

播磨沿岸 計画外力及び防護水準の設定について

令和7年6月19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. 4
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.22
7. 計画天端高の設定（案）	p.26
8. 審議事項一覧（案）	p.29



1. 検討スケジュール

01

■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3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月29日	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	【大阪湾・但馬】 ・計画外力の方針整理（案） ・計画天端高の設定方針（案）
	2月10日	—	—	第2回	【播磨】 ・計画外力の方針整理（案） ・計画天端高の設定方針（案） 【大阪湾・但馬】 ・計画外力及び防護水準の設定（案）
R7年度	6月19日	—	—	第3回	【淡路】 ・計画外力の方針整理（案） ・計画天端高の設定方針（案） 【播磨】 ・計画外力及び防護水準の設定（案） 【大阪湾・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）
	8月21日	第2回	【大阪湾・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	【淡路】 ・計画外力及び防護水準の設定（案）
	9, 10月	第3回	【播磨・淡路】 ・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5回	【播磨・淡路】 ・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）
	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	第1回	●										第2回		第3回			第4回		
	全沿岸											大阪湾 但馬		播磨 淡路			全沿岸		
部会	第1回	●				第2回				第3回		第4回		第5回			↑		
	大阪湾 但馬					大阪湾 但馬 播磨				全沿岸		淡路		播磨 淡路			↑		
播磨	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																		

スケジュールは今後変更となることがあります

2. 気候変動を踏まえた計画外力の設定方針の概要

■第2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2025」における気候変動の想定時期が21世紀末であるため2100年時点为目标年次とした
本検討での検討項目	朔望平均満潮位（台風期）	T.P.+1.00m	T.P.+0.60m（明石地区）	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2025」より設定 4℃上昇シナリオ：0.6m
	対象擾乱	T6420（昭和39年台風第20号） T6523（昭和40年台風第23号） T0416（平成16年台風第16号） T1820（平成30年台風第20号）	—	播磨沿岸において最大および上位の潮位偏差、波高が観測された4台風を選定。現在気候の高潮・波浪推算結果より、T6523を計画外力の対象擾乱として設定
	計画偏差	高潮推算を実施して検討	2.20m（明石地区）	現行計画値は、室戸台風時の既往最大偏差（神戸地点）
	沖波・準沖波波高	波浪推算を実施して検討	3.1～5.4m（30年確率波） 3.3～6.0m（50年確率波）	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年確率波および30年確率波を設定
	津波水位	津波シミュレーションを実施して検討	T.P.+1.1m ～T.P.+2.5m	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：

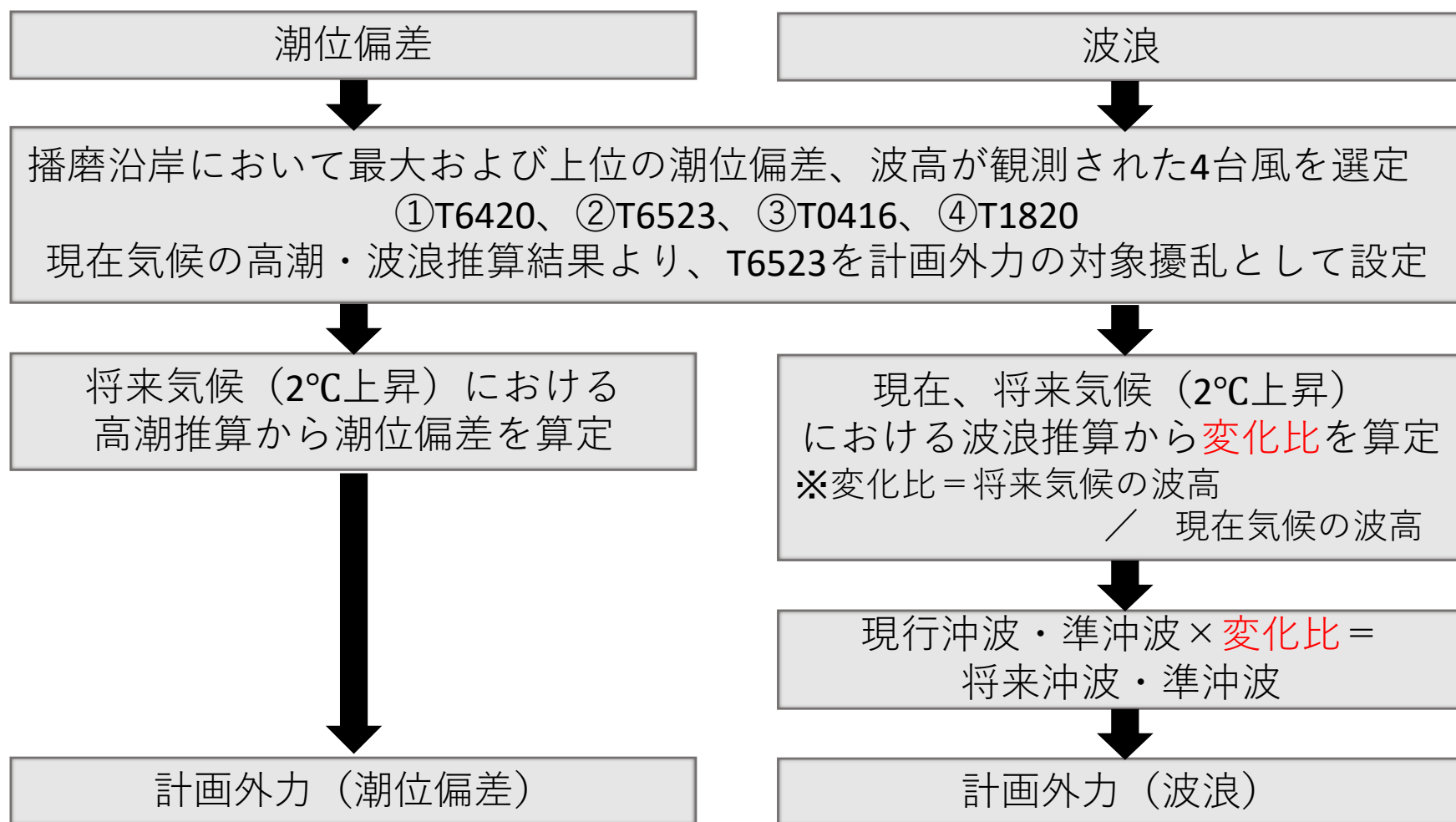
- ・海面上昇は、2100年頃まで継続的に生じる想定
- ・気温上昇は、2040～50年頃にピークとなり、その後は上昇が抑えられる想定

⇒気温の上昇に応じて台風が強力化することで、高潮や高波も2040～50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

■将来気候における計画外力【潮位偏差】は、第2回部会で決定され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、第2回部会で決定され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沖波・準沖波（確率波高）に乗じて設定



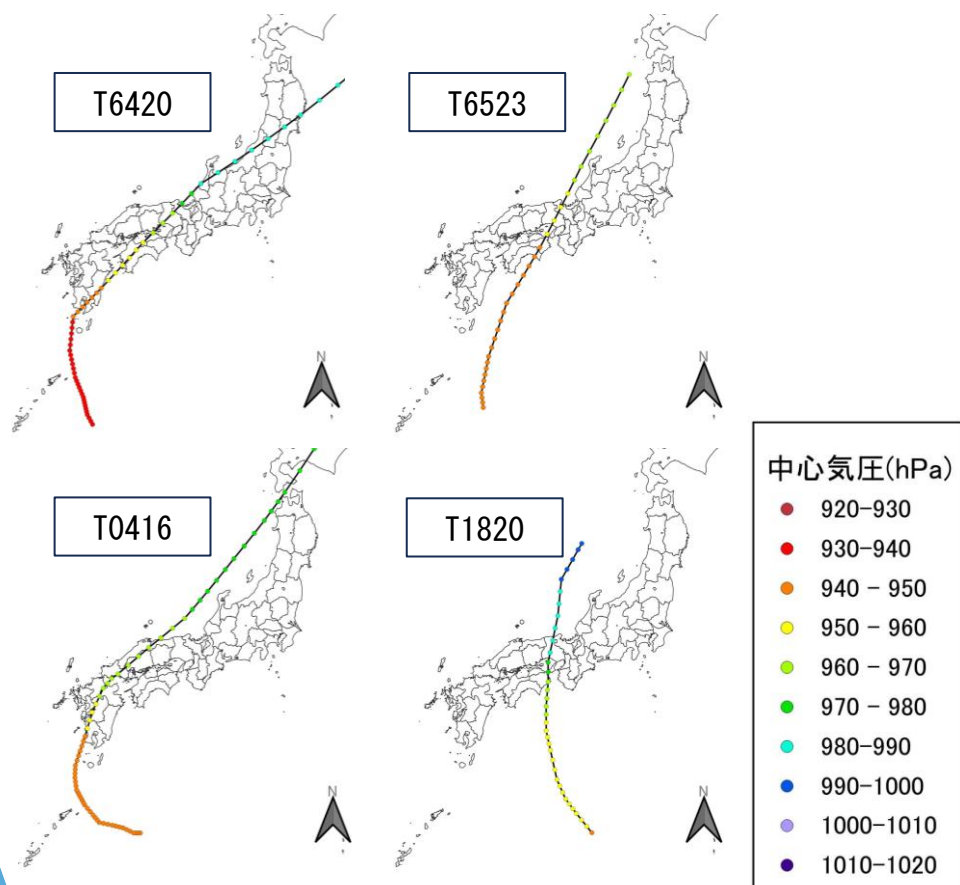
3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）

3. 1 再現計算の条件

■再現計算は、播磨沿岸において最大および上位の潮位偏差、波高が観測されたT6420（昭和39年台風第20号）、T6523（昭和40年台風第23号）、T0416（平成16年台風第16号）、T1820（平成30年台風第20号）を対象に実施

■台風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】



【再現計算条件】

項目		計算条件
気象	検討擾乱	T6420 【高潮】 T6523 【高潮】 T0416 【高潮・波浪】 T1820 【高潮】
	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
	風速の換算係数	0.625～0.800（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	各台風の播磨沿岸最接近時の県検潮所の平均天文潮位
波浪	推算手法	SWAN ver.41.31
	発達項（Sin）	Komen
	海面抵抗係数	本多・光易の式（風速上限45 m/s）
	白波砕波による減衰項（Sds）	Komen
	白波砕波等の減衰係数	2.36e-5
	周波数解像度	0.05≤f≤0.5 （24分割）
高潮	方向解像度	5°（72分割）
	計算時間間隔	300s（最小領域）
	推算手法	非線形長波方程式
	海面抵抗係数	本多・光易の式（風速上限45 m/s）
	計算時間間隔	0.40s（最小領域）
	粗度係数	0.025

3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）

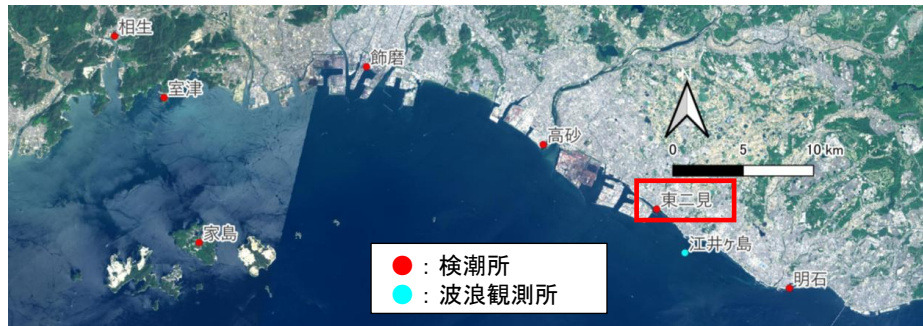
3. 2 再現計算結果【高潮】

■風速の換算係数は、潮位偏差の最大値を再現できるように、0.625～0.800の範囲（0.025刻み）で、検討擾乱毎に設定

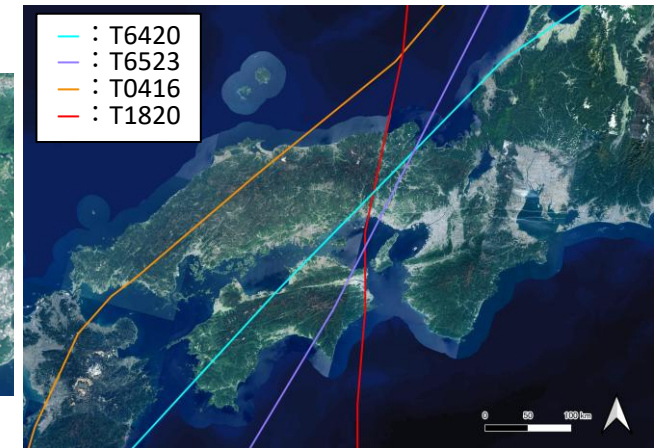
【風速の換算係数】

台風	風速の換算係数
T6420	0.700
T6523	0.775
T0416	0.650
T1820	0.775

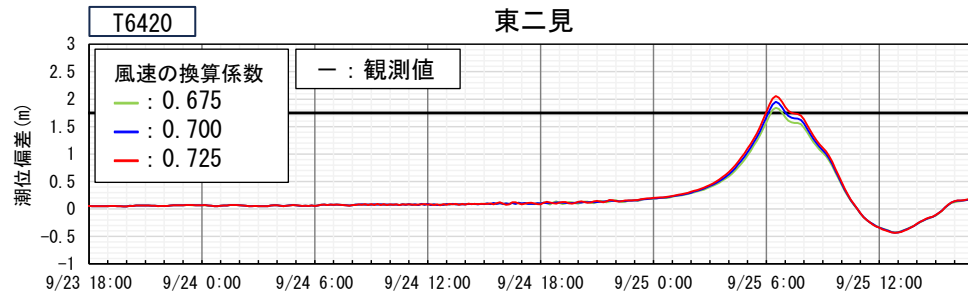
【検潮所、波浪観測所位置図】



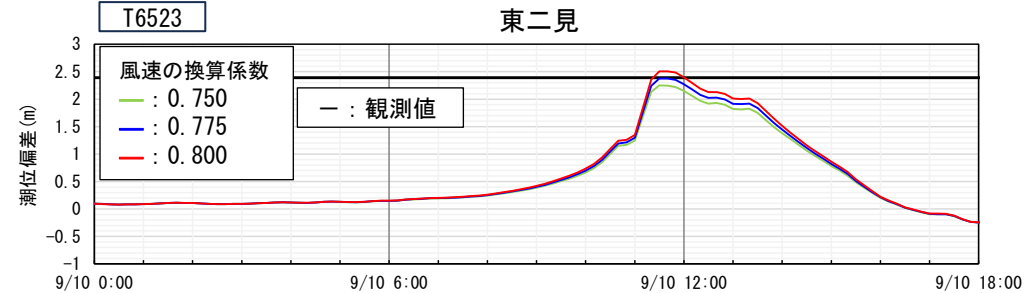
【台風経路】



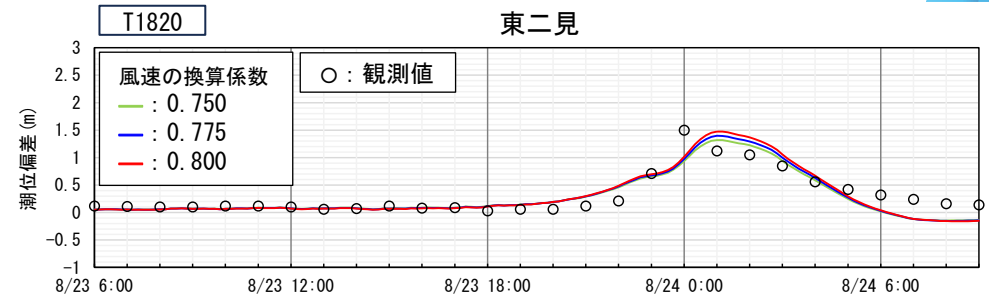
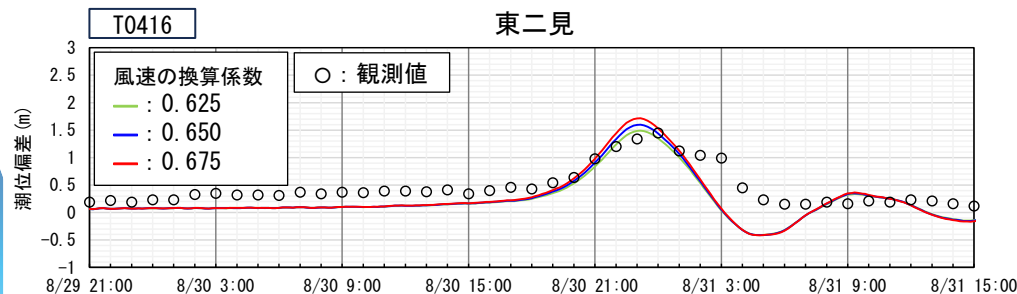
【再現計算結果（東二見検潮所）】



