

# 気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

## 但馬沿岸

## 集約版

令和8年3月25日

兵庫県

## 目次

- 1. 技術検討部会における検討内容
  - 1. 1. 技術検討事項の一覧 . . . . . p.1
  - 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた  
計画外力・防護水準の設定 . . . . . p.4
  - 1. 3. 計画諸元（計画天端高等）の設定 . . . . . p.40
  - 1. 4. 防護対象区域の設定 . . . . . p.42



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 1. 技術検討事項の一覧

■ 海岸保全基本計画変更技術検討部会では、将来の気候変動を考慮した計画外力および防護水準、計画天端高等の計画諸元の設定、整備対象区域の設定について最新知見に基づき検討

■ 本資料は、これらの設定根拠について、技術検討部会の資料に基づき再構成したものである

項目		設定値	根拠	該当ページ
計画外力 防護水準	堤前波の算定 津波水位の算定	将来気候（2℃上昇シナリオ）に基づいた準沖波および潮位偏差を用い、各地区海岸の換算沖波波高を算定 将来気候（2℃上昇シナリオ）に基づいた津波伝播計算を実施	高潮偏差については想定台風T1821（平成30年台風21号）の推算結果、波浪は想定台風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して条件を設定 エネルギー平衡方程式および高山法による港外・港内波浪変形計算を実施し、堤前波を算定 津波伝播計算を実施し津波水位を算定	p.4～39
	計画天端高の算定	将来気候（2℃上昇シナリオ）に基づいた堤前波および潮位偏差を用い、必要天端高の算定を実施（津波水位に対する必要天端高の確認も実施）	許容越波流量を満足する天端高を算定。 高潮・波浪または津波のうち厳しい条件（必要天端高）に余裕高を考慮して計画天端高を算定	p.35～39
計画諸元	計画天端高の設定	防護水準に基づき、各地区海岸の計画天端高を設定	防護水準（計画天端高）の検討結果を基に、各地区海岸の計画天端高を設定	p.40～41
整備対象区域	整備対象区域の設定	浜坂西～浜坂中央地区： 最大1.4m程度の天端高不足 余部～津居山地区： 最大2.1m程度の天端高不足	各地区海岸の計画天端高の設定値に基づき、天端高不足への対策を要する区域を検討 なお、各地区海岸の代表断面による算定結果であるため、各施設について詳細な検討を行う必要がある	p.42

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 1. 技術検討事項の一覧

■計画外力および防護水準を設定するための前提や検討条件について、下表の通り決定

■各項目の設定根拠については、表中に示す該当ページに記載

		本検討	現行計画値	備考	該当ページ
前提条件	気候変動シナリオ	2°C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	p.7
	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年時点を目標年次とした	p.7～8
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	p.6
	海面上昇量	0.4m	—	「日本の気候変動2025」より設定（参考）4°C上昇シナリオ：0.7m	p.7
	対象擾乱	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伊勢湾台風(T5915)</li> <li>・平成30年台風第21号(T1821)</li> <li>・平成29年台風第21(T1721)</li> <li>・第二室戸台風(T6118)</li> </ul>	—	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	p.10～13
	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）	p.4, 5, 20, 22, 23
	準沖波波高	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	p.4, 9, 29
	津波水位	津波伝播計算を実施して検討	T.P.+ 2. 6 m ～T.P. 3. 6 m	気候変動による海面上昇量を考慮（2°C上昇シナリオ：0.4m）	p.33,34

※2°C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

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 1. 技術検討事項の一覧

■ 計画外力および防護水準の具体的な設定について、下表の通り決定

■ 各項目の設定根拠については、表中に示す該当ページに記載

項目		設定値	根拠	該当ページ				
計画外力	波浪推算の計算パラメータ設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風速の換算係数Cは0.70とする</li> <li>・海面抵抗係数Cdは本多・光易の式（風速上限40m/s）とする</li> </ul>	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	p.14～18				
	高潮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	p.14～18				
	対象擾乱	<b>【高潮】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伊勢湾台風（T5915）</li> <li>・平成30年台風第21号（T1821）</li> </ul> <b>【波浪】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成29年台風第21号（T1721）</li> <li>・第二室戸台風（T6118）</li> </ul>	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	p.19～25				
	高潮・波浪推算に関する気候変動の影響（変化比）	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">2℃上昇シナリオでの変化比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>波高</td> <td>1.07倍&lt;1.02倍&gt;</td> </tr> </tbody> </table> <>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	2℃上昇シナリオでの変化比		波高	1.07倍<1.02倍>	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	p.26～32
	2℃上昇シナリオでの変化比							
波高	1.07倍<1.02倍>							
津波伝播計算	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>	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）	p.34,34					
防護水準	計画天端高の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高潮による必要天端高と津波による必要天端高を比較して高いほうを設定</li> <li>・余裕高0.3mを考慮</li> </ul>	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	p.35～39				

