高③を比較して高いほうを設定

- ① 許容越波流量：0.01～0.06 m³/s/m以下となる天端高。背後地の状況に応じた許容値を設定
- ② 人工海浜など、複合断面については改良仮想勾配法による打ち上げ高以上となる天端高として設定
- ③ 津波水位以上となる天端高として設定

■ 但馬沿岸では、年間0.1～0.2 cm程度の沈下傾向

■ 計画上の余裕高は、将来の気候変動の不確実性等を考慮して、大阪湾と同様に0.3mで設定

表 2.3.6.2 背後地の重要度からみた許容越波流量 (m³/s/m) ¹⁶²⁾

背後に人家、公共施設等が密集しており、特に越波・しぶき等の侵入により重大な被害が予想される地区	0.01程度
その他の重要な地区	0.02程度
その他の地区	0.02～0.06

出典：「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」（平成30年8月）p.2-68

c) 余裕高

堤防の天端高の決定に当たって、設計高潮位、設計波、設計津波又は沈下量等が実測若しくはその他の方法により一応合理的に求められたとしても、現在の段階においては必ずしも信頼の置けるものとは言えない。例えば、既往の記録から決定した設計高潮位を超えるような高潮が将来おこり得ないとはいえないし、またその数値を正確に予測することは困難である。

このような、堤防天端高の設定における若干の不確実性を考慮して余裕高を設定する。すなわち、堤防天端高の決定に際しては、概括的に余裕高を加えることとなるが、高さには絶対安全の限度はなく、余裕高をいたずらに大きくとれば工費の増大を招き、不経済となる。そこで背後地の社会的、経済的重要度を一つの目安として余裕高を決定するのが妥当な方法である。すなわち、背後地に市街地又は重要な公共施設等が存在して、高度の安全性を要する場合には、最大1.0m程度を限度として余裕高を適宜決定されることが多い。