※最大潮位偏差のみで生起時刻が不明のためラインで記載



※最大潮位偏差のみで生起時刻が不明のためラインで記載

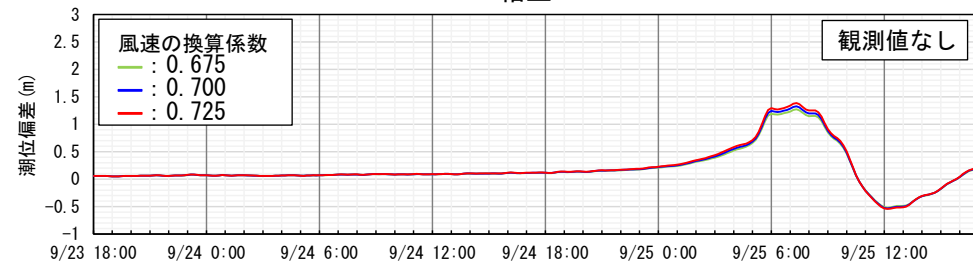


3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）

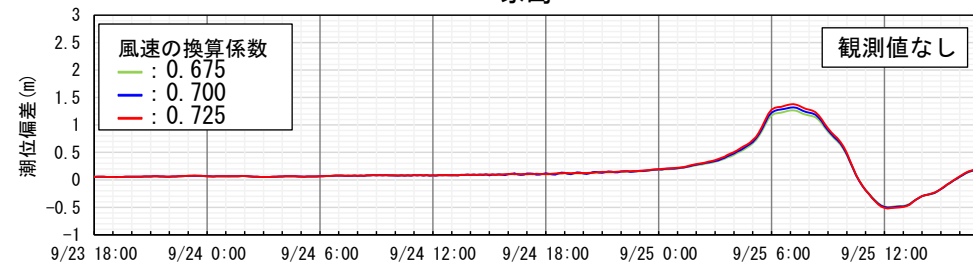
3. 2 再現計算結果【高潮】

【再現計算結果 T6420】

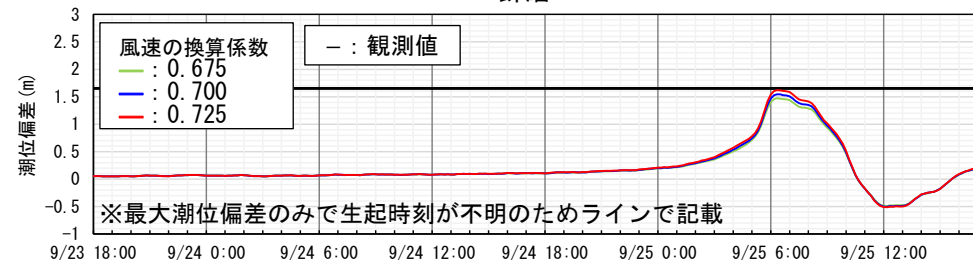
相生



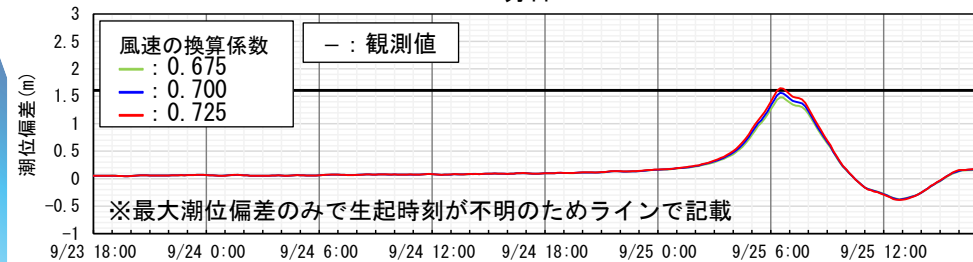
家島



飾磨

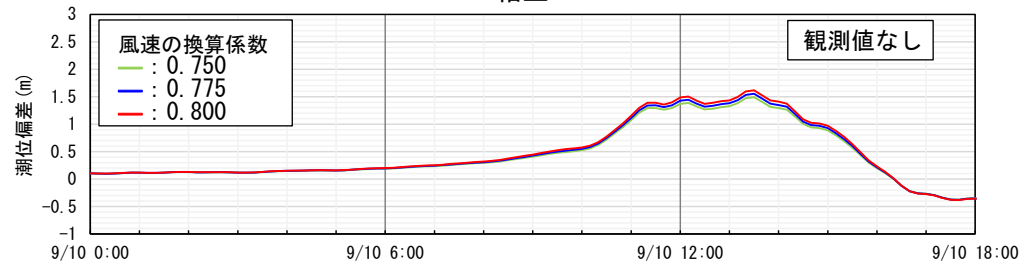


明石

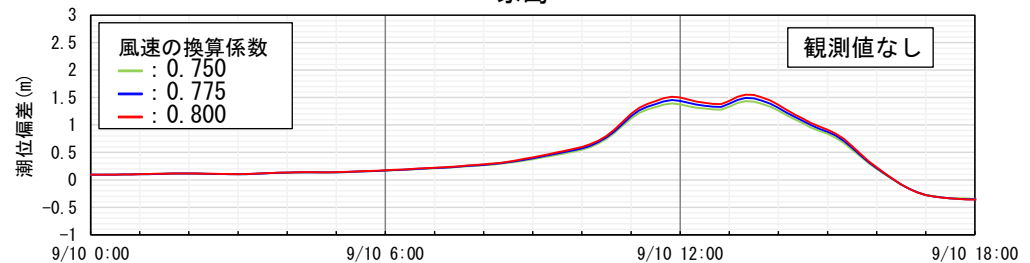


【再現計算結果 T6523】

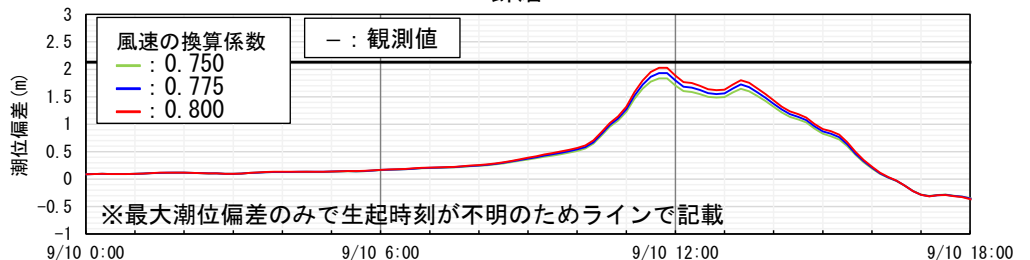
相生



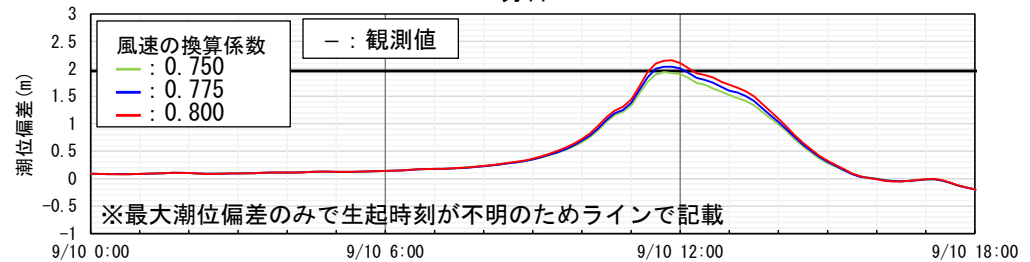
家島



飾磨



明石

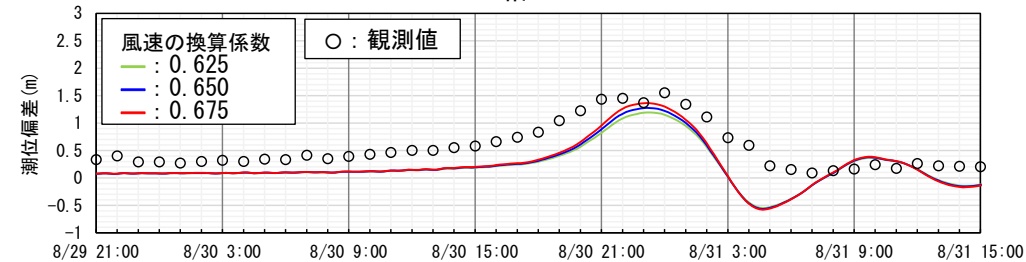


3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）

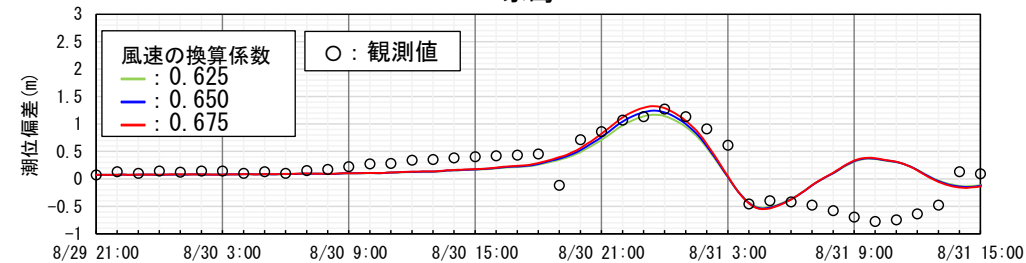
3. 2 再現計算結果【高潮】

【再現計算結果 T0416】

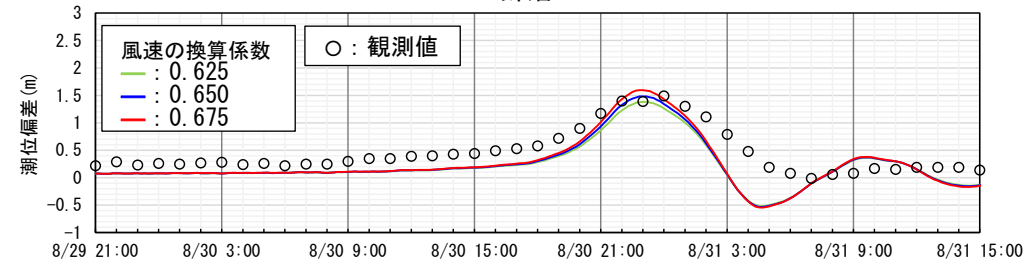
相生



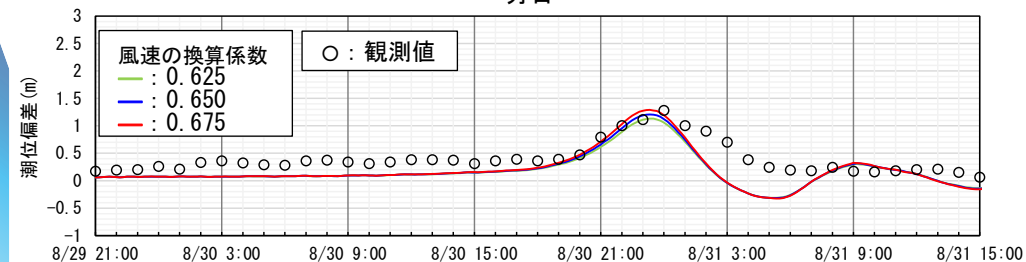
家島



飾磨

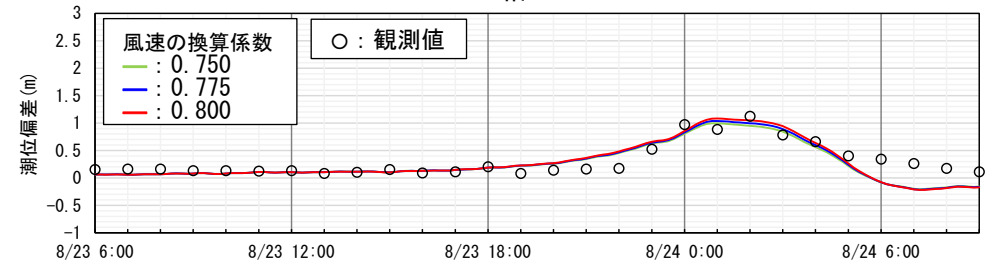


明石

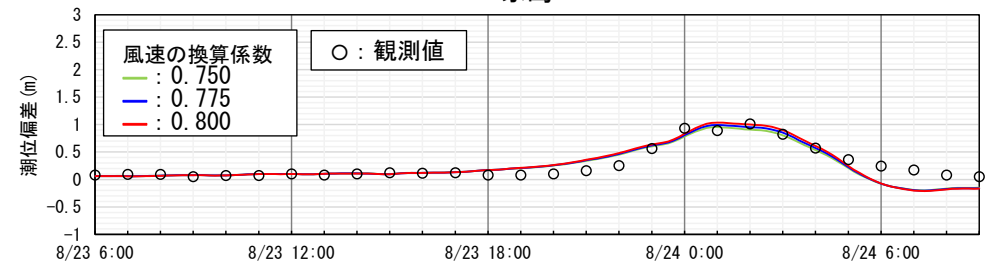


【再現計算結果 T1820】

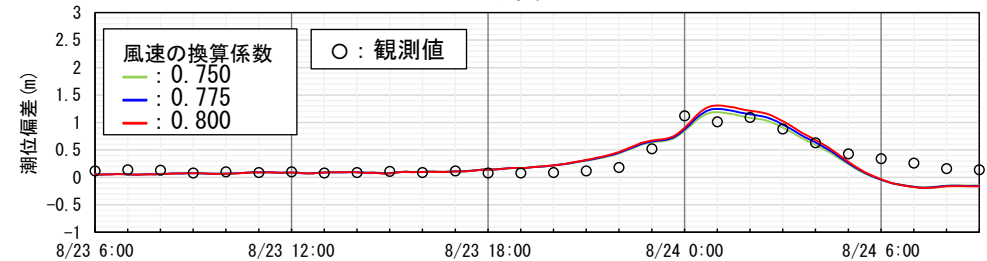
相生



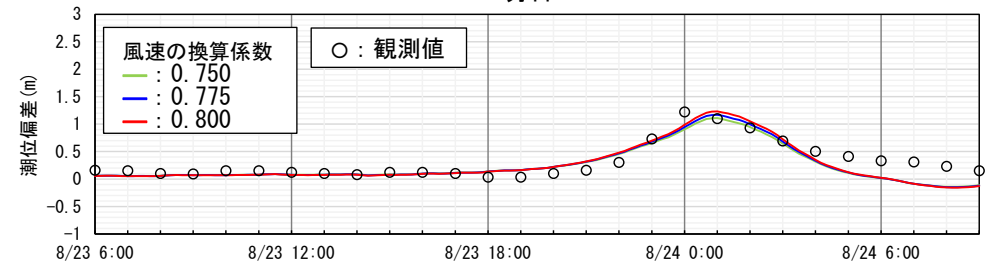
家島



飾磨



明石

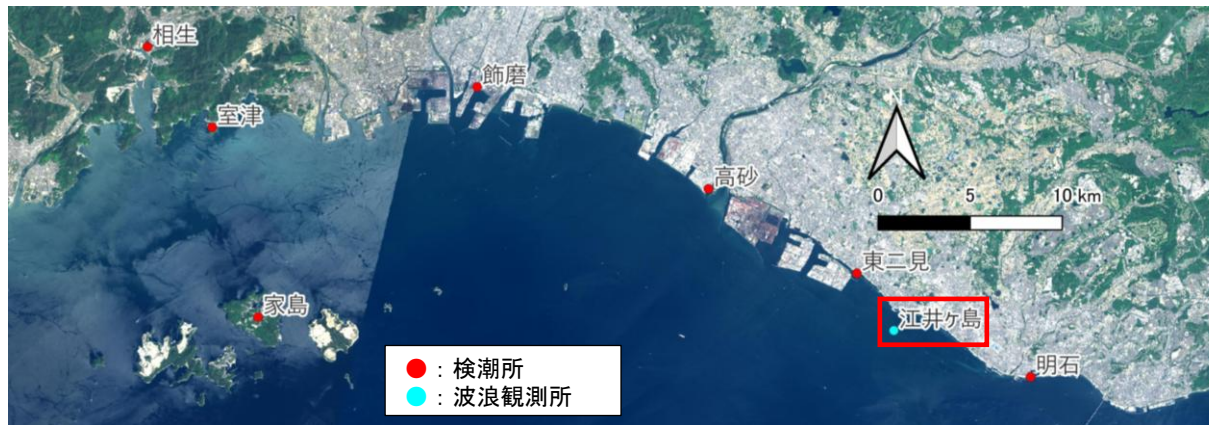


3. 高潮・波浪推算の再現計算（案）

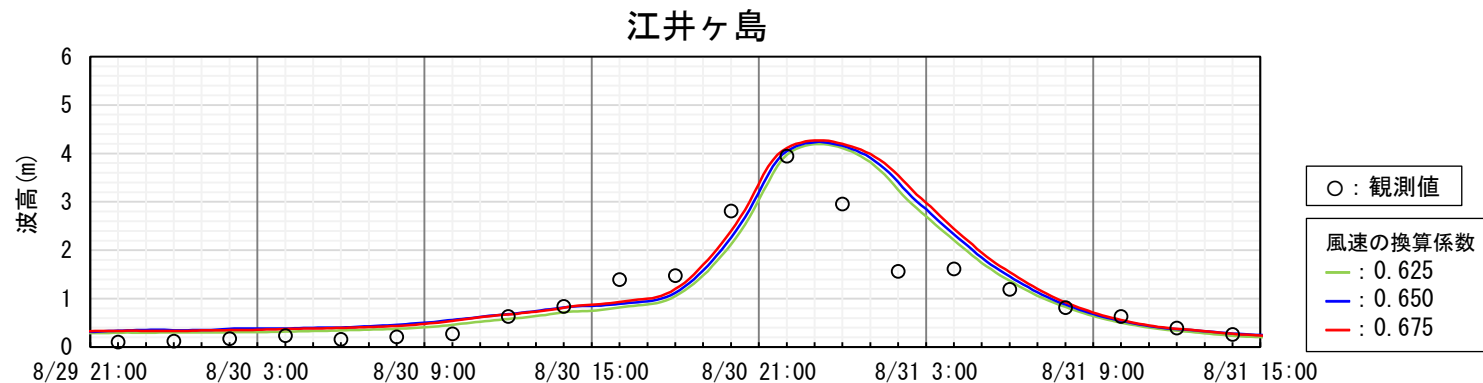
3. 2 再現計算結果【波高】

■波浪推算では、近年において江井ヶ島波浪観測所で最大波高が観測されたT0416を対象に再現計算を実施。高潮推算で検討した風速の換算係数0.650を用いて、概ねピークを再現できていることを確認

【検潮所、波浪観測所位置図】



【再現計算結果 T0416】



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通り（第2回部会における決定事項）

①T6420（昭和39年台風第20号）

②T6523（昭和40年台風第23号）

③T0416（平成16年台風第16号）

④T1820（平成30年台風第20号）

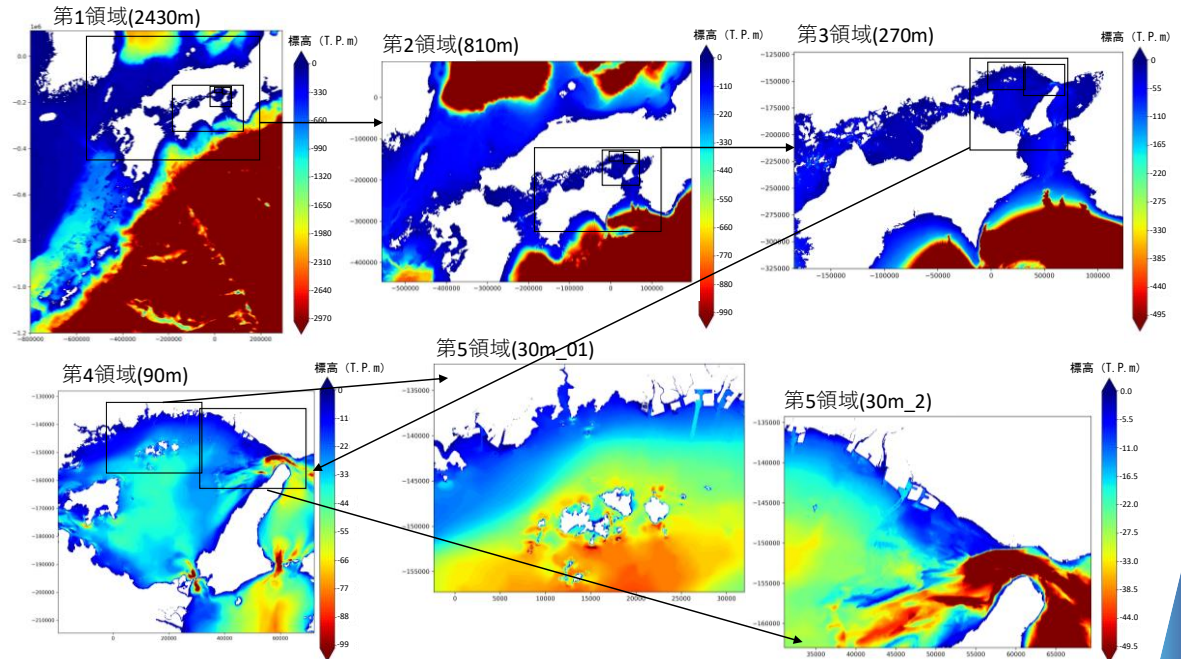
気圧場：経験的台風モデル（M y e r s の式）

風場：傾度風と移動風をベクトル合成