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動の影響を踏まえた計画外力の設定フロー

■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

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○潮位条件

#### ■現行計画の設計高潮位は以下の方法で決定

設計高潮位 = 既往最高潮位（伊勢湾台風時の潮位）

#### ○設計高潮位の決定方法

##### ①尼崎地区

H. W. L. <sup>(※1)</sup> + 計画偏差<sup>(※2)</sup>

(※1) : S28年～S38年の台風期における天保山検潮所朔望平均満潮位実測値 ;  
D. L. + 1.80m

(※2) : 伊勢湾台風規模の台風が室戸台風経路を通過した場合に発生すると想定される偏差 ; 3.00m

##### ②西宮地区

H. W. L. <sup>(※1)</sup> + 計画偏差<sup>(※3)</sup>

(※3) : 伊勢湾台風規模の台風が室戸台風経路を通過した場合に発生すると想定される偏差 ; 2.70m

注 : 上記の大阪湾の設計高潮位は、昭和41年に開催された合同会議  
(建設省、運輸省、大阪府、兵庫県、大阪市) で決定された。

##### ③明石地区（江井ヶ島以西を除く）

H. W. L. <sup>(※4)</sup> + 既往最大偏差<sup>(※5)</sup>

(※4) : D. L. + 1.40m（設定当時）

(※5) : 室戸台風による神戸地点の最大偏差 ; 2.20m

##### ④～⑭ 播磨沿岸（江井ヶ島以西）、但馬沿岸、淡路沿岸 各地点の既往最高潮位

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○潮位条件

■最新の潮位観測データを用い、現時点における朔望平均満潮位を設定

■1993年～2022年の津居山、田後（鳥取）、舞鶴（京都）地点における潮位観測データより、朔望前2日～後4日に観測された最大潮位を朔望満潮位として整理

■また、朔望満潮位より、朔日の満潮位、望日の満潮位を平均して、各月の朔望平均満潮位を算定し、台風期（7～10月）朔望平均満潮位の平均値を算定

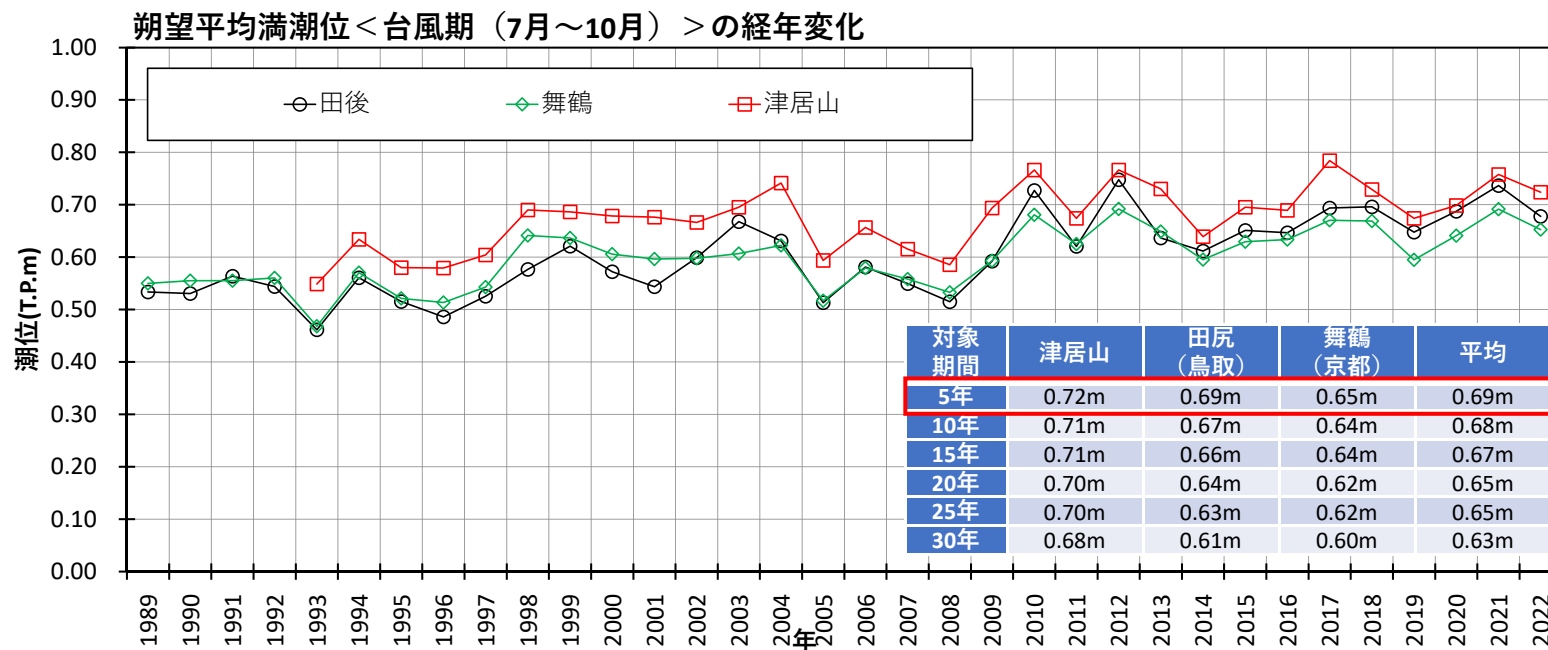
■検潮所周辺の地盤沈下による観測基準面の補正を行い、最も潮位が高かった直近5か年の台風期朔望平均満潮位（新計画値）を設定



新計画値：台風期朔望平均満潮位 = T. P. + 0.70 m



検潮所位置



# 1. 技術検討部会における検討内容

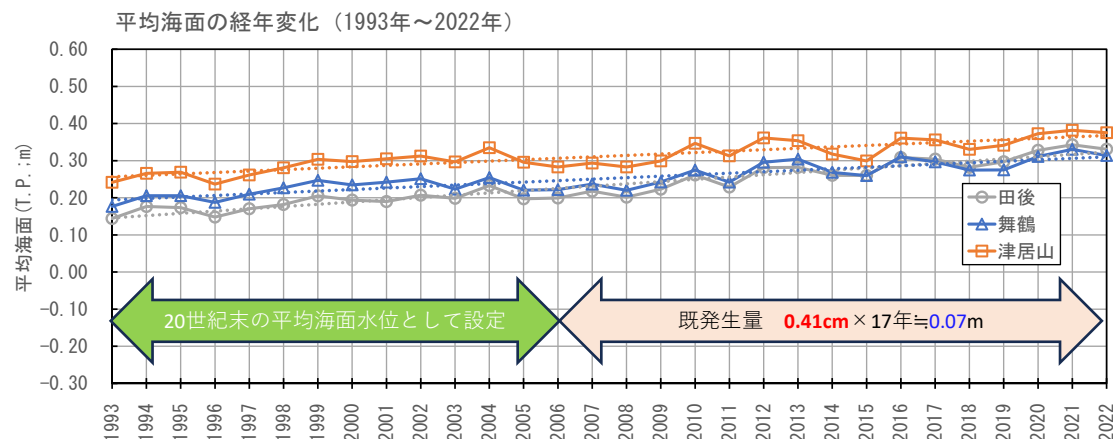
## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○海面上昇量

■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）において、海面上昇量は、『RCP2.6シナリオ（2°C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』ことが明記

■「日本の気候変動2020」にて但馬沿岸が含まれる領域Ⅳの平均的な海面上昇量（2°C上昇シナリオ：0.39m、次頁参照）を使用

■この海面上昇量は20世紀末の海面水位に対する21世紀末の上昇分であるため、20世紀末（1986～2005年）以降の海面上昇量を除外して設定(右図参照)



平均海面の変化量（期間：1993年～2022年）

田後：0.39 cm/年、津居山：0.38 cm/年

舞鶴：0.45cm/年

3地点平均：0.41 cm/年

将来気候	海面上昇量				
	20世紀末～21世紀末	既発生量 (0.41cm×17年)	現時点～21世紀末	採用値	
2°C上昇	0.39 m	0.07 m	0.32 m	→ 安全側に 10cm単位 切り上げ	
4°C上昇	0.73 m	0.07 m	0.66 m		0.4 m
					0.7 m

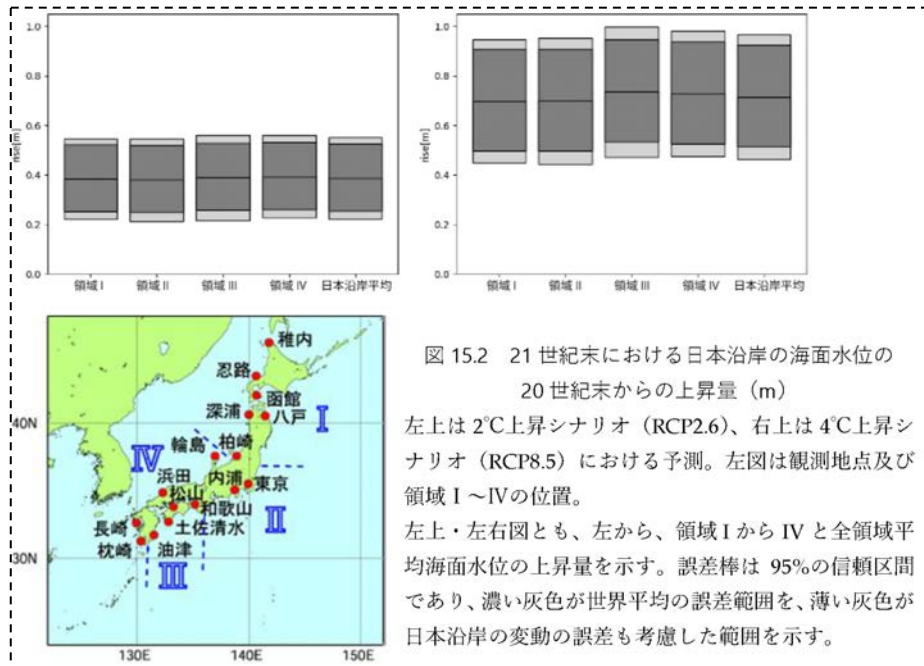
# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○海面上昇量

#### 日本の気候変動2020

21世紀末の予測では、日本沿岸の平均海面水位上昇に顕著な地域差は見られない。実況（第10.1節）と比較するため、検潮所16地点に相当する格子点の予測値を4領域（領域Ⅰから領域Ⅳ：図10.2.3参照）で区分して平均した値を図10.2.4に示す。日本沿岸の平均海面水位の上昇量は、2°C上昇シナリオ（RCP2.6）では、領域Ⅰで0.38 m（0.22~0.55 m）、領域Ⅱで0.38 m（0.21~0.55 m）、領域Ⅲで0.39 m（0.22~0.56 m）、領域Ⅳで0.39 m（0.23~0.56 m）と予測される。4°C上昇シナリオ（RCP8.5）では、領域Ⅰで0.70 m（0.45~0.95 m）、領域Ⅱで0.70 m（0.45~0.95 m）、領域Ⅲで0.74 m（0.47~1.00 m）、領域Ⅳで0.73 m（0.47~0.98 m）と予測される。4°C上昇シナリオ（RCP8.5）の領域Ⅲで全領域平均より0.03 m大きいものの、モデルの不確実性の大きさを考慮すれば、平均日本沿岸の海面水位の予測される上昇量に顕著な地域差は確認できない。