出典：「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」（平成30年8月）p.3-31～3-32

7. 計画天端高の設定（案）

■ 計画天端高の算定にあたり、潮位・波浪条件は、以下の考え方に基づいて設定

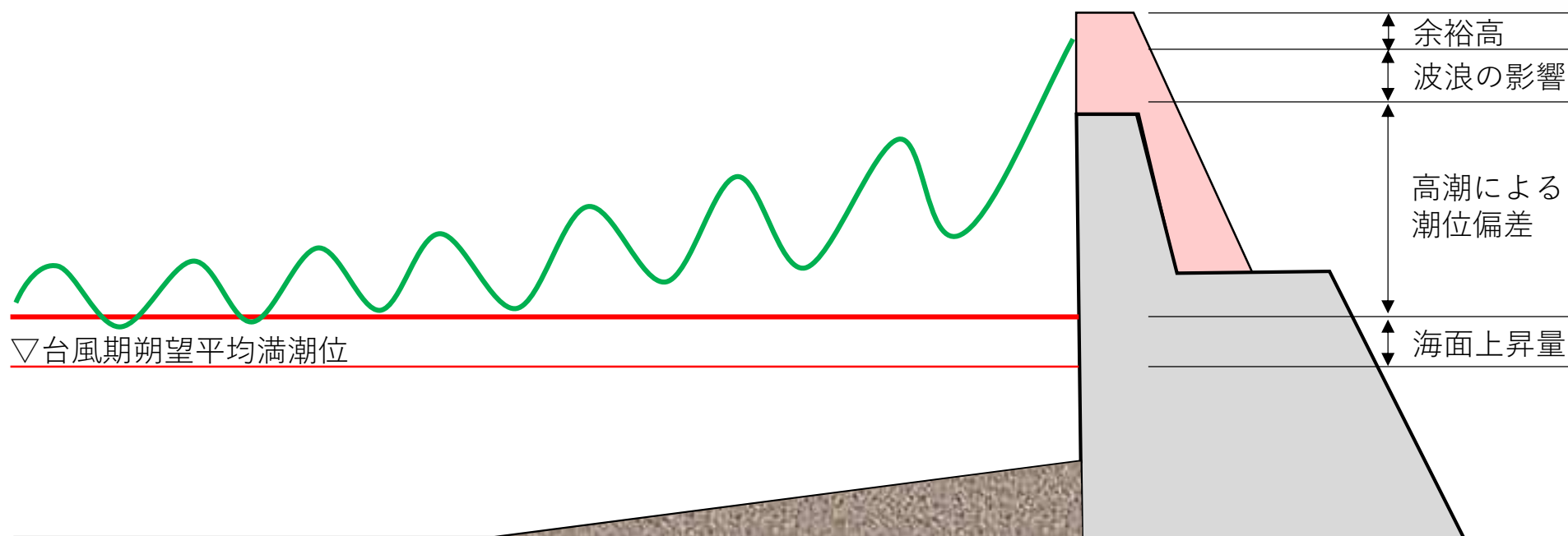
■ 算定された天端高に、余裕高（0.3m）を考慮

○検討潮位条件

$$\begin{aligned}
 & \text{台風期朔望平均満潮位} + \text{海面上昇量 (2°C上昇)} + \text{潮位偏差 (2°C上昇)} \\
 = & \quad \text{**T.P. + 0.7m**} \quad + \quad \text{**0.4m**} \quad + \quad \text{**高潮推算結果(m)**}
 \end{aligned}$$

○検討波浪条件

$$\begin{aligned}
 & \text{県設定の確率沖波} \times \text{将来変化比 (2°C上昇)} \\
 = & \quad \text{**沖波波高(m)**} \quad \times \quad \text{**1.07**}
 \end{aligned}$$



7. 計画天端高の設定（案）

■ 浜坂漁港海岸の計算例を示す

設定した潮位および沖波条件を用いて波浪変形計算を実施

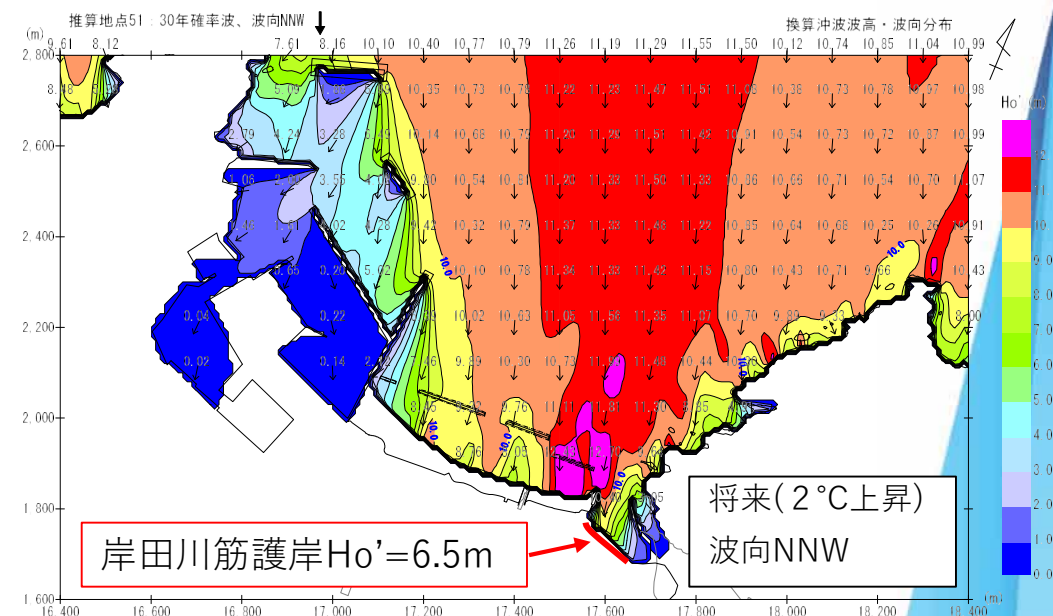
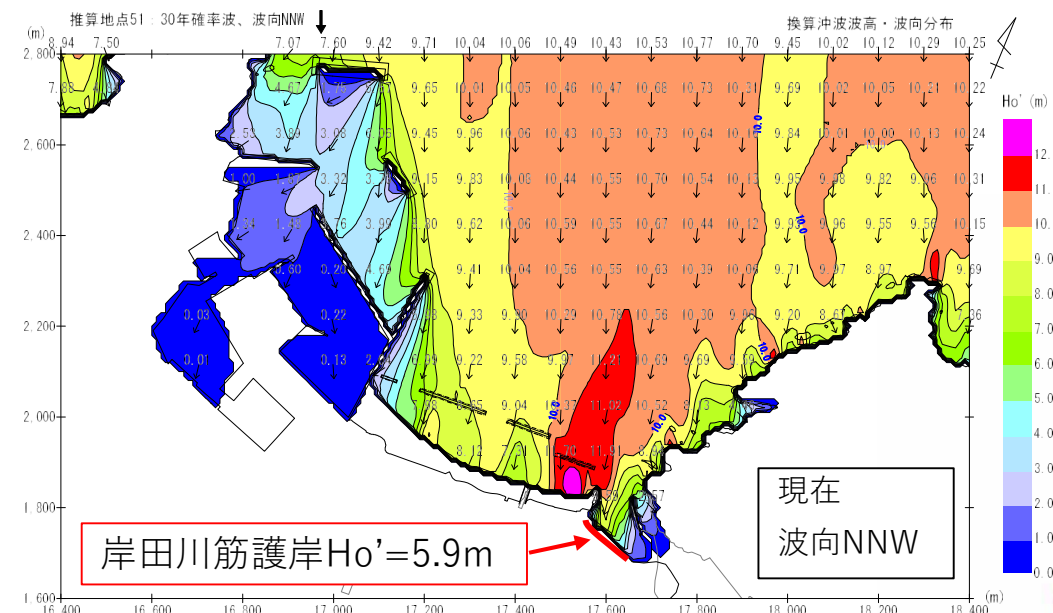
潮位条件