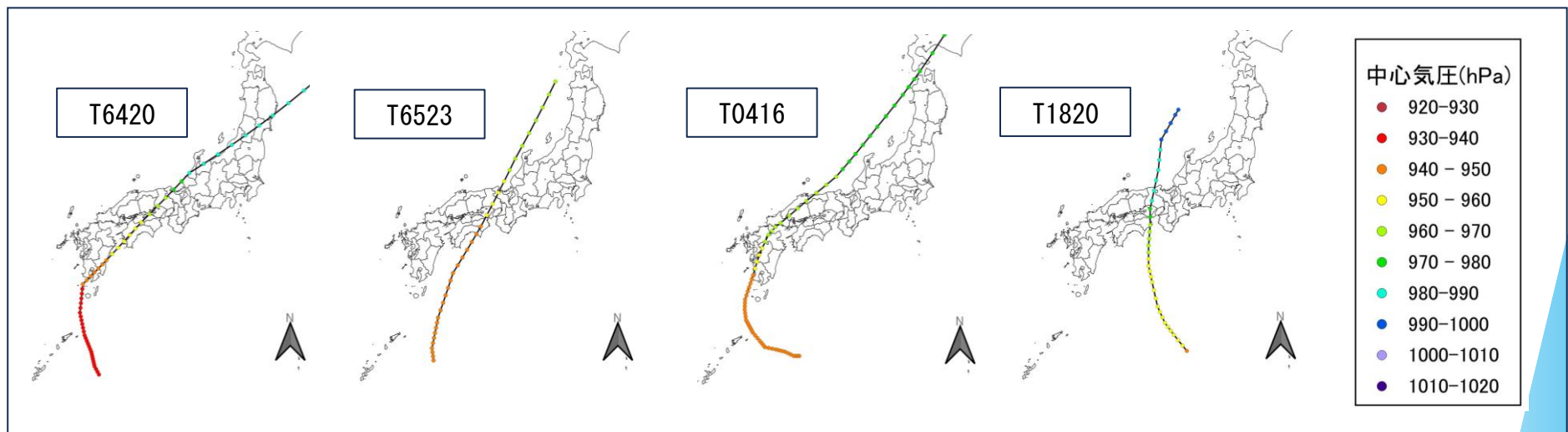
高潮推算：非線形長波理論式

波浪推算：第三世代波浪推算モデル S W A N

【計算範囲】



【台風移動経路】



4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

4. 1 計算条件

■前頁①②③④の4ケースの擾乱を対象として検討

■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	検討擾乱	T6420（昭和39年台風第20号）、T6523（昭和40年台風第23号）、T0416（平成16年台風第16号）、T1820（平成30年台風第20号）		
	推算手法	Myersモデル		
	中心気圧	T6420: 964hPa（気圧低下量49hPa 実績値） T6523: 958hPa（気圧低下量55hPa 実績値） T0416: 967hPa（気圧低下量46hPa 実績値） T1820: 974hPa（気圧低下量39hPa 実績値）	T6523: 954hPa（気圧低下量55hPa×1.06） ※現在気候の高潮・波浪推算結果より、T6523を計画外力の対象擾乱として設定（p.12、13参照）	T6523: 952hPa（気圧低下量55hPa×1.10） ※現在気候の高潮・波浪推算結果より、T6523を計画外力の対象擾乱として設定（p.12、13参照）
	移動経路	実績値		
	最大風速半径	国総研モデル		
	風速の換算係数	T6420: 0.700、T6523: 0.775、T0416: 0.650、T1820: 0.775		
	風の吹込み角	30°		
潮位	超傾度風	考慮しない		
	潮位条件	T.P.+1.00m	T.P.+1.40m	T.P.+1.60m
波浪	推算手法	SWAN ver.41.31		
	発達項（Sin）	Komen		
	海面抵抗係数	本多・光易の式（風速上限45m/s）		
	白波砕波による減衰項（Sds, wcap）	Komen		
	白波砕波による減衰係数	2.36e-5		
	周波数解像度	0.05≤f≤0.5（24分割）		
	方向解像度	5°（72分割）		
	計算時間間隔	300s（最小領域）		
高潮	推算手法	非線形長波方程式		
	海面抵抗係数	本多・光易の式（風速上限45m/s）		
	計算時間間隔	0.4s（最小領域）		
	粗度係数	0.025		

2℃上昇、4℃上昇シナリオの中心気圧に乗じる比率は、「5. 1 将来気候での台風強力化の設定」を参照

4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

4. 1 計算条件

- ①4ケースの検討擾乱の推算結果を比較
- ②潮位偏差・波高は以下を対象に抽出整理

【潮位偏差】 海岸保全施設前面、 【波高】 県設定の沖波・準沖波地点

【潮位偏差抽出位置】



【波高抽出位置】



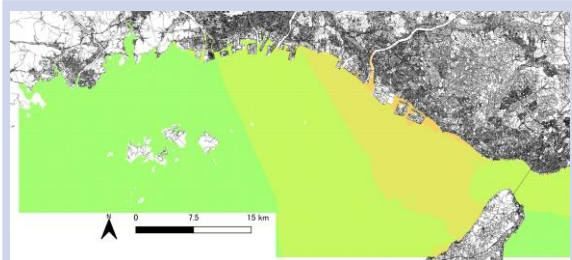
4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

4. 2 高潮推算結果

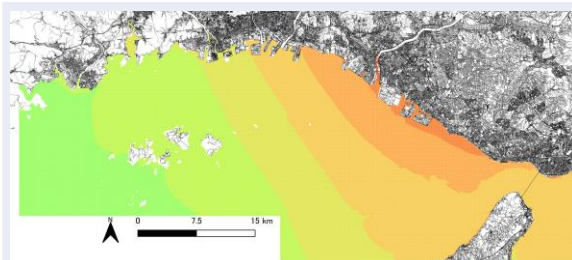
■高潮推算の結果、最大潮位偏差はT6523が最も大きくなるため、将来気候の高潮推算はT6523を対象に実施