#### 日本の気候変動2025

表 9.2.3 各海域、4海域平均及び世界平均の20世紀末（1986~2005年平均）を基準にした海面水位上昇量の将来予測（m）

	シナリオ	海域Ⅰ	海域Ⅱ	海域Ⅲ	海域Ⅳ	4海域平均	(世界平均)
2031~2050年 平均	2°C上昇	0.16 (0.14~0.21)	0.17 (0.14~0.22)	0.16 (0.12~0.22)	0.16 (0.13~0.21)	0.17 (0.14~0.21)	0.16 (0.14~0.21)
	4°C上昇	0.19 (0.16~0.24)	0.19 (0.16~0.24)	0.18 (0.14~0.23)	0.19 (0.16~0.24)	0.19 (0.16~0.24)	0.19 (0.16~0.23)
2081~2100年 平均	2°C上昇	0.40 (0.30~0.55)	0.40 (0.30~0.56)	0.39 (0.29~0.55)	0.40 (0.31~0.56)	0.40 (0.30~0.55)	0.41 (0.32~0.57)
	4°C上昇	0.67 (0.55~0.87)	0.68 (0.56~0.88)	0.67 (0.55~0.87)	0.69 (0.57~0.89)	0.68 (0.56~0.88)	0.67 (0.55~0.87)

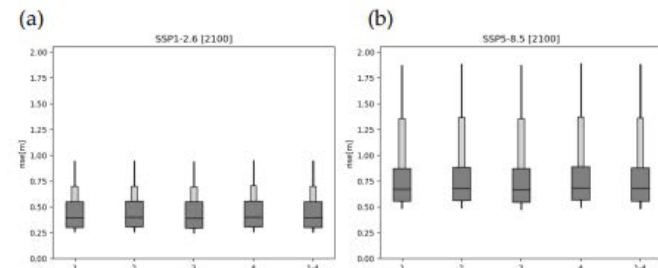


図 9.2.6 IPCC (2021) 及び日本域海洋予測データによる21世紀末における日本沿岸の海域Ⅰ～Ⅳ及び日本沿岸平均の海面水位の20世紀末からの上昇幅（m）

太い濃い灰色の誤差棒は17~83%の信頼区間である。薄い灰色の細い誤差棒は水床の不安定等の不確実性の大きな現象を考慮した場合の17~83%の信頼区間である（17%は濃い灰色と薄い灰色は同じ）。細い棒は不確実性の大きな現象を考慮した場合の5~95%の信頼区間である。土地の上下動の影響は含まれていない。

(a) は2°C上昇シナリオ（SSP1-2.6）、(b) は4°C上昇シナリオ（SSP5-8.5）による見積り。

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○沖波波浪

■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。推算は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（50年確率波）

地点No.	確率年	諸元	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
42	50	H <sub>0</sub> (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	
		T <sub>0</sub> (s)	14.0	13.0	13.2	11.2	8.4	7.3	7.1	7.3	7.3	7.3	7.4	7.6	11.4	13.1	14.0	14.9	14.5
43	50	H <sub>0</sub> (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	
		T <sub>0</sub> (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	50	H <sub>0</sub> (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	
		T <sub>0</sub> (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	50	H <sub>0</sub> (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	
		T <sub>0</sub> (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	50	H <sub>0</sub> (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	
		T <sub>0</sub> (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	50	H <sub>0</sub> (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
		T <sub>0</sub> (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	50	H <sub>0</sub> (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	
		T <sub>0</sub> (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	50	H <sub>0</sub> (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
		T <sub>0</sub> (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
50	50	H <sub>0</sub> (m)	11.03	8.93	6.25	4.79	3.68					3.36	3.50	3.84	5.66	7.99	9.53	10.73	10.94
		T <sub>0</sub> (s)	15.0	13.3	12.1	10.4	7.6					7.1	7.3	8.1	11.2	12.8	13.7	14.7	14.9
51	50	H <sub>0</sub> (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
		T <sub>0</sub> (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	50	H <sub>0</sub> (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
		T <sub>0</sub> (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

※ 水深が沖波波長の1/2より浅い箇所では推算された沖波は「準沖波」として取り扱う  
 そのため、但馬沿岸の沖波において、推算地点の水深が沖波波長の1/2より浅い沖波は『準沖波』として取り扱う



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○検討対象とする台風擾乱

- 但馬沿岸近傍の潮位観測地点（田後、津居山、舞鶴）における高潮位の発生状況について整理
- 気象要因を見ると、主に台風襲来時に最大潮位が発生する頻度が高い。また2000年以降の発生頻度が高い
- 津居山で1位となったT0423（2004年10月の台風23号）は、田後では10位以下、舞鶴では6位。潮位観測地点の相関関係（右図）のとおり、津居山の記録が突出して高い。その他T1721（2017年台風21号）なども相対的に高潮位が記録されているほか、全体的に津居山では田後、舞鶴と比較して1.0m以上の高潮位が、多く、平均的に高潮位記録が多い
- 津居山の潮位は円山川の河川水位の影響により高くなっていると推測

表 潮位観測地点における最大潮位上位10位

順位	田後(鳥取) < 1966-2023 >			津居山(兵庫) < 1958-2023 >			舞鶴(京都) < 1969-2023 >		
	潮位 (TP;cm)	発生要因		潮位 (TP;cm)	発生要因		潮位 (TP;cm)	発生要因	
		擾乱 (起日)	気圧 (hPa)		擾乱 (起日)	気圧 (hPa)		擾乱 (起日)	気圧 (hPa)
1	100	台風16号 (2012/9/18)	935	168	台風23号 (2004/10/20)	950	102	台風7号 (1988/9/22)	960
2	99	台風15号 (2004/8/20)	970	112	台風15号 (1959/9/27)	929	97	低気圧 (2013/9/1)	-
3	94	台風14号 (2003/9/13)	930	103	台風21号 (2017/10/23)	925	97	台風16号 (2012/9/19)	935
4	94	台風9号 (2020/9/4)	940	103	台風16号 (2012/9/18)	935	97	台風15号 (2004/8/20)	970
5	93	台風10号 (2016/8/31)	940	101	台風15号 (2004/8/20)	970	95	前線 (2022/8/16)	-
6	92	台風4号 (2010/8/12)	985	97	台風18号 (2013/9/16)	960	94	台風23号 (2004/10/20)	950
7	91	台風9号 (2021/8/10)	982	97	台風16号 (2012/9/19)	935	91	台風9号 (2021/8/8)	982
8	91	前線 (2022/8/16)	-	97	台風4号 (2010/8/12)	985	91	台風10号 (2016/8/31)	940
9	89	台風18号 (2019/10/4)	980	96	前線 (2016/8/31)	-	91	台風20号 (1972/9/16)	960
10	88	台風25号 (2018/10/7)	975	94	台風18号 (2018/7/7)	985	90	冬型低気圧 (2016/1/19)	-

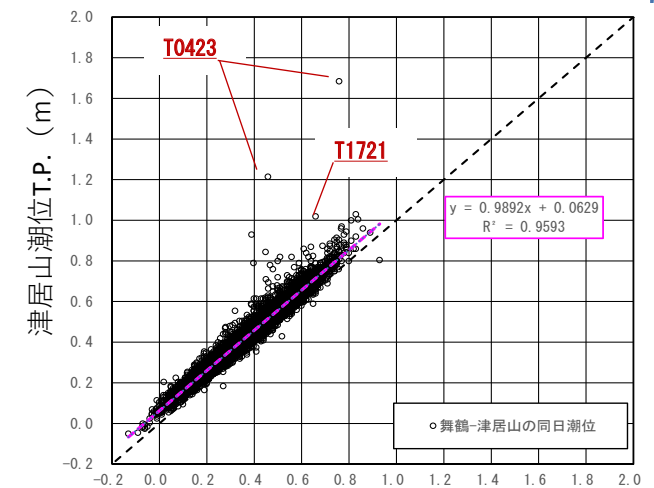


表 潮位観測地点の相関関係

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○検討対象とする台風擾乱

- 但馬沿岸近傍の潮位観測地点（田後、津居山、舞鶴）における高潮位偏差の発生状況について整理
- 津居山検潮所で高潮位、高偏差を記録した擾乱について、発生時の水位変化（潮位、円山川の水位）、波浪、風速、降水量（香住）の時系列観測値を整理（右図に一例）
- 津居山の高潮位記録において、以下の特徴が確認できるものは、高潮による水位上昇の他、円山川の河川水位（城崎水位）の影響を受けていると推測