現在・将来気候	現在	将来 (2℃上昇)
台風期朔望平均満潮位	T.P.+0.70m	T.P.+0.70m
海面上昇量	0.0m	0.4m
潮位偏差	0.6m	0.7m
計画高潮位 (H.H.W.L.)	T.P.+1.3m	T.P.+1.8m

波浪条件

波向	30年確率波 (地点51:水深48m)					波形 勾配
	現在		将来 変化比	将来気候(2℃上昇)		
	波高	周期		波高	周期	
NE	7.17	12.7	1.07	7.68	13.2	0.0285
NNE	8.85	13.0		9.47	13.5	0.0336
N	9.96	14.0		10.66	14.5	0.0326
NNW	9.94	14.0		10.64	14.5	0.0325
NW	9.65	13.8		10.33	14.3	0.0325
WNW	8.65	12.9		9.26	13.4	0.0333

※将来気候の周期は、波形勾配が現在と同じになるように設定。

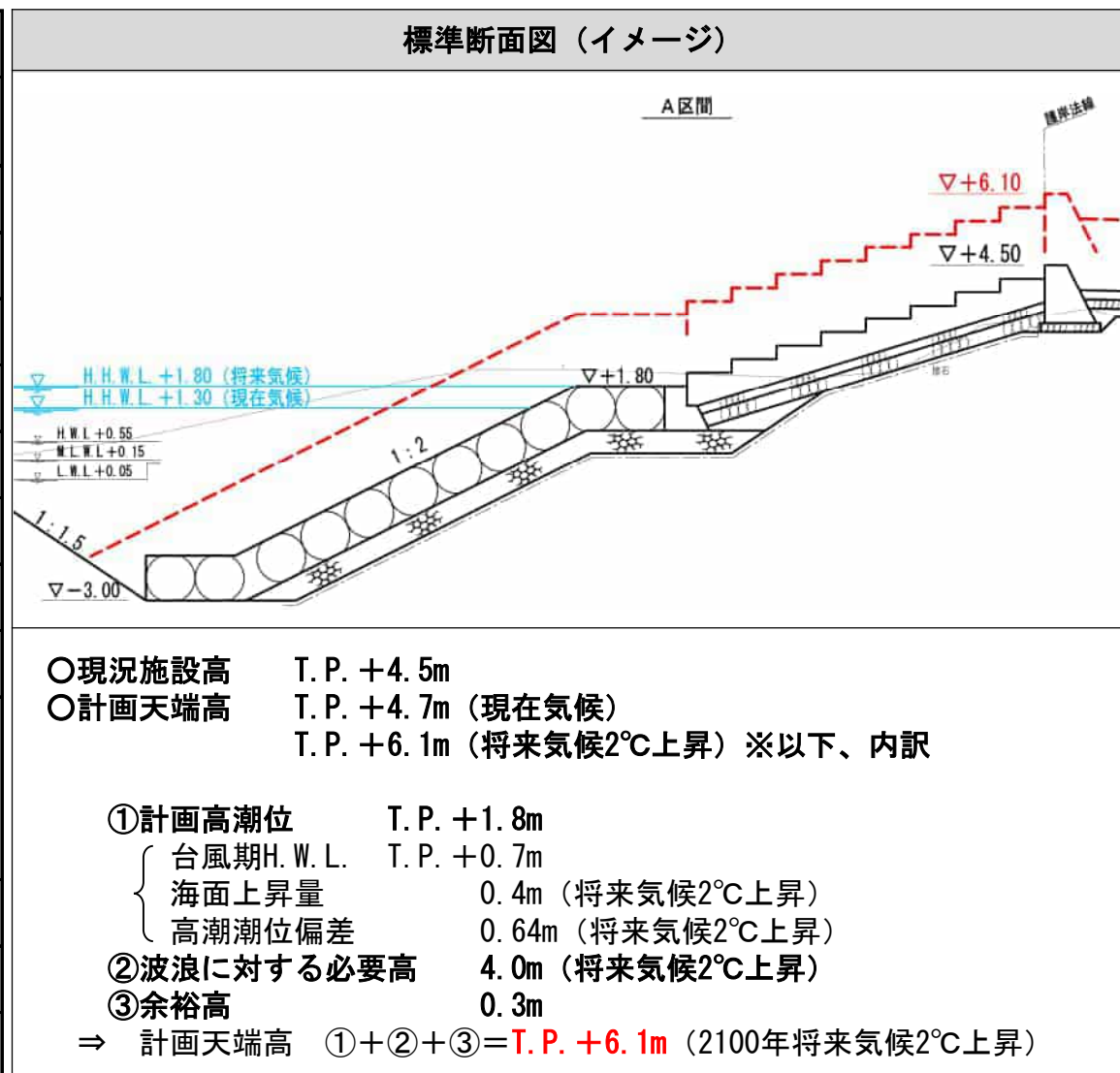


波浪変形計算結果

7. 計画天端高の設定（案）

- 浜坂漁港海岸 岸田川筋護岸の計画天端高の算定例を示す
- 2100年将来気候での計画天端高は、現況より1.6m程度不足

項目		検討条件	
		現在気候	将来気候 2℃上昇
施設条件	構造形式	階段護岸	
	現況天端高	T.P.+4.50m	
	計画高潮位	T.P.+1.3m	T.P.+1.8m
	施設前面水深	0.7m	1.2m
自然条件	海底勾配	1/30	
	設計波	波向	NNW
		換算沖波波高	5.9m 6.5m
		周期	14.0s 14.5s
津波条件	最大津波水位	T.P.+2.7m	T.P.+3.0m
算定結果	波浪に対する必要高※	3.4m	4.0m
	余裕高	—	0.3m
	計画天端高	T.P.+4.7m	T.P.+6.1m



※階段護岸の天端高換算係数 $\beta=1.1$ を考慮

8. 審議事項一覧（案）

項 目		設定値		根拠	審議事項