最大潮位偏差

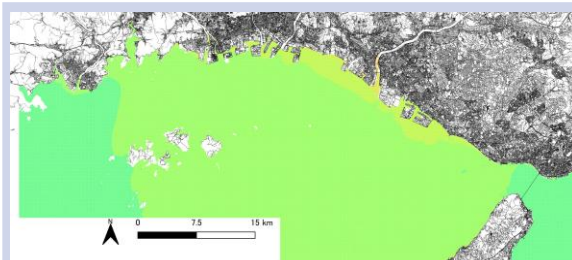
T6420



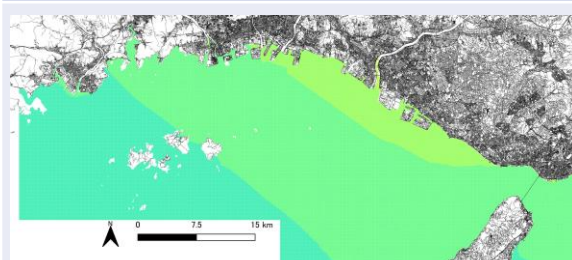
T6523



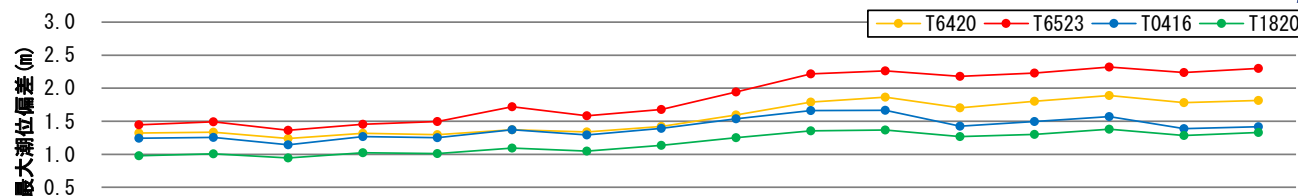
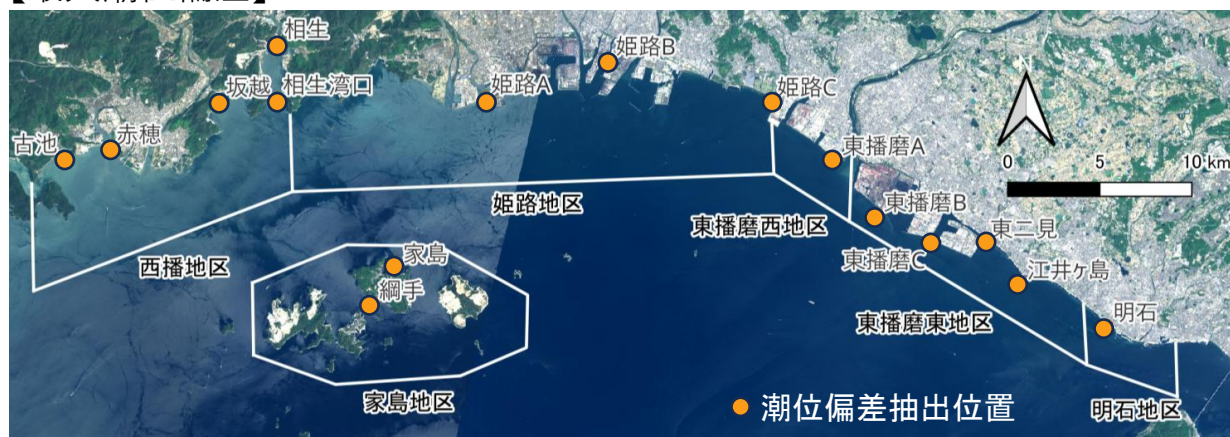
T0416



T1820

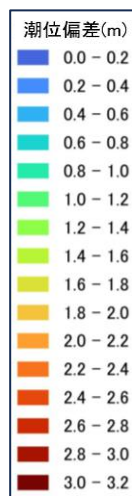


【最大潮位偏差】



水位偏差(m)		0.0																																	
0.0 - 0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.6 - 0.8	瀬島地区		家島		古池		赤穂		坂越		相生		相生湾口		姫路A		姫路B		姫路C		東播磨A		東播磨B		東播磨C		東二見		江井ヶ島		明石	

項目	気候	想定 台風	家島地区		西播地区					姫路地区			東播磨 西地区	東播磨東地区					明石 地区
			綱手	家島	古池	赤穂	坂越	相生	相生 湾口	姫路A	姫路B	姫路C	東播磨 A	東播磨 B	東播磨 C	東二見	江井ヶ 島	明石	
最大 潮位 偏差 (m)	現在 気候	T6420	1.32	1.33	1.24	1.32	1.30	1.37	1.34	1.42	1.60	1.79	1.86	1.70	1.80	1.89	1.78	1.81	
		T6523	1.45	1.49	1.36	1.45	1.50	1.72	1.58	1.68	1.94	2.22	2.26	2.18	2.23	2.32	2.24	2.30	
		T0416	1.25	1.26	1.14	1.27	1.25	1.37	1.29	1.39	1.54	1.66	1.67	1.42	1.50	1.57	1.39	1.42	
		T1820	0.98	1.01	0.94	1.02	1.01	1.09	1.05	1.13	1.25	1.36	1.37	1.27	1.30	1.38	1.29	1.33	



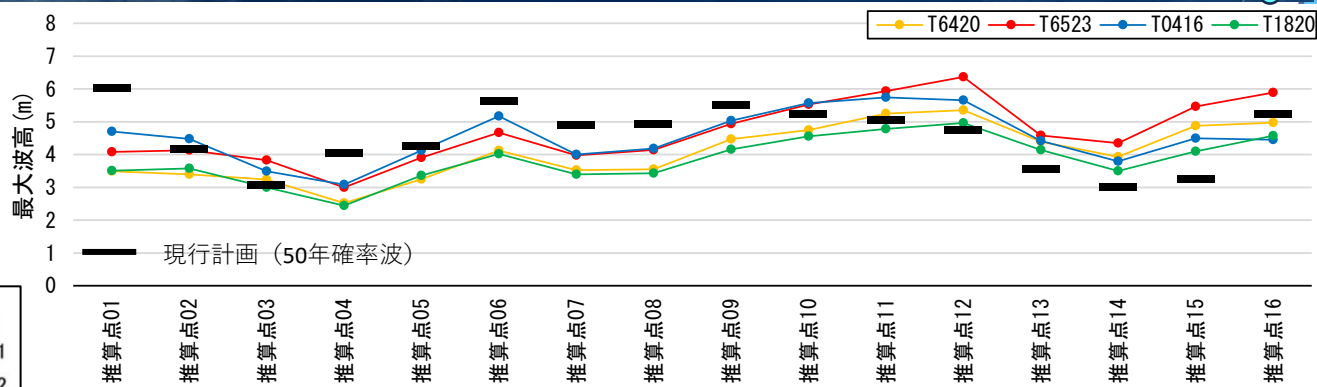
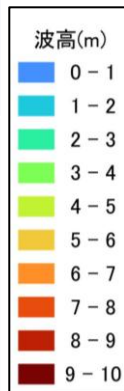
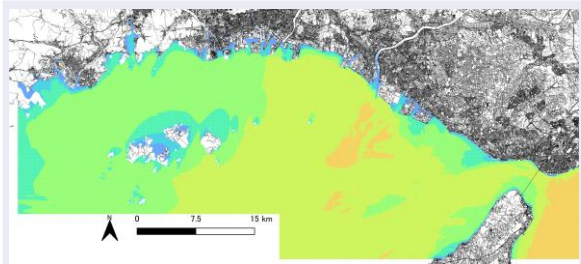
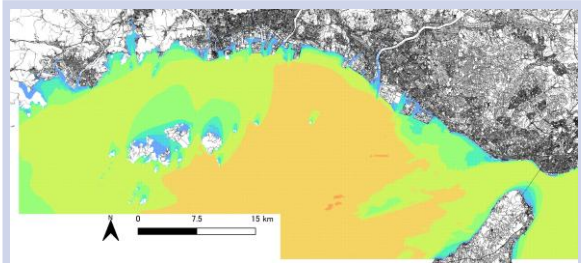
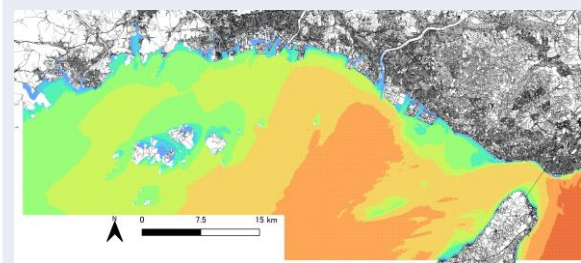
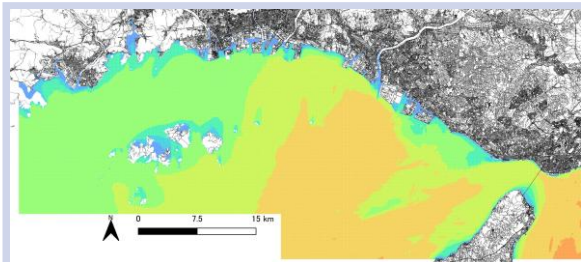
4. 現在気候における高潮・波浪推算（案）

4. 3 波浪推算結果

■波浪推算の結果、潮位偏差より設定したT6523の最大波高が大部分の抽出位置において大きく、現行計画の50年確率波高と同程度であるため、将来気候の波浪推算はT6523を対象に実施

【最大波高】

最大波高



項目	気候	想定 台風	推算点 01	推算点 02	推算点 03	推算点 04	推算点 05	推算点 06	推算点 07	推算点 08	推算点 09	推算点 10	推算点 11	推算点 12	推算点 13	推算点 14	推算点 15	推算点 16
最大 波高 (m)	現在 気候	T6420	3.49	3.40	3.24	2.52	3.25	4.12	3.53	3.55	4.47	4.75	5.25	5.35	4.39	3.93	4.88	4.97
		T6523	4.08	4.13	3.83	3.00	3.91	4.67	3.98	4.14	4.94	5.53	5.93	6.37	4.58	4.35	5.47	5.89
		T0416	4.70	4.48	3.49	3.08	4.12	5.17	4.00	4.18	5.03	5.57	5.74	5.66	4.42	3.79	4.50	4.45
		T1820	3.51	3.58	3.00	2.44	3.36	4.02	3.40	3.43	4.16	4.56	4.78	4.96	4.14	3.50	4.10	4.57

5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 1 将来気候での台風強力化の設定

■台風強力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検討対象擾乱（T6523）が、明石の緯度を通過時の中心気圧（現在気候）に相当する再現期間を把握
- 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・将来気候における検討対象擾乱（T6523）の中心気圧を把握
- 3) 現在気候と将来気候の気圧低下量の比率を算定
- 4) 想定台風の気圧低下量（実績値）に 3) の比率を乗じて気候変動後の中心気圧を設定

検討対象擾乱（T6523）の将来気候の中心気圧

台風	気象庁ベスト トラックデータ（実績）		現在気候 （過去実験）	将来気候			
				2℃上昇		4℃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
T6523	953.42 (59.58)	19	957.65 (55.35)	954.16 (58.84)	1.06	952.14 (60.86)	1.10

中心気圧欄の（ ）は、標準気圧からの気圧低下量である

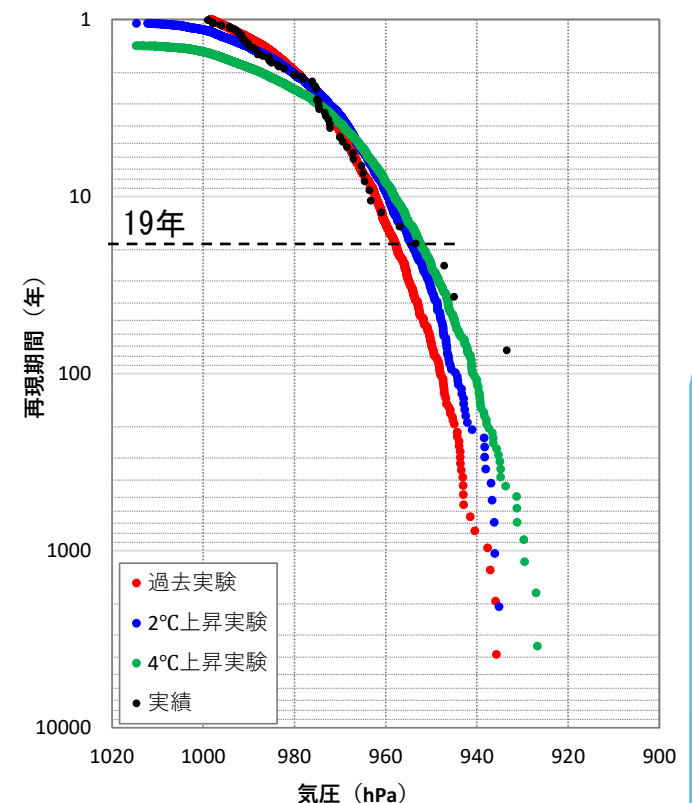
※再現期間は、気象庁ベストトラックデータ（1951～2023）の明石の緯度を通過時の中心気圧より算出

参考）その他擾乱の将来気候の中心気圧

台風	気象庁ベスト トラックデータ（実績）		現在気候 （過去実験）	将来気候			
				2℃上昇		4℃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
T6420	964.60 (48.40)	8	964.01 (48.99)	961.41 (51.59)	1.05	960.27 (52.73)	1.08
T0416	967.05 (45.95)	6	966.77 (46.23)	964.06 (48.94)	1.06	963.76 (49.24)	1.07
T1820	974.70 (38.30)	3	973.88 (39.12)	972.46 (40.54)	1.04	974.77 (38.23)	0.98