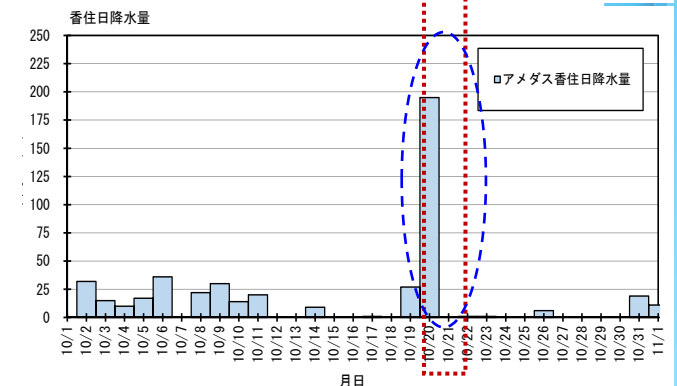
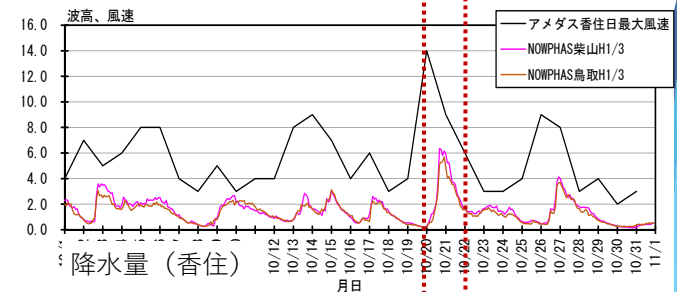
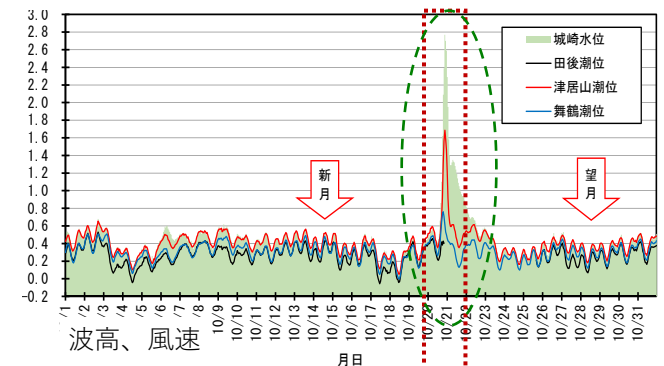
- 田後、舞鶴に比べ、津居山の潮位のみ突出して高くなっている
- 円山川河川水位が潮位と同等以上に高くなっている
- 高潮発生時と同時刻に100mm以上の降水量が発生

→ 河川水位を補正して再整理

表 潮位観測地点における最大潮位偏差上位10位

順位	田後(鳥取) <2011-2023>			津居山(兵庫) <1958-2023>			宮津・舞鶴(京都) <1946-1968・1969-2023>		
	潮位 (TP;cm)	発生要因		潮位 (TP;cm)	発生要因		潮位 (TP;cm)	発生要因	
		擾乱 (起日)	気圧 (hPa)		擾乱 (起日)	気圧 (hPa)		擾乱 (起日)	気圧 (hPa)
1	59	低気圧 (2016/1/20)	-	126	台風23号 (2004/10/20)	950	57	台風20号 (1972/9/17)	955
2	54	台風16号 (2012/9/18)	935	79	台風15号 (1959/9/26)	929	52	台風28号 (1950/9/3)	940
3	52	低気圧 (2012/4/4)	-	55	台風21号 (2017/10/23)	925	50	台風7号 (1998/9/22)	960
4	52	低気圧 (2016/4/18)	-	43	台風9号 (2020/9/4)	940	49	低気圧 (1980/10/27)	-
5	52	低気圧 (2020/1/8)	-	41	台風21号 (2016/9/4)	945	49	低気圧 (2016/1/20)	-
6	49	低気圧 (2021/1/29)	-	40	台風24号 (2018/9/30)	950	45	低気圧 (1986/12/20)	-
7	47	台風9号 (2020/9/4)	940	39	台風18号 (2013/9/16)	960	45	低気圧 (1990/12/27)	-
8	46	低気圧 (2016/5/4)	-	38	台風18号 (2019/10/4)	985	44	台風21号 (2018/9/4)	945
9	46	低気圧 (2017/2/20)	-	37	台風18号 (2004/9/7)	940	44	台風23号 (2004/10/20)	950
10	44	低気圧 (2020/12/30)	-	37	台風25号 (2018/10/7)	975	43	台風15号 (2004/8/20)	970

潮位観測地点の潮位変化と城崎水位変化



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○検討対象とする台風擾乱

■河川水位の影響のある擾乱については、既往論文（「台風0423号による円山川河口部に位置する津居山港周辺の浸水原因について」海岸工学論文集2006 pp.201-205）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（下表）

■これらより、想定台風は高潮記録から河川水位の影響を補正した既往最高偏差1位のT5915号、および河川水位の影響がない擾乱のT1821号を対象

表 但馬沿岸の既往最高偏差

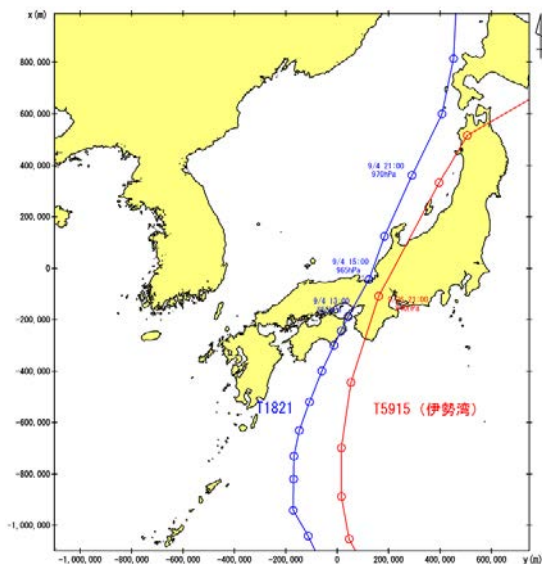
順位	偏差 (補正值) (cm)	補正前 順位	偏差 (観測値) (cm)	発生年月日時					主な気象要因	河川氾濫の 影響
				年	月	日	時	分		
1	47	2	79	1959	9	26	-	-	T5915（伊勢湾台風）	影響あり
2	41	5	41	2018	9	4	15	12	T1821（平成30年台風第21号）	
3	39	4	43	2020	9	4	7	44	T2009	影響あり
4	38	8	38	2019	10	4	6	21	T1918	
5	37	9	37	2004	9	7	17	0	T0418	
6	37	10	37	2018	10	7	9	51	T1825	
-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

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○検討対象とする台風擾乱

(気候変動に伴う外力設定にあたって想定する台風) <b>伊勢湾台風 (T5915) ・平成30年台風第21号 (T1821)</b>	
理由)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関連4省庁の通知に準拠し、右表A-1の手法で検討</li> <li>・ 津居山検潮所で観測された1958年から2022年の既往最大潮位偏差のうち、偏差の大きい上位2台風を選定</li> <li>・ モデル台風（計画規模）以上の台風に対しては、ソフト対策等に対応</li> </ul>



台風の実績経路

■ 上記2ケースについて現在気候の高潮・波浪推算を行い、その結果を踏まえ、1ケースに絞ったうえで将来気候（2°C上昇・4°C上昇）の高潮・波浪推算や波浪変形計算を実施