計画外力	高潮推算の計算パラメータ設定	・ 風速の換算係数Cは0.70とする ・ 海面抵抗係数Cdは二次式とする		T1821を対象として再現性を確認 風速の換算係数Cは0.70が妥当と考えられる	高潮推算の計算パラメータ設定について審議
	波浪推算の計算パラメータ設定	同上		T1721を対象として再現性を確認 風速の換算係数Cは0.70が妥当と考えられる	波浪推算の計算パラメータ設定について審議
	対象擾乱	【高潮】 ・ 伊勢湾台風（T5915） ・ 平成30年台風第21号（T1821） 【波浪】 ・ 平成29年台風第21号（T1721） ・ 第二室戸台風（T6118）		T5915、T1821は波高が小さいため、波浪推算の想定台風は別の擾乱を設定T1721（10年確率相当）、T6118（約100年確率相当）についても想定台風として設定	波浪の対象擾乱について審議
	高潮・波浪推算に関する気候変動の影響（変化比）	2℃上昇シナリオでの変化率		但馬沿岸で最も潮位偏差が大きいT1821規模×西80km平行移動ケースを対象として潮位偏差を設定 波高の将来変化比を整理（参考として潮位偏差も整理） 「港湾における気候変動適応策の実装方針」に記載の変化率より大きい安全側の結果として採用する	2℃上昇シナリオでの変化率について審議
		波高	1.07倍＜1.02倍＞		
		潮位偏差（参考）	1.11倍＜1.05倍＞		
	< >内は「港湾における気候変動適応策の実装方針」記載の変化率				
津波伝播計算	・ 津波波源は日本海中部地震津波、北海道南西沖地震津波を想定 ・ 計算条件は潮位（2℃上昇+0.4m）の他は現行計画時の計算条件を踏襲		気候変動（2℃上昇）による海面上昇の影響により、最大津波水位は、浜坂漁港海岸の例では0.3m大きくなることを確認（概ね海面上昇量程度の増大）	津波条件について審議	
防護水準	計画天端高の設定	・ 余裕高0.3mを考慮 ・ 計画天端高の算定手法確認		気候変動（2℃上昇）による影響を踏まえた必要天端高を算定し、余裕高を考慮した計画天端高の試算を実施	計画天端高の設定について審議



兵庫県