中心気圧欄の（ ）は、標準気圧からの気圧低下量である

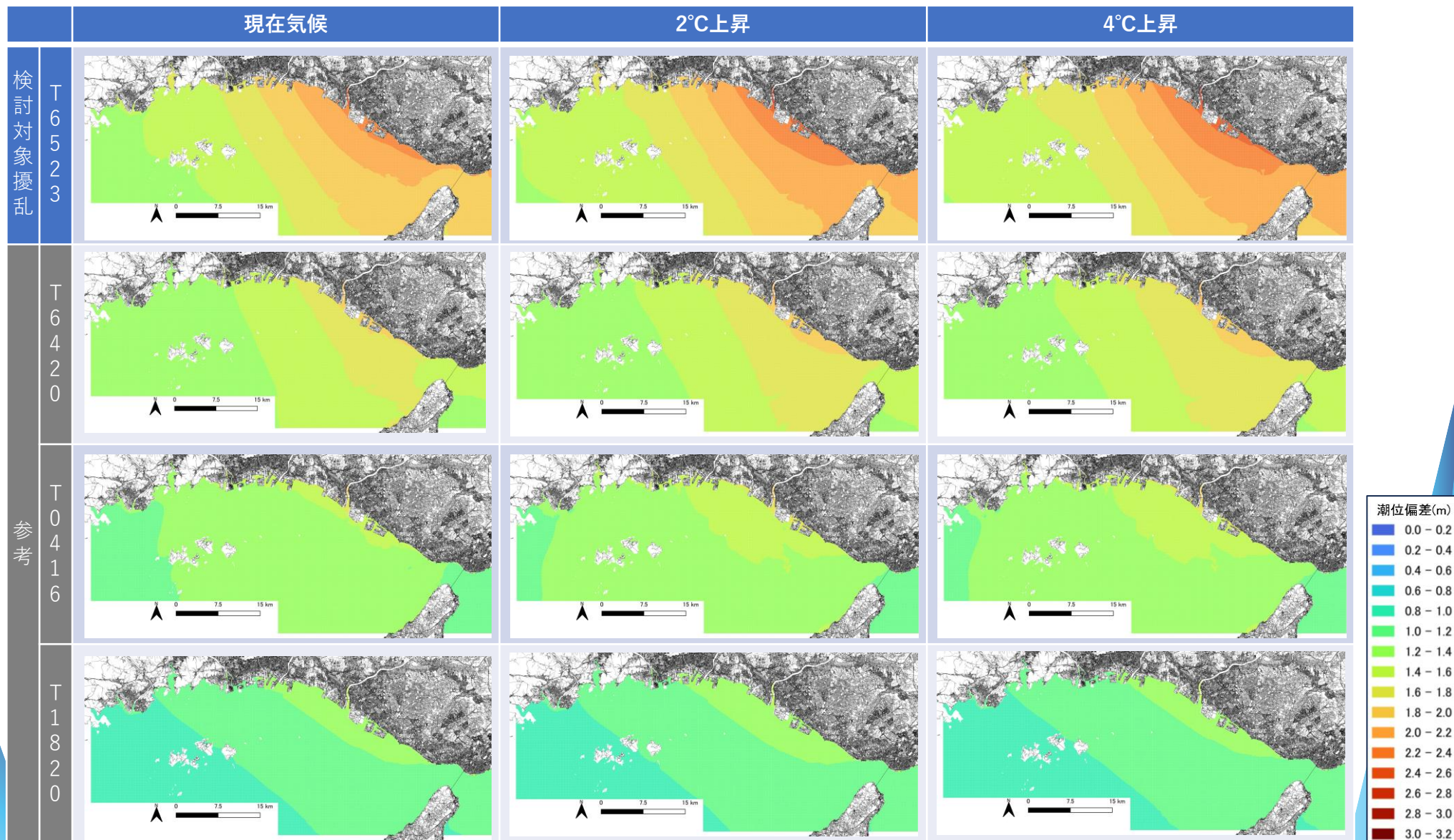
※再現期間は、気象庁ベストトラックデータ（1951～2023）の明石の緯度を通過時の中心気圧より算出



5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 2 高潮推算結果

■将来気候の検討でも、最大潮位偏差はT6523（昭和40年台風第23号）が最も大きくなる

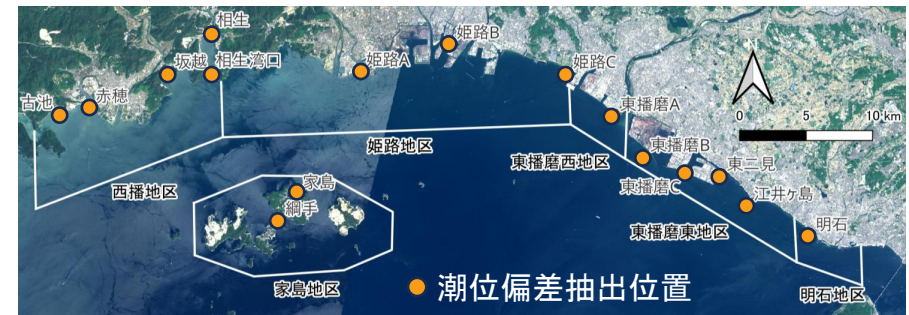


5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

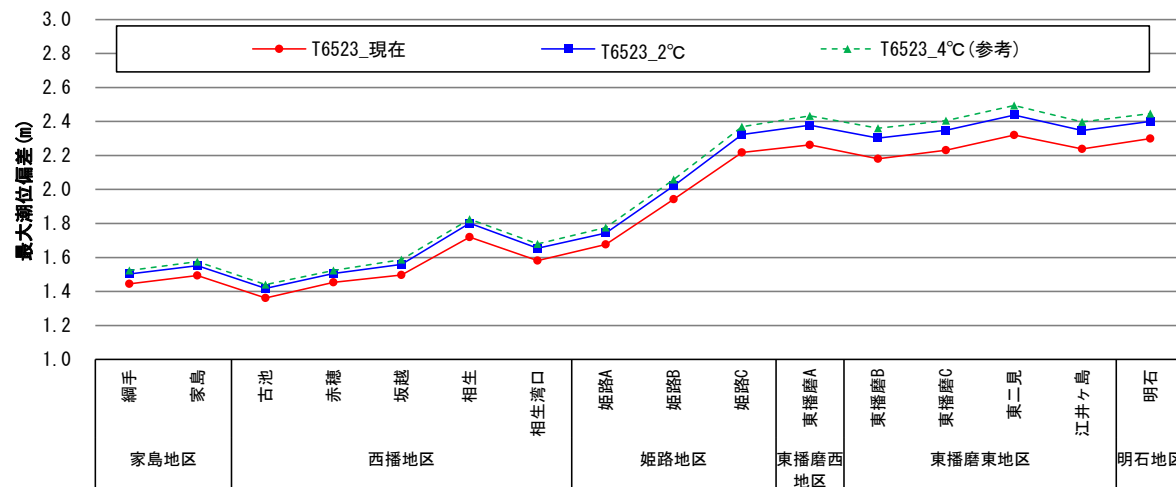
5. 2 高潮推算結果

■将来気候（2℃上昇）では、最大潮位偏差が概ね0.1m程度大きくなる

■最大潮位偏差は沿岸西側で低く、東側で高くなる分布を有しており、各地区の最大値を将来の計画外力の設定に用いる



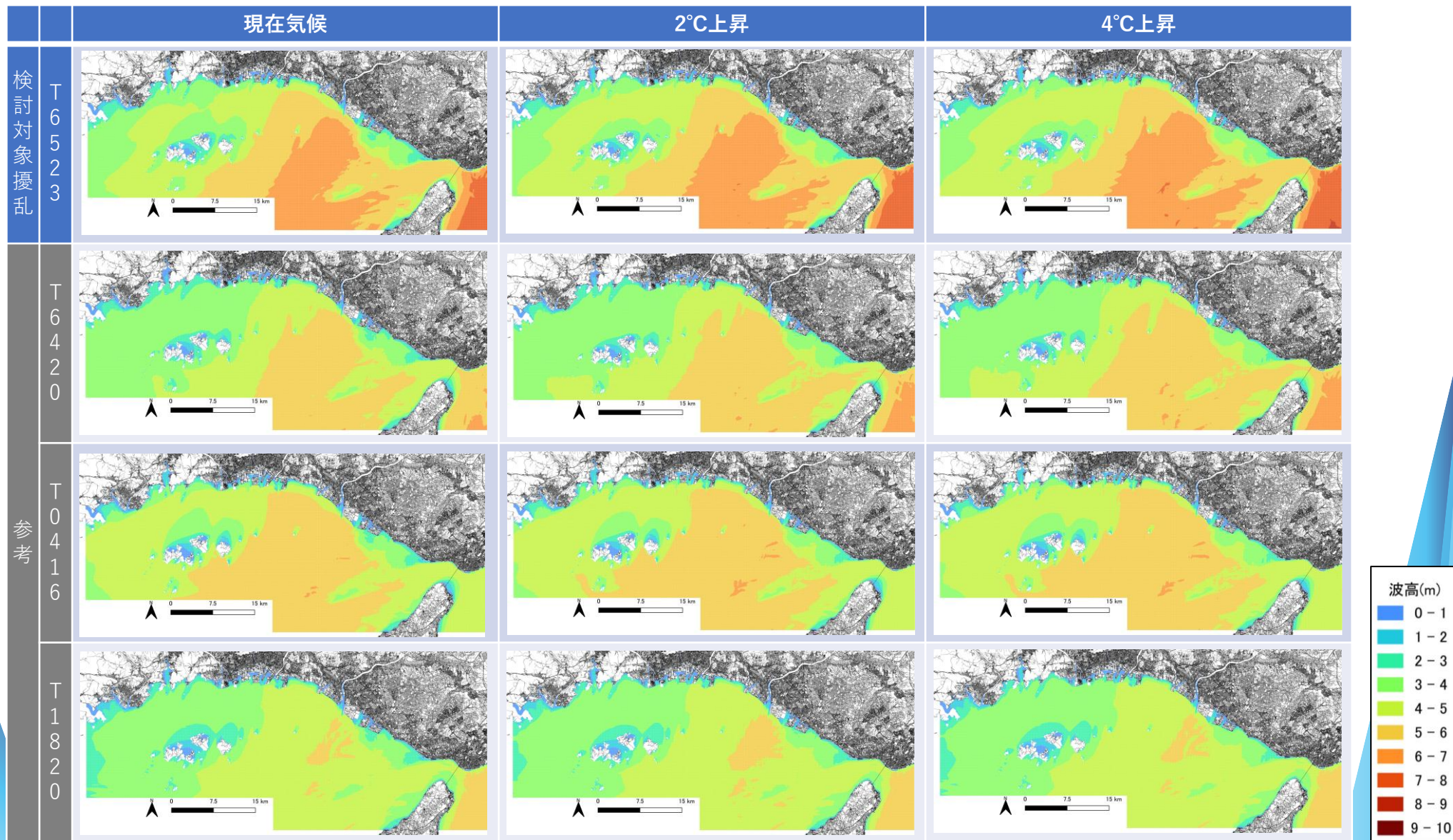
項目	気 候	家島地区		西播地区					姫路地区			東播磨西地区	東播磨東地区				明石地区	全地区平均
		網手	家島	古池	赤穂	坂越	相生	相生湾口	姫路A	姫路B	姫路C	東播磨A	東播磨B	東播磨C	東二見	江井ヶ島	明石	
最大潮位偏差 (m)	現在気候	1.45	1.49	1.36	1.45	1.50	1.72	1.58	1.68	1.94	2.22	2.26	2.18	2.23	2.32	2.24	2.30	—
	2℃上昇	1.50	1.55	1.42	1.51	1.56	1.80	1.65	1.74	2.02	2.32	2.38	2.30	2.35	2.44	2.35	2.40	—
	4℃上昇 (参考)	1.52	1.58	1.44	1.52	1.59	1.83	1.68	1.78	2.06	2.37	2.43	2.36	2.41	2.49	2.40	2.45	—
地区最大値 (m)	現在気候	1.49		1.72					2.22			2.26	2.32				2.30	—
	2℃上昇	1.55		1.80					2.32			2.38	2.44				2.40	—
	4℃上昇 (参考)	1.58		1.83					2.37			2.43	2.49				2.45	—
変化比 (参考)	2℃上昇 (参考)	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04
	4℃上昇 (参考)	1.05	1.06	1.06	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.07	1.07	1.07



5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 3 波浪推算結果

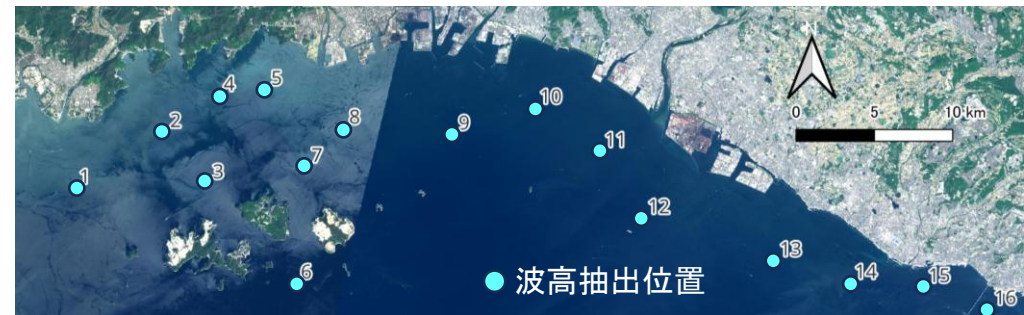
■将来気候の検討でも、最大波高は大部分の抽出位置においてT6523（昭和40年台風第23号）が大きくなる



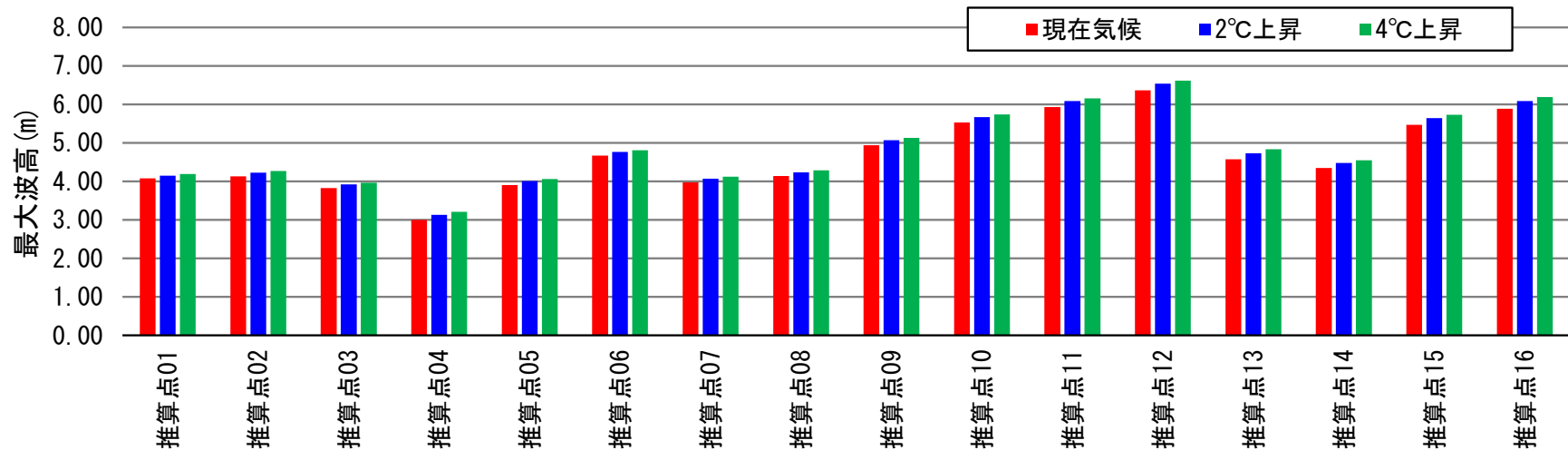
5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 3 波浪推算結果