対象台風	考え方	地球温暖化の影響	適用性
<b>A. 想定台風</b>			
<b>伊勢湾台風や室戸台風等の規模を想定した特定事例</b>			
A-1. パラメトリック台風モデル	例えば、Myersモデル等経験的台風モデル	・ d2PDF、d4PDF等の計算結果に基づく中心気圧の低下量で簡易的に考慮	・ 従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。 ・ B-1の多数アンサンブルデータセットと組み合わせることで確率評価が可能。
A-2. 領域気象モデルを用いた力学的計算	WRF等の領域気象モデル	・ d2PDF、d4PDF等の計算結果から将来変化を現在の気候場に乗せして仮想的に考慮（疑似温暖化手法）	・ 従来、想定台風で外力を想定してきた沿岸では適用性があるが、同一条件であっても過去の高潮推算とは異なる結果になることに留意が必要。
<b>B. 不特定多数の台風</b>			
<b>数多くのサンプルを確保できれば確率評価が可能</b>			
B-1. 全球気候モデル台風 領域気候モデル台風	d2PDF、d4PDF等全域もしくはダウンスケール領域気候モデルで気候計算される台風を利用	・ d2PDF、d4PDF等に温暖化の影響は含まれているが、バイアス補正が必要	・ 多数のサンプル確保可能であり、外力が発生確率で設定されている沿岸で適用性がある。
B-2. 気候学的アプローチ	台風の熱力学的最大発達強度(MPI)を考慮し、環境場から最大クラスの台風を推定	・ MPIの理論を応用して、d2PDF、d4PDF等の気候値から気候学的最大高潮偏差をシームレスに推定する手法等	・ 従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。
B-3. 確率台風モデル	台風属性の統計的特性をもとにモンテカルロシミュレーションにより人工的に台風を発生させる統計的手法	・ d4PDF台風トラックデータ（バイアス補正）を用いた確率台風モデルの作成事例あり	・ 多数のサンプル確保可能であり、外力が確率年で設定されている沿岸で適用性がある。

出典：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に関する参考資料等について（令和3年8月）

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算(台風パラメータ)

■台風パラメータは下表のとおり設定する。

【現在気候の台風パラメータ（案）】

	本検討（案）	
	ケース1	ケース2
中心気圧	伊勢湾台風実績値	平成30年台風21号実績値
台風半径	伊勢湾台風実績値	平成30年台風21号実績値
台風経路	伊勢湾台風実績経路を平行移動※	伊勢湾台風実績経路を平行移動※
移動速度	伊勢湾台風実績値	平成30年台風21号実績値

【将来気候の台風パラメータ（案）】

	本検討（案）	
	ケース1	ケース2
中心気圧	アンサンブルデータより設定した現在気候と将来気候の中心気圧の比率を現在気候の中心気圧に乗じて算定	
台風半径	国総研モデルにより中心気圧から算定	
台風経路	伊勢湾台風実績経路を平行移動※	伊勢湾台風実績経路を平行移動※
移動速度	伊勢湾台風実績値	平成30年台風21号実績値

※日本海側の高潮は、風による吹寄せより気圧低下による吸上げ効果の影響が大きく、経路の違いによる影響が大きいため、経路を平行移動したケースについて考慮

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算(気圧低下量の設定)

### 【推算手法（案）】

	本検討（案）	備考（設定根拠）
台風モデル	Myers式	「高潮浸水想定区域図作成の手引きVer.2.11」（令和5年4月）に準拠
風場の換算係数	今後検討	実績台風の再現性を確保できる値として設定
高潮推算手法	非線形長波理論式	「高潮浸水想定区域図作成の手引きVer.2.11」（令和5年4月）に準拠
波浪推算手法	第三世代波浪推算モデル (SWAN)	「高潮浸水想定区域図作成の手引きVer.2.11」（令和5年4月）に準拠
計算解像度 (最小格子)	30 m	埋立地等の地形を再現できる格子間隔として設定。

※ 波浪については、別途、波浪変形計算を実施して、沖波条件より堤前波を算出

■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、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）に相当する出現累積度数を把握
- ② 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の比率を乗じて気候変動後の中心気圧を設定

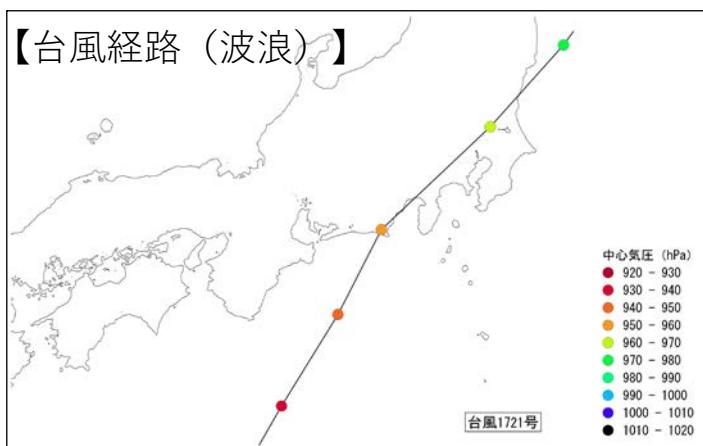
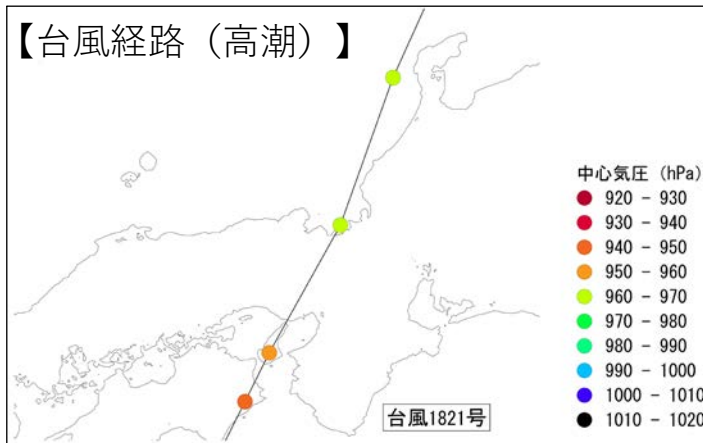
# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（再現計算）

■ 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）



	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°
潮位	超傾度風	考慮しない
	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)
高潮	方向解像度	5° (72分割)
	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

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（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）