■将来気候（2℃上昇）では、最大波高が約3%大きくなる



項目	気候	推算点01	推算点02	推算点03	推算点04	推算点05	推算点06	推算点07	推算点08	推算点09	推算点10	推算点11	推算点12	推算点13	推算点14	推算点15	推算点16	平均
最大波高(m)	現在気候	4.08	4.13	3.83	3.00	3.91	4.67	3.98	4.14	4.94	5.53	5.93	6.37	4.58	4.35	5.47	5.89	—
	2℃上昇	4.15	4.23	3.92	3.13	4.01	4.77	4.07	4.24	5.07	5.67	6.09	6.54	4.73	4.48	5.65	6.09	—
	4℃上昇(参考)	4.19	4.27	3.97	3.21	4.06	4.81	4.12	4.29	5.13	5.74	6.16	6.62	4.84	4.55	5.73	6.19	—
変化比	2℃上昇	1.02	1.02	1.02	1.04	1.03	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
	4℃上昇(参考)	1.03	1.03	1.04	1.07	1.04	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.06	1.05	1.05	1.05	1.04

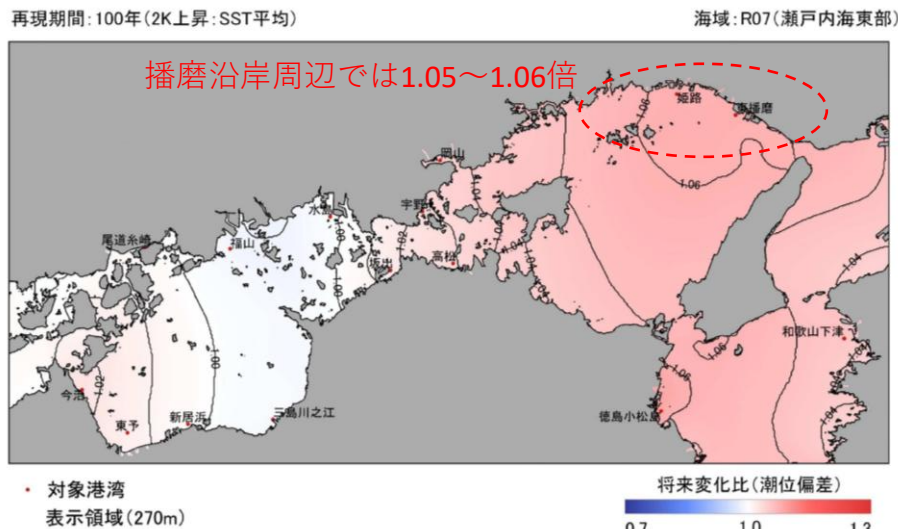


5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

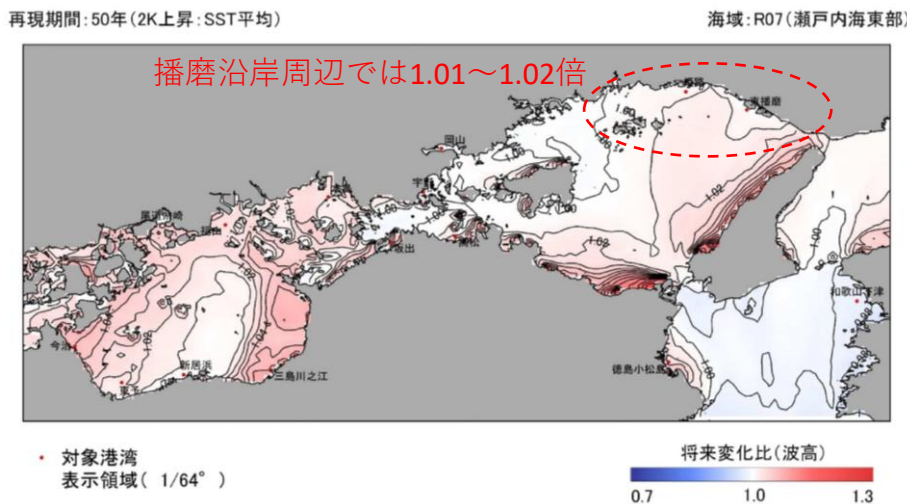
5. 4 将来気候における変化比【参考】

■「港湾における気候変動適応策の実装方針」にて示されている播磨沿岸周辺の変化比は、潮位偏差1.05～1.06倍、波高1.01～1.02倍であり、今回検討した値（潮位偏差1.04倍、波高1.03倍）と概ね同程度

将来変化比の平面分布（2℃上昇シナリオ平均、潮位偏差）※



将来変化比の平面分布（2℃上昇シナリオ平均、波高）※



海域別の潮位偏差・波浪の将来変化比※

表 2 海域別の潮位偏差・波浪の将来変化比

海域	将来変化比		対象港湾（重要港湾以上）
	潮位偏差	波高	
北海道日本海側	1.01	1.01	稚内港・留萌港・石狩湾新港・小樽港・函館港
オホーツク海	1.00	1.03	紋別港・網走港・根室港（根室）
北海道太平洋側（東側）	1.01	1.02	根室港（花咲）・釧路港・十勝港
北海道太平洋側（西側）	1.01	1.02	苫小牧港・室蘭港
陸奥湾	1.02	1.04	青森港
東北太平洋側	1.05	1.04	むつ小川原港・八戸港・久慈港・宮古港・釜石港・大船渡港・仙台塩釜港・相馬港・小名浜港
北関東	1.07	1.09	茨城港・鹿島港
東京湾	1.10	1.02	千葉港・木更津港・東京港・横浜港・川崎港・横浜須賀港
駿河湾	1.02	1.02	御前崎港・田子の浦港・清水港
伊勢湾	1.07	1.00	名古屋港・衣浦港・三河港・四日市港・津松坂港
紀伊半島	1.03	1.00	尾鷲港・日高港・和歌山下津港
大阪湾	1.06	1.04	大阪港・堺北港・阪南港・神戸港・尼崎西宮芦屋港
四国太平洋側	1.07	1.02	徳島小松島港・橘港・高知港・須崎港・宿毛湾港・宇和島港
瀬戸内海（東部：播磨灘・燧灘）	1.02	1.02	東播磨港・姫路港・岡山港・宇野港・水島港・福山港・尾道糸崎港・今治港・東予港・新居浜港・三島川之江港・坂出港・高松港

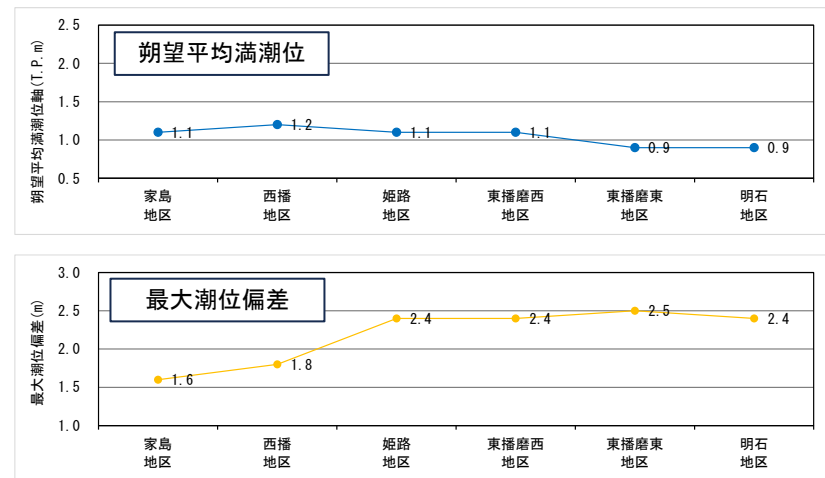
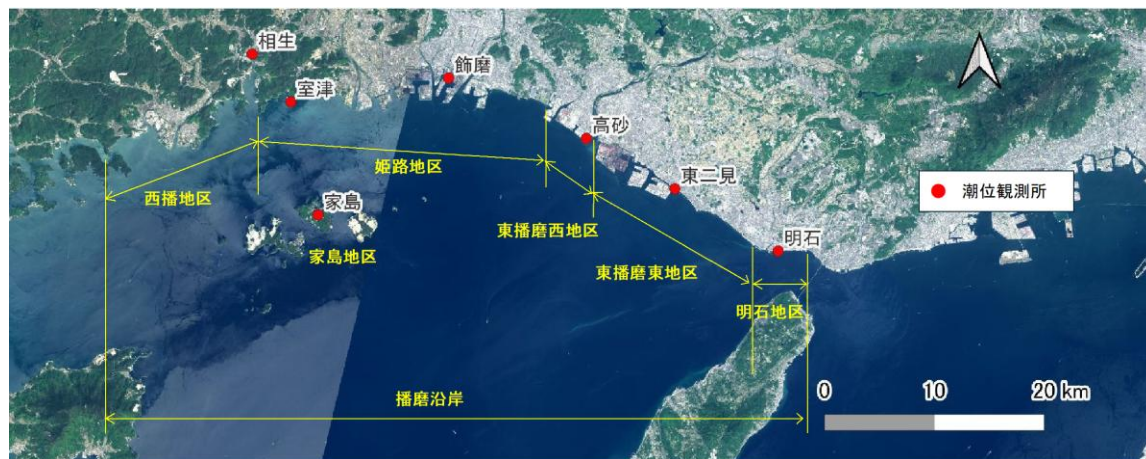
※出典：港湾における気候変動適応策の実装方針
（港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会）

5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

5. 5 将来気候における計画外力【設計高潮位】

■ 朔望平均満潮位、最大潮位偏差の特性を踏まえ、将来気候における設計高潮位を設定

【播磨沿岸各地区の朔望平均満潮位と最大潮位偏差】



朔望平均満潮位、最大潮位偏差は10cm単位で切り上げて設定

【播磨沿岸の設計高潮位】

項目	家島地区	西播地区	姫路地区	東播磨西地区	東播磨東地区	明石地区
①朔望平均満潮位 (T. P. m)	1. 1	1. 2	1. 1	1. 1	0. 9	0. 9
②海面上昇量 (m)	0. 4					
③潮位偏差 (m)	1. 6	1. 8	2. 4	2. 4	2. 5	2. 4
設計高潮位 (T. P. m) (①+②+③)	3. 1	3. 4	3. 9	3. 9	3. 8	3. 7
参考) 現行計画の設計高潮位 (T. P. m)	2. 4	2. 65				2. 8
	既往最高潮位で設定					H. W. L (T. P. +0. 6m) +既往最大偏差 (2. 2m)

現在気候における設計高潮位は、赤枠の数値から、気候変動による海面上昇量0.4mと潮位偏差の増大量0.1m(p.16参照)の計0.5mを差し引いた値となる。現在気候の設計高潮位は、現行計画の設計高潮位よりも高くなっており、手法の違い等により、過小評価となっていないことを確認している。

①朔望平均満潮位、②海面上昇量、③潮位偏差は10cm単位で切り上げて設定

朔望平均満潮位は、近5ヶ年(2019～2023年)の平均値。家島地区の家島潮位観測所の朔望平均満潮位の統計データは2022年以降しか存在しないため、近傍の姫路地区の値を使用

5. 将来気候における高潮・波浪推算（案）

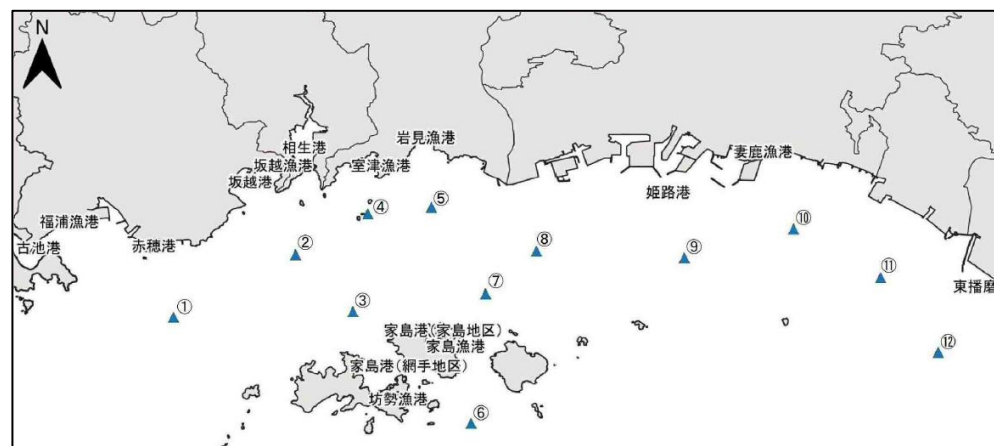
5. 5 将来気候における計画外力【沖波・準沖波】

■ 現行計画の50年確率波高にT6523の波高変化比1.03倍を適用

【将来気候における50年確率波】

地点 No.	水深 (m)	諸元	SE		SSE		S		SSW		SW	
			現在	将来	現在	将来	現在	将来	現在	将来	現在	将来
1※	12.5	波高(m)	5.96	6.14	6.04	6.22	6.04	6.22	5.33	5.49	3.20	3.30
		周期(s)	10.2	10.4	10.2	10.4	10.2	10.4	9.5	9.6	7.1	7.2
2※	13.5	波高(m)	3.33	3.43	4.16	4.28	4.14	4.26	4.07	4.19	3.09	3.18
		周期(s)	7.0	7.1	8.1	8.2	8.1	8.2	8.0	8.1	6.8	6.9
3※	30.2	波高(m)	2.83	2.91	2.93	3.02	2.93	3.02	2.55	2.63	2.81	2.89
		周期(s)	6.4	6.5	6.5	6.6	6.5	6.6	6.6	6.7	6.3	6.4
4※	12.0	波高(m)	3.82	3.93	4.05	4.17	3.94	4.06	3.65	3.76	3.45	3.55
		周期(s)	7.7	7.8	8.0	8.1	7.8	8.0	7.5	7.6	7.2	7.3
5※	13.0	波高(m)	4.20	4.33	4.27	4.40	4.22	4.35	3.34	3.44	3.06	3.15
		周期(s)	8.2	8.3	8.2	8.4	8.2	8.3	7.1	7.2	6.7	6.8
6※	32.2	波高(m)	5.06	5.21	5.62	5.79	5.62	5.79	5.60	5.77	3.93	4.05
		周期(s)	9.2	9.3	9.8	10.0	9.8	10.0	9.8	10.0	8.2	8.3
7※	26.5	波高(m)	3.46	3.56	4.59	4.73	4.89	5.04	4.87	5.02	2.84	2.93
		周期(s)	7.4	7.5	8.6	8.8	9.0	9.1	8.9	9.1	6.5	6.6
8※	20.0	波高(m)	4.54	4.68	4.93	5.08	4.85	5.00	4.19	4.32	3.14	3.23
		周期(s)	8.6	8.7	9.0	9.2	8.9	9.1	8.4	8.5	6.8	6.9
9※	20.0	波高(m)	3.87	3.99	5.52	5.69	5.49	5.65	5.50	5.67	4.89	5.04
		周期(s)	8.2	8.3	9.7	9.9	9.6	9.8	9.7	9.8	9.0	9.1
10※	15.0	波高(m)	3.72	3.83	4.17	4.30	5.25	5.41	5.18	5.34	5.09	5.24
		周期(s)	8.0	8.1	8.4	8.6	9.4	9.6	9.3	9.5	9.2	9.4
11※	17.0	波高(m)	3.63	3.74	4.14	4.26	5.04	5.19	5.06	5.21	4.90	5.05
		周期(s)	7.4	7.6	8.1	8.2	9.1	9.3	9.2	9.3	9.0	9.2
12※	19.0	波高(m)	3.36	3.46	3.71	3.82	4.58	4.72	4.76	4.90	4.73	4.87
		周期(s)	7.1	7.2	7.5	7.7	8.6	8.8	8.8	9.0	8.8	8.9
13※	10.0	波高(m)	2.75	2.83	2.85	2.94	3.13	3.22	3.53	3.64	3.55	3.66
		周期(s)	6.2	6.4	6.4	6.5	6.8	6.9	7.4	7.5	7.3	7.5
14※	25.0	波高(m)	2.75	2.83	2.49	2.56	2.79	2.87	3.00	3.09	2.90	2.99
		周期(s)	6.2	6.4	5.9	6.0	6.3	6.4	6.6	6.7	6.5	6.6
15	104.5	波高(m)	2.91	3.00	2.79	2.87	2.26	2.33	2.96	3.05	3.26	3.36
		周期(s)	6.5	6.6	6.3	6.4	6.3	6.4	6.9	7.0	6.9	7.0
16	58.5	波高(m)	3.51	3.62	5.24	5.40	5.24	5.40	5.24	5.40	2.29	2.36
		周期(s)	9.1	9.3	9.4	9.5	9.4	9.5	9.4	9.5	7.3	7.4