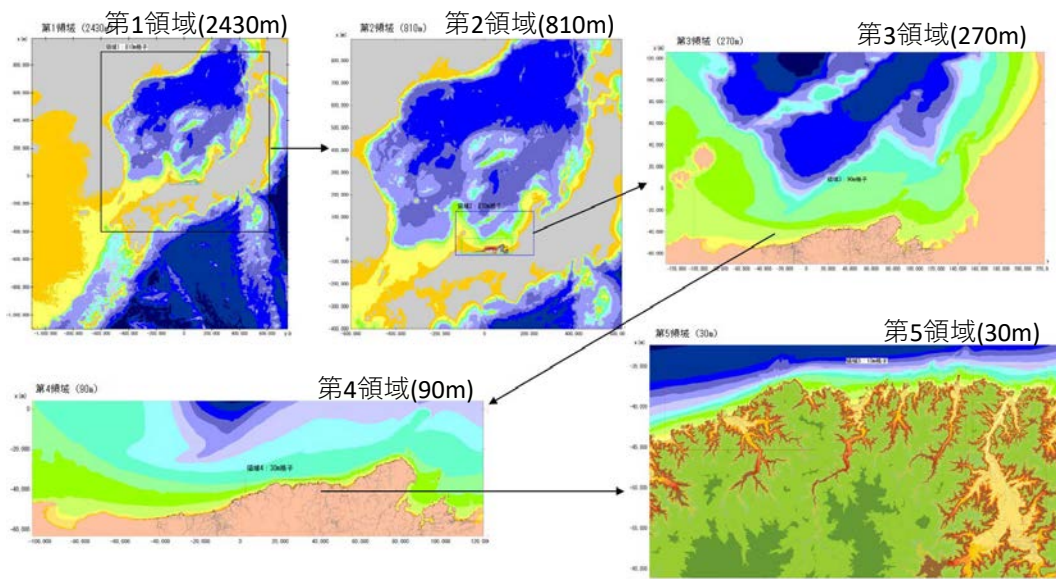
気圧場：経験的台風モデル（Myersの式）

風場：傾度風と移動風をベクトル合成

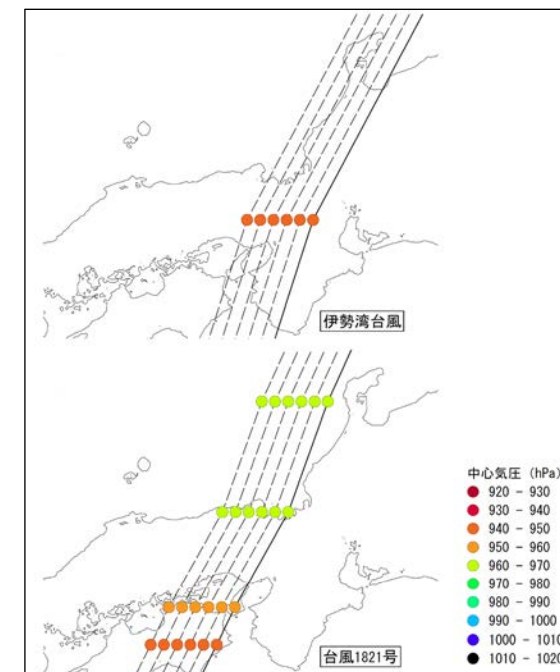
高潮推算：非線形長波理論式

波浪推算：第三世代波浪推算モデルSWAN

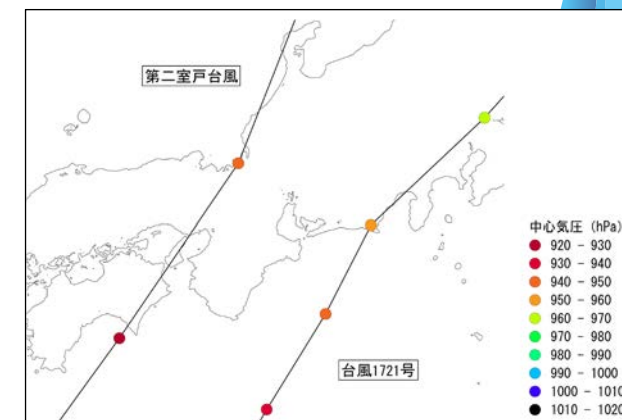
【計算範囲】



【台風経路（高潮）】



【台風経路（波浪）】



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（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°C上昇・4°C上昇）の高潮・波浪推算を実施

項目	現在気候	2°C上昇	4°C上昇
対象擾乱 推算手法	【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)		
気象	Myersモデル		
	T5915 (伊勢湾台風) : 944hPa ※気圧低下量: 69hPa (実績値)	T5915 (伊勢湾台風) : 938hPa ※気圧低下量: 69hPa × 1.08	T5915 (伊勢湾台風) : 933hPa ※気圧低下量: 69hPa × 1.16
	T1821 (平成30年台風21号) : 965hPa ※気圧低下量: 48hPa (実績値)	T1821 (平成30年台風21号) : 960hPa ※気圧低下量: 48hPa × 1.11	T1821 (平成30年台風21号) : 951hPa ※気圧低下量: 48hPa × 1.29
	T1721 (平成29年台風21号) : 970hPa ※気圧低下量: 43hPa (実績値)	T1721 (平成29年台風21号) : 966hPa ※気圧低下量: 43hPa × 1.11	T1721 (平成29年台風21号) : 959hPa ※気圧低下量: 43hPa × 1.25
	T6118 (第二室戸台風) : 940hPa ※気圧低下量: 73hPa (実績値)	T6118 (第二室戸台風) : 937hPa ※気圧低下量: 73hPa × 1.05	T6118 (第二室戸台風) : 932hPa ※気圧低下量: 73hPa × 1.12
移動経路	【高潮】 T5915 (伊勢湾台風)、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)、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	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	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	

# 1. 技術検討部会における検討内容

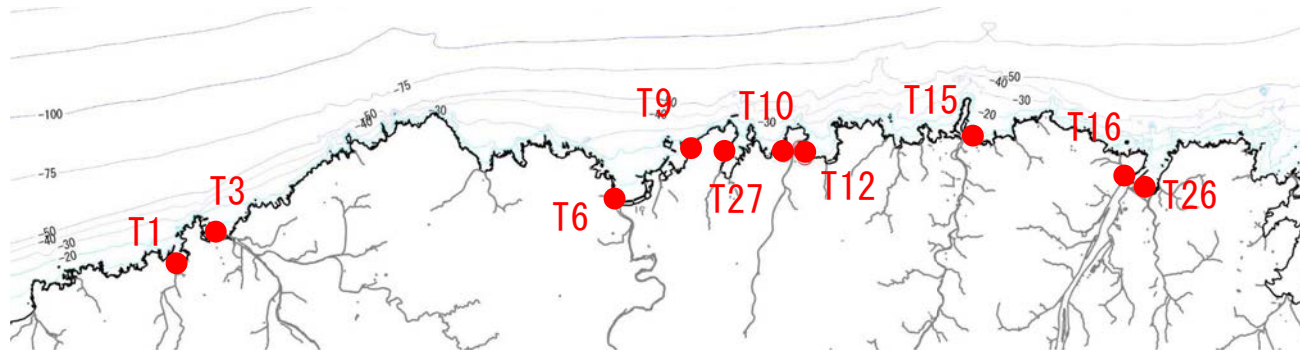
## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（計算結果の整理地点）

■ 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

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（現在気候：高潮推算結果）

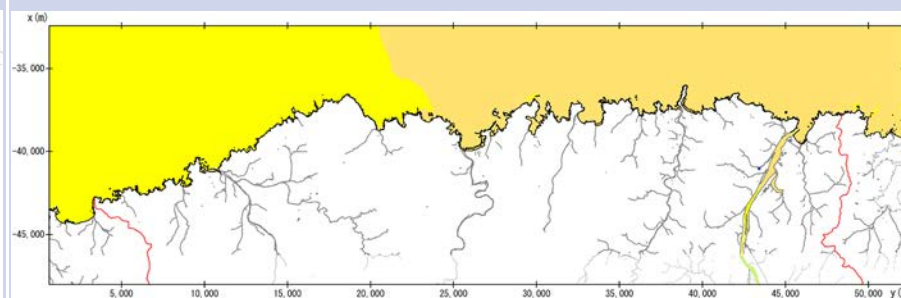
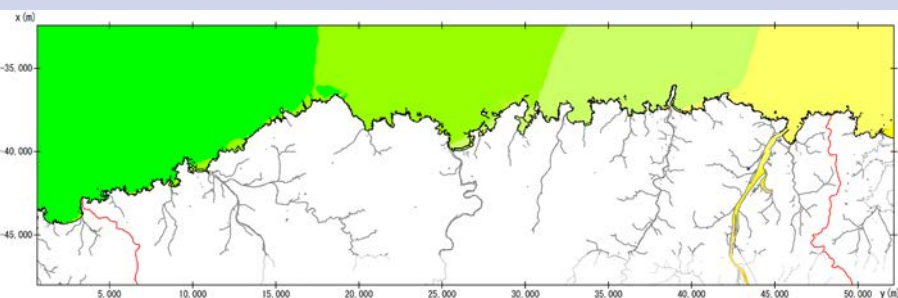
■ T5915（伊勢湾台風）とT1821（平成30年台風21号）について現在気候における高潮推算を実施

■ 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）

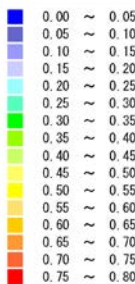
T5915（伊勢湾台風：西100km移動）

T1821（平成30年台風21号：西80km移動）

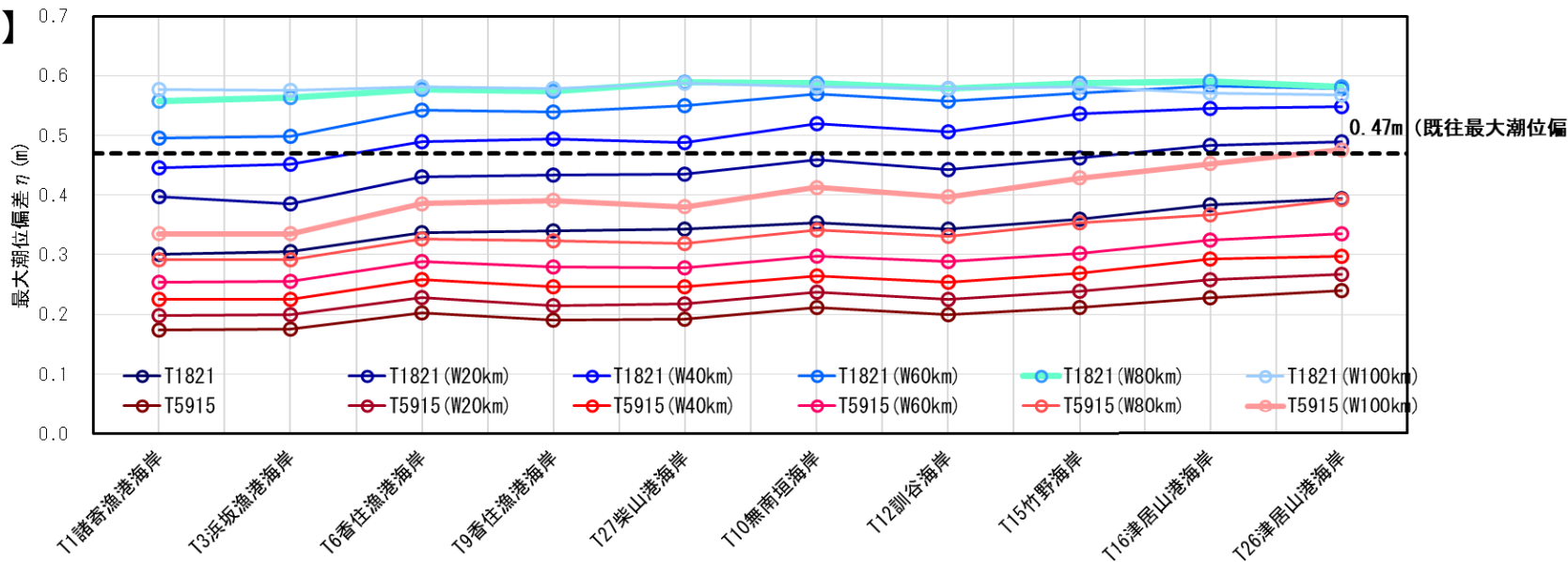
最大潮位偏差



最大潮位偏差 (m)



【最大潮位偏差】



# 1. 技術検討部会における検討内容

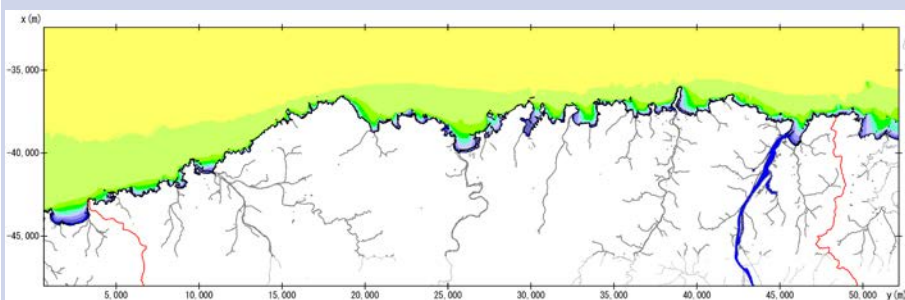
## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（現在気候：波浪推算結果）

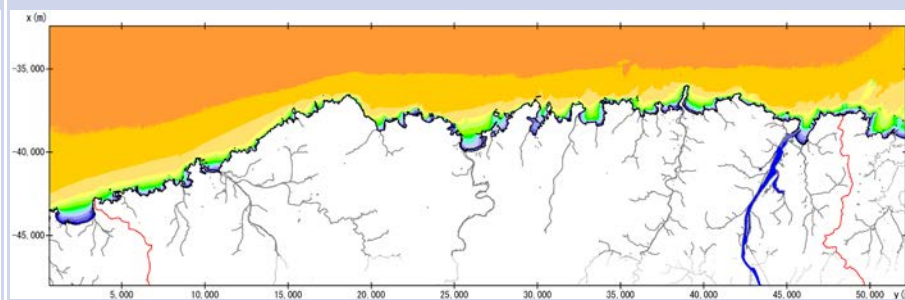
■ T1721（平成29年台風21号）とT6118（第二室戸台風）について現在気候における波浪推算を実施

■ 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

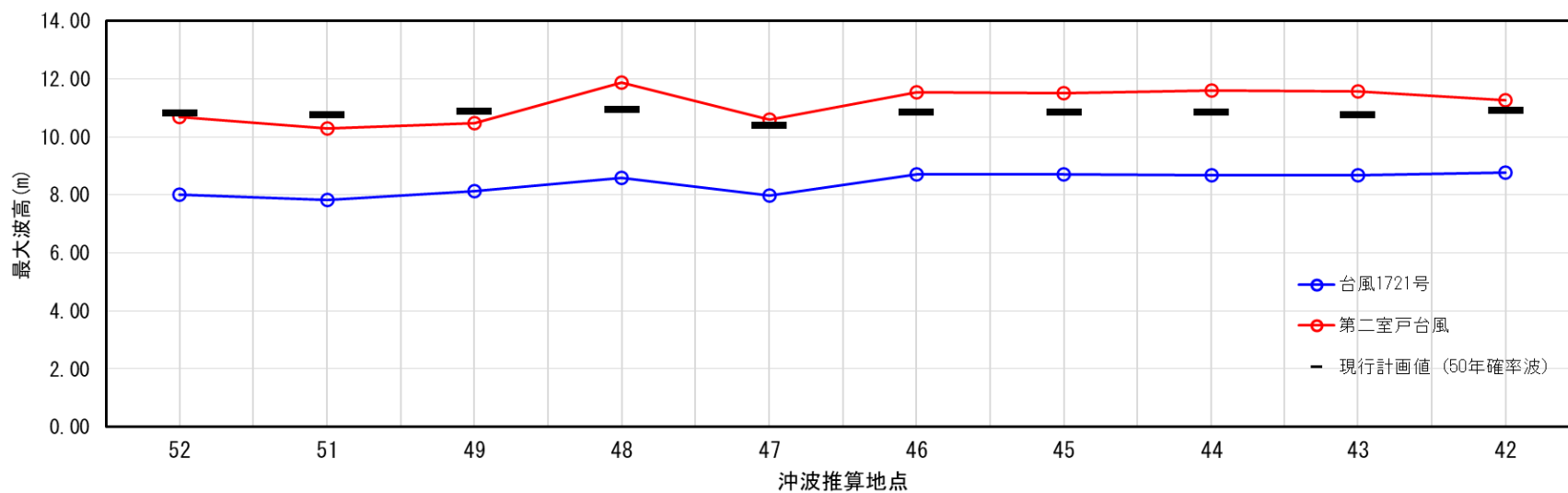
T1721（平成29年台風21号）



T6118（第二室戸台風）



【最大波高】



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（将来気候：高潮推算結果）

■ 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

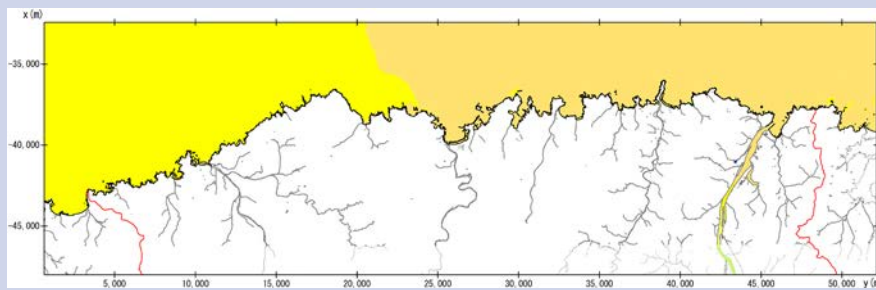
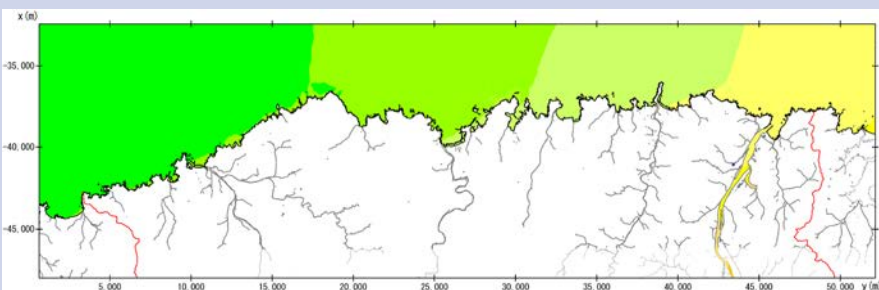
■ 但馬沿岸の将来気候（2°C上昇）における最大潮位偏差（平均値）は、T5915（伊勢湾台風）では0.47m、T1821（平成30年台風21号）では0.64m