地点No. 横の※は、準沖波として取り扱うことを示す



沖波推算地点位置図（播磨沿岸西部～中部）



沖波推算地点位置図（播磨沿岸中部～東部）

出典：兵庫県土木部

6. 将来気候における津波伝播計算（案）

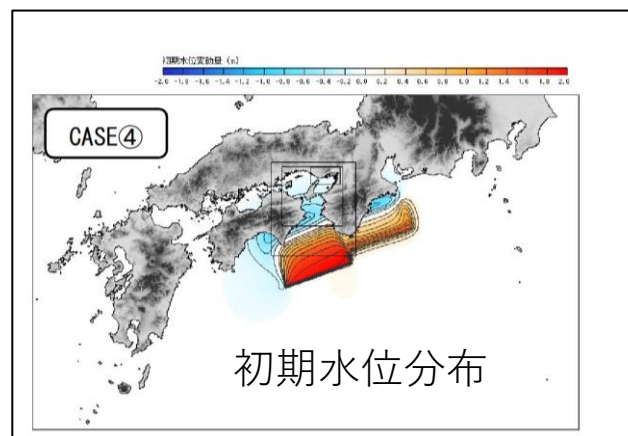
6. 1 計算条件

■設計津波波源として、播磨沿岸のレベル1津波は想定安政南海地震津波を対象。潮位条件以外（地形、構造物など）は現行計画を踏襲

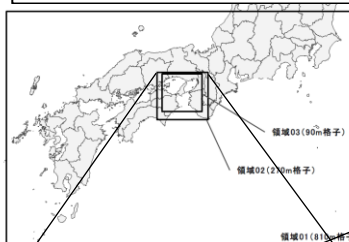
■潮位条件は、将来気候（2℃上昇シナリオ：0.4m）の条件とし、気候変動の影響を検討

項目	内 容
計算手法	非線形長波方程式を基礎式としLeap-Frog差分法を用いて解析
計算格子間隔	810m、270m、90m、30m、10m
計算時間	12時間
計算時間間隔	計算時間間隔(Δt)は次式に示す条件を満たすよう設定 $\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{\max}}}$ Δt ：計算時間間隔(s)、 Δx ：各計算領域の格子間隔(m)、 $h_{\max}$ ：各計算領域における最大水深(m)、 g ：重力加速度(m/s ²)
初期水位条件	1999県想定安政南海地震CASE④ 断層パラメータよりManshinha & Smylieの方法で算出
潮位条件	①現在気候：T.P.+0.9m（2019～2023年の朔望平均満潮位（通年）） ②将来気候：T.P.+1.3m（現在気候の潮位条件+ 海面上昇量 0.4m（2℃上昇シナリオ） ）
河川水位条件	沿岸の潮位条件と同値として設定
渦動粘性係数	0.0
粗度係数	土地利用に応じて粗度係数を設定
地震に伴う地殻変動量	地殻変動に伴う沈降量のみを考慮し、隆起量は無視
陸域境界条件	・最終防潮ライン施設位置では完全反射条件（壁立て条件：堤内氾濫を許容しない） ・物揚岸壁等天端越流を許容する施設については、遡上条件とする。

【津波波源】 1999年県想定安政南海地震CASE④（M8.4）

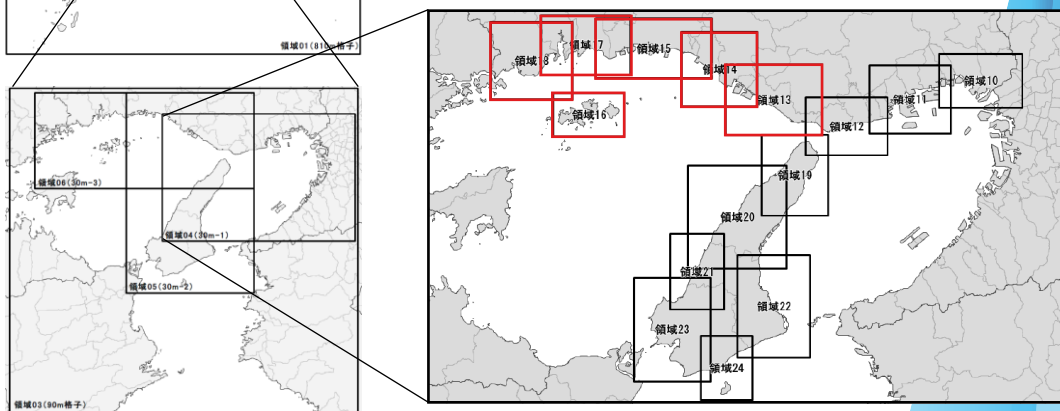


「平成11年度兵庫県沿岸域における津波被害想定調査」では、1999年県想定安政南海地震においてCASE①～CASE⑤の震源位置で検討を実施。播磨沿岸ではCASE④が最も危険な震源位置となる。



【計算領域】

810m→270m →90m →30m →10m

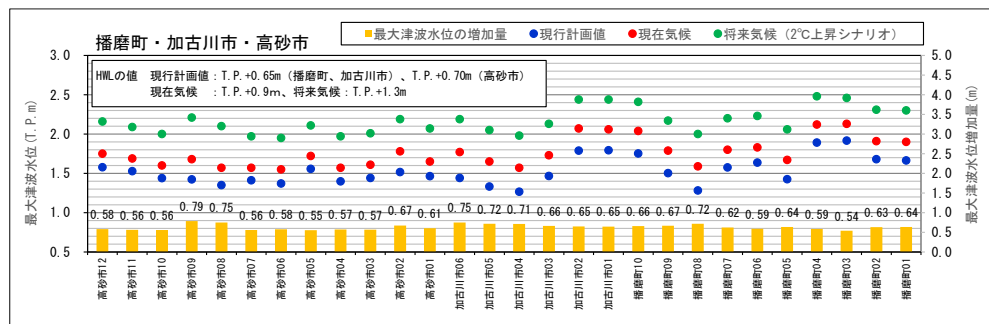
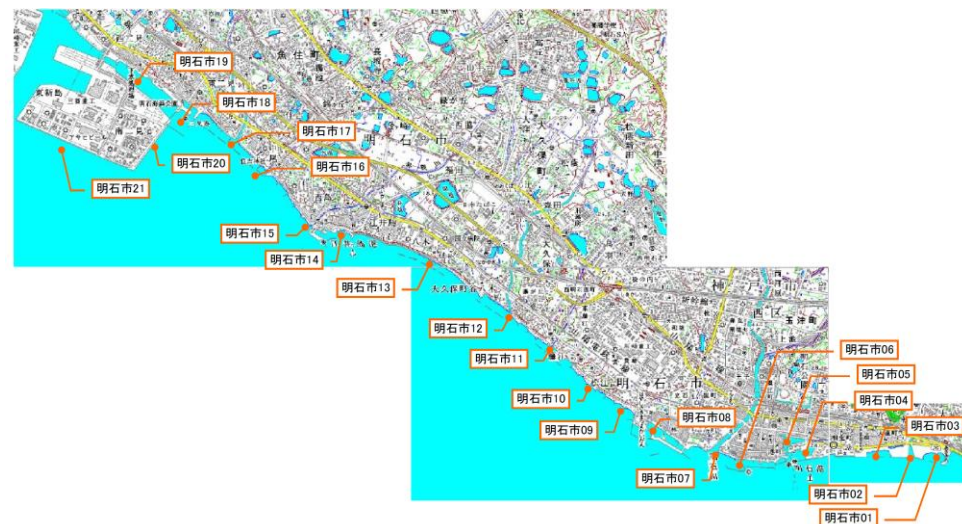
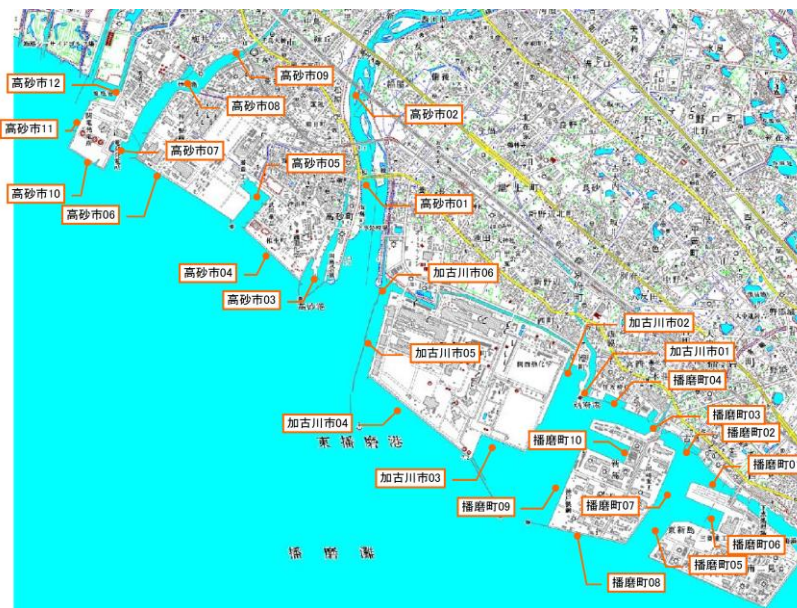


6. 将来気候における津波伝播計算（案）

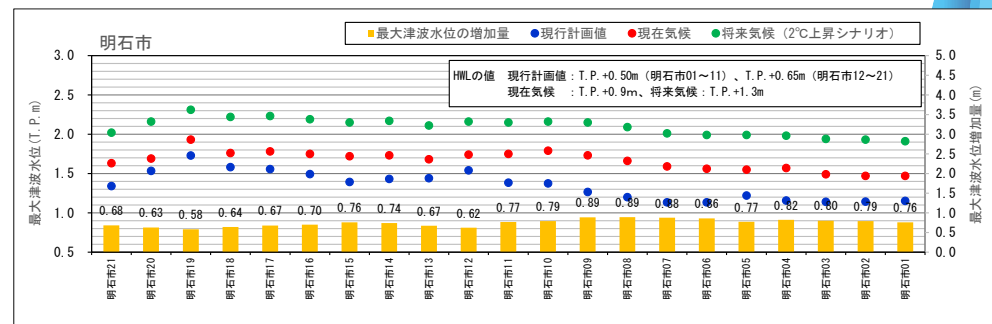
6. 2 津波伝播計算結果（明石市、播磨町、加古川市、高砂市）

■最大津波水位は現在気候と比較し、概ね0.4m程度（海面上昇量程度）大きくなる

■現行計画値と比較し0.5～0.9m大きくなるが、将来気候における設計高潮位を上回らない



図中の最大津波水位の増加量は、将来気候（2℃上昇シナリオ）－現行計画値



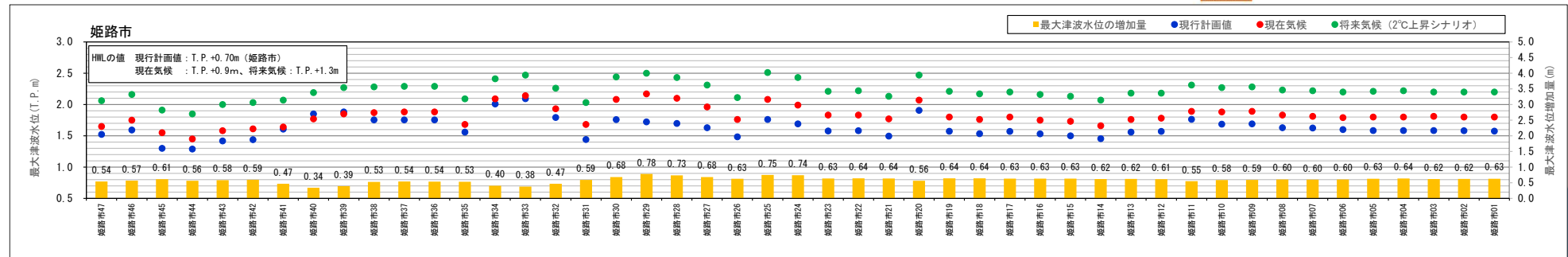
図中の最大津波水位の増加量は、将来気候（2℃上昇シナリオ）－現行計画値

6. 将来気候における津波伝播計算（案）

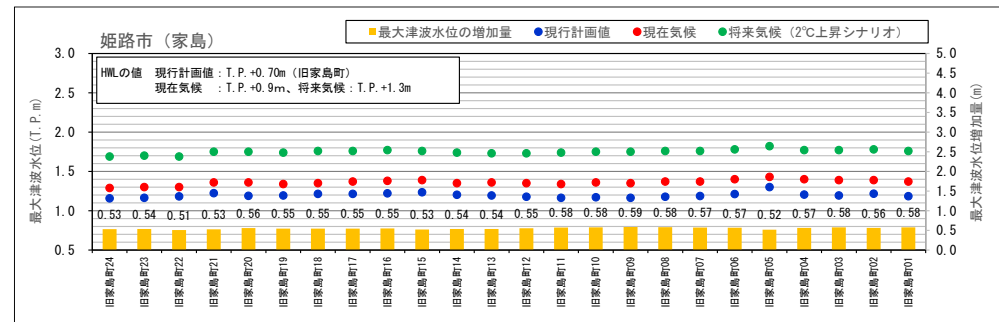
6. 2 津波伝播計算結果（姫路市、家島）

■最大津波水位は現在気候と比較し、概ね0.4m程度（海面上昇量程度）大きくなる

■現行計画値と比較し0.3～0.8m大きくなるが、将来気候における設計高潮位を上回らない



図中の最大津波水位の増加量は、将来気候（2℃上昇シナリオ）－ 現行計画値



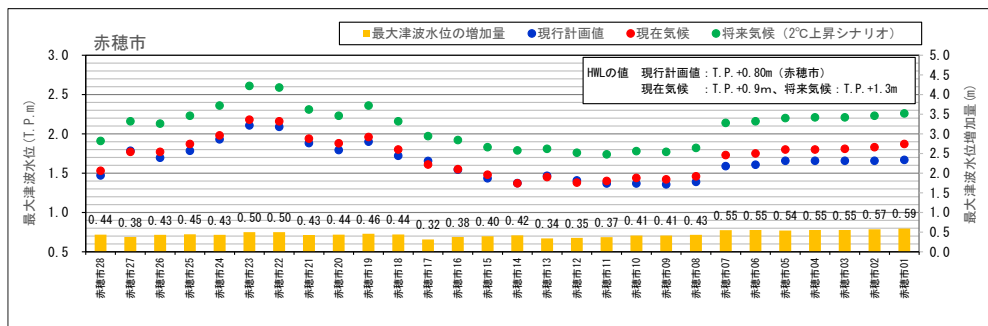
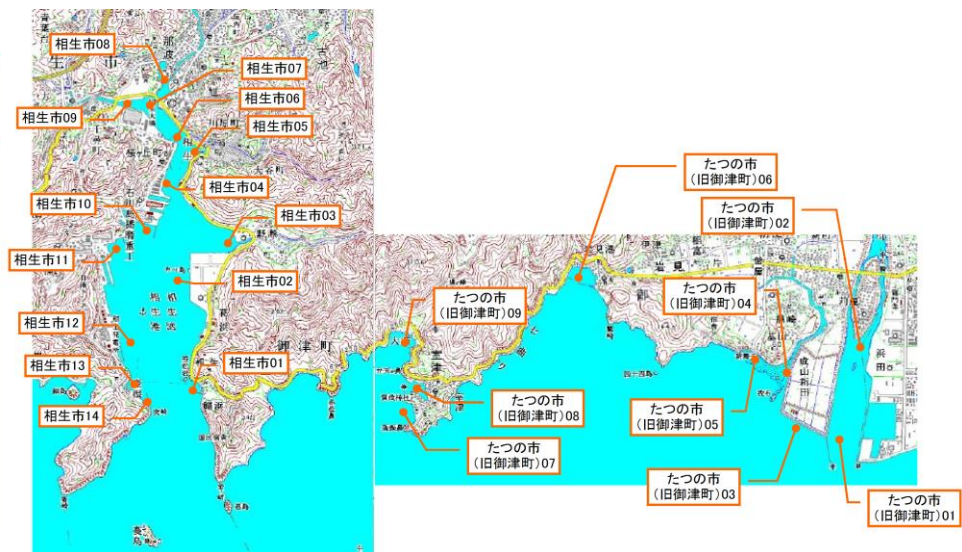
図中の最大津波水位の増加量は、将来気候（2℃上昇シナリオ）－ 現行計画値

6. 将来気候における津波伝播計算（案）

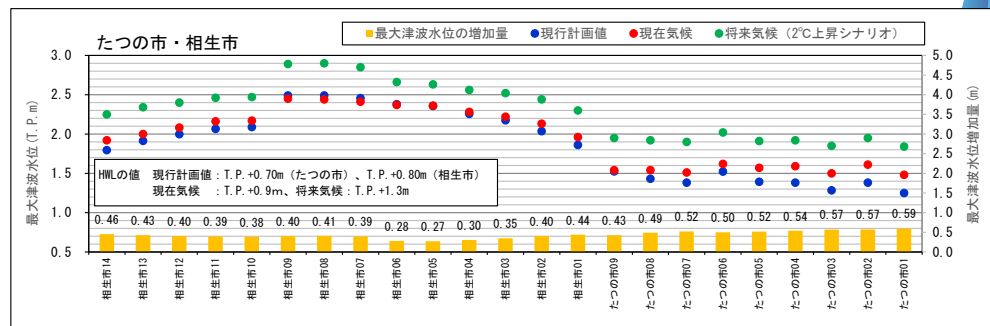
6. 2 津波伝播計算結果（たつの市、相生市、赤穂市）

■最大津波水位は現在気候と比較し、概ね0.4m程度（海面上昇量程度）大きくなる

■現行計画値と比較し0.3～0.6m大きくなるが、将来気候における設計高潮位を上回らない



図中の最大津波水位の増加量は、将来気候（2℃上昇シナリオ）－ 現行計画値



図中の最大津波水位の増加量は、将来気候（2℃上昇シナリオ）－ 現行計画値

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： $0.01 \sim 0.06 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ 以下となる天端高。背後地の状況により許容値を低減することも検討
- 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うちあ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

■播磨沿岸では、年間 $0.01 \sim 0.29 \text{ cm}$ 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および地殻変動等を考慮して、他沿岸と同様 0.3 m 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 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)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

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 1.0 m 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

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

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

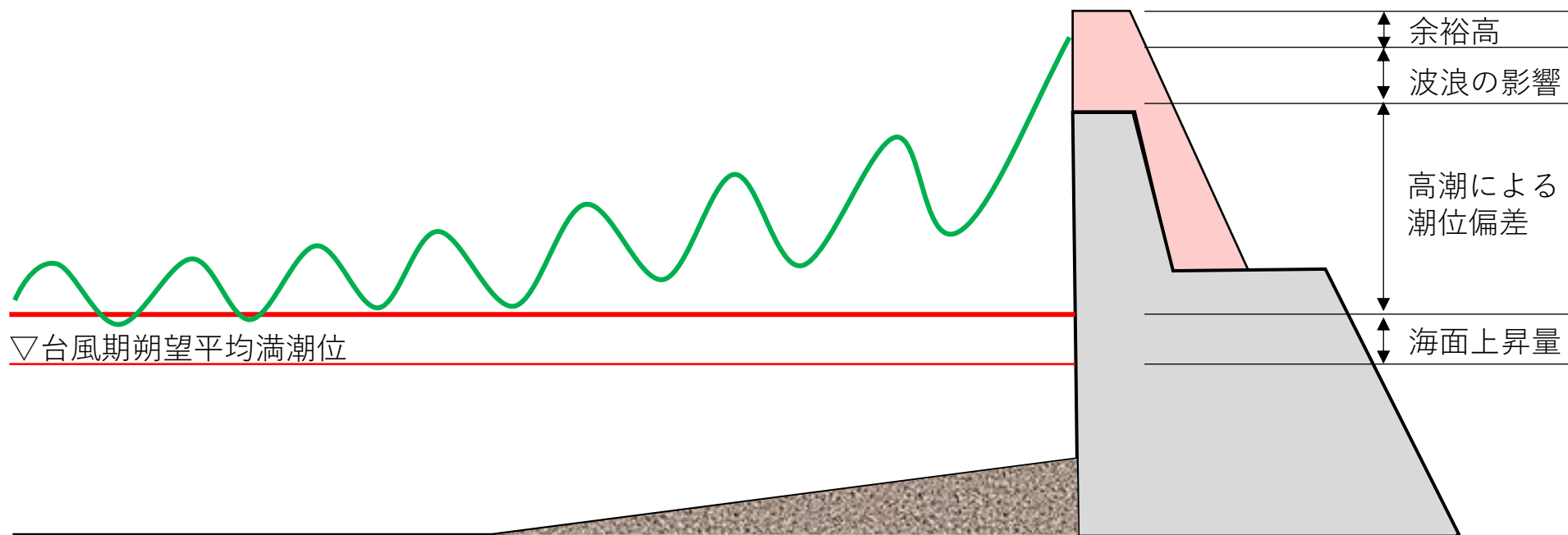
■算定された天端高に、余裕高（0.3m）を考慮

○検討潮位条件

$$\begin{aligned} & \text{台風期朔望平均満潮位} + \text{海面上昇量 (2°C上昇)} + \text{潮位偏差 (2°C上昇)} \\ & = \text{T.P.} + 0.9\text{m} \sim \text{T.P.} + 1.2\text{m} + 0.4\text{m} + \text{高潮推算結果(m)} \end{aligned}$$

○検討波浪条件

$$\begin{aligned} & \text{県設定の50年確率波} \times \text{将来変化比 (2°C上昇)} \\ & = \text{沖波・準沖波波高(m)} \times 1.03 \end{aligned}$$



7. 計画天端高の設定（案）

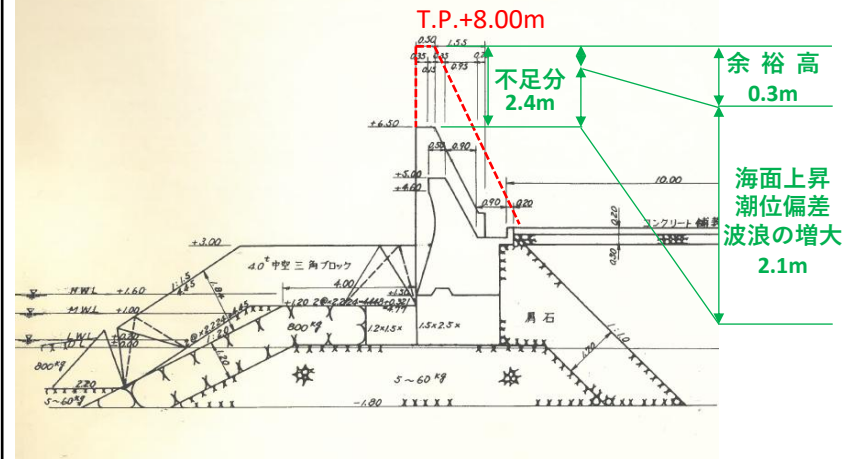
■ 姫路港海岸（浜田地区）の算定例を示す

■ 2100年将来気候での計画天端高は、現況より2.4m程度不足する

項目		検討条件		
想定シナリオ	想定している気候条件	現在設計条件	現在気候 推算結果	将来気候 (2℃上昇) 予測結果
	海面上昇量	—	—	2100年までの上 昇量
	台風中心気圧の変化比	—	—	1.06
	モデル台風	—	T6523	T6523
施設条件	越波流量算定図の構造形式	消波		
	現況天端高	T. P. +5.60m		
	地盤高	T. P. -1.41m		
	許容越波流量	0.02m ³ /s/m		
自然条件	海底勾配	1/30		
	朔望平均満潮位(台風期H.W.L)	—	T. P. +1.10m	T. P. +1.10m
	海面上昇量	0.00m	0.00m	0.40m
	潮位偏差	—	2.30m	2.40m
	検討潮位条件	T. P. +2.65m	T. P. +3.40m	T. P. +3.90m
	施設前面の水深h	4.06m	4.81m	5.31m
	波浪条件	波向	SSE	SSE
		換算沖波波高H ₀ '	4.75m	4.76m
		周期	9.0s	9.2s
		h/H ₀ '	0.8547	1.0097
算定結果	換算天端高係数β	—	—	—
	hc/H ₀ '	0.66	0.71	0.74
	水面上天端高hc	3.15m	3.40m	3.80m
	最大津波水位	T. P. +1.29m	T. P. +1.45m	T. P. +1.85m
	余裕高	—	—	0.30m
	天端高の算定結果	T. P. +5.80m	T. P. +6.80m	T. P. +8.00m
	現況天端高との比較	0.2m不足	1.2m不足	2.4m不足

標準断面図（イメージ）

D.L.0.00m = T.P.-0.90m



※この図は天端高不足のイメージを示すもので実際の整備とは異なります

○計画天端高の内訳 (T.P.+5.60m ⇒ T.P.8.00m)

- ①計画高潮位 T.P. +3.90m
台風期H.W.L. T.P. +1.10m
海面上昇量 +0.40m (将来気候2℃上昇)
高潮偏差 +2.40m (将来気候2℃上昇；姫路地区)
- ②波浪の影響 +3.80m (将来気候2℃上昇)
- ③余裕高 +0.30m

⇒ 計画天端高 ①+②+③ = T.P.+8.00m (2100年将来気候2℃上昇)

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は以下とする T6420: 0.700、T6523: 0.775 T0416: 0.650、T1820: 0.775 ・ 海面抵抗係数Cdは本多・光易の式（風速上限45m/s）とする	T6420、T6523、T0416、T1820を対象として再現性を確認 風速の換算係数Cを対象擾乱毎に最適値を設定 海面抵抗係数Cdは、本多・光易の式を適用し、風速の上限値を 45m/sとして設定	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	同上	波浪推算の計算パラメータ設定について審議								
	対象擾乱	T6523（昭和40年台風第23号）	現在気候においてT6420、T6523、T0416、T1820の比較検討を行い、潮位偏差、波浪について、T6523が播磨沿岸に与える影響が大きいことを確認して設定	潮位偏差、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）	<table><tr><th colspan="2">2℃上昇シナリオでの変化比</th></tr><tr><td>波高</td><td>1.03倍（1.01～1.02倍）</td></tr><tr><td>偏差 (参考値)</td><td>1.04倍（1.05～1.06倍）</td></tr><tr><td colspan="2">（ ）内は「港湾における気候変動適応策の実装方針」に記載の変化比</td></tr></table>	2℃上昇シナリオでの変化比		波高	1.03倍（1.01～1.02倍）	偏差 (参考値)	1.04倍（1.05～1.06倍）	（ ）内は「港湾における気候変動適応策の実装方針」に記載の変化比		大阪湾沿岸に与える影響が最も大きいT6523を対象として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」に記載の変化率と同程度の結果となっている	2℃上昇シナリオでの変化比について審議
	2℃上昇シナリオでの変化比											
波高	1.03倍（1.01～1.02倍）											
偏差 (参考値)	1.04倍（1.05～1.06倍）											
（ ）内は「港湾における気候変動適応策の実装方針」に記載の変化比												
津波伝播計算	・ 想定安政南海地震 ・ 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、現在気候よりも概ね0.4m程度（海面上昇量程度）大きくなることを確認 最大津波水位は現行計画値よりも大きくなるが、将来気候における設計高潮位を上回らない	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