■ 但馬沿岸の将来気候（4°C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

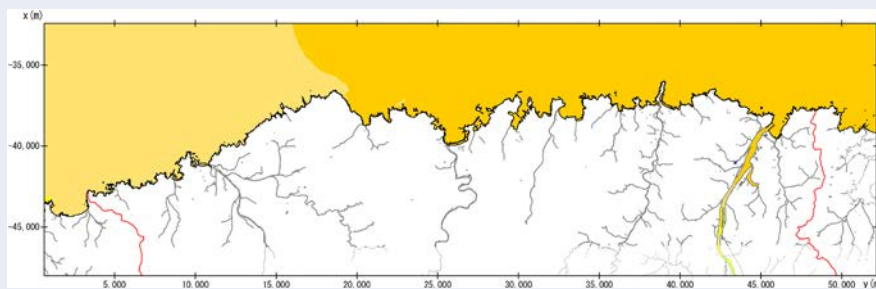
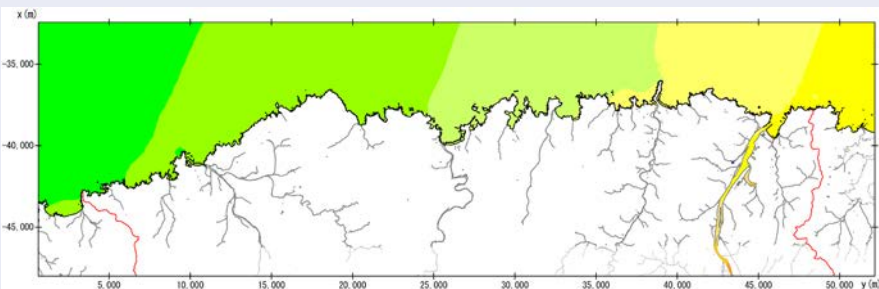
T5915（伊勢湾台風：西100km移動ケース）

T1821（平成30年台風21号：西80km移動ケース）

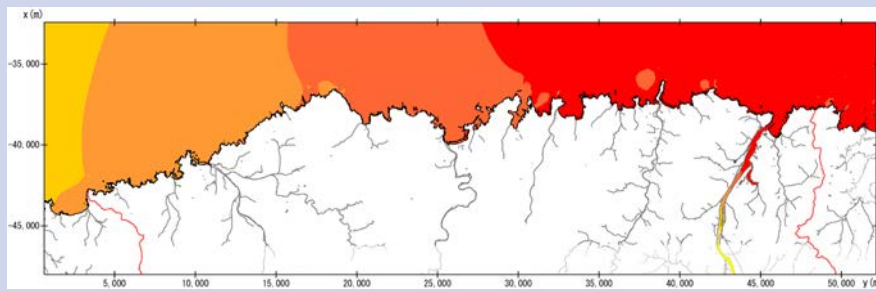
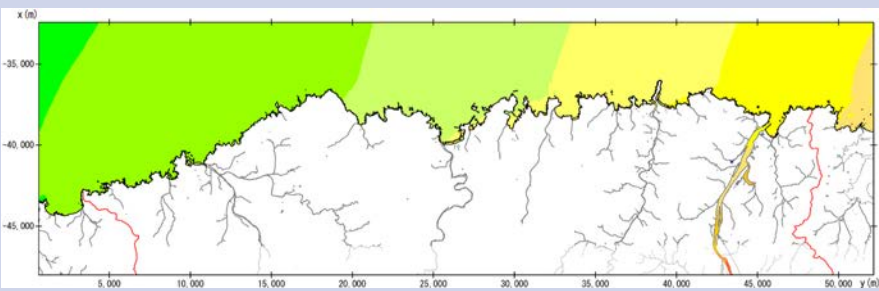
現在  
気候



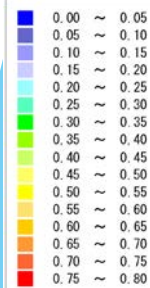
2°C  
上昇



4°C  
上昇



最大潮位偏差 (m)

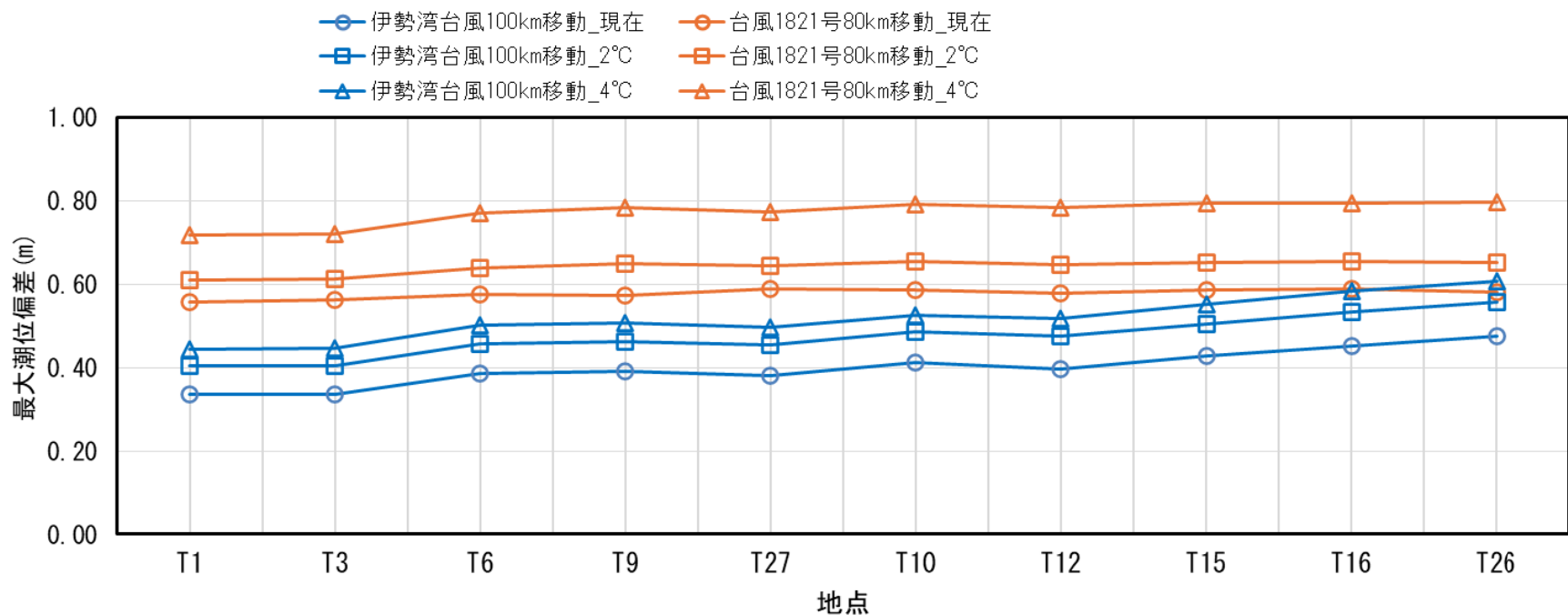


# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（将来気候：高潮推算結果）

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	<b>0.58</b>
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	<b>0.64</b>
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	<b>0.77</b>



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（将来気候：波浪推算結果）

■ 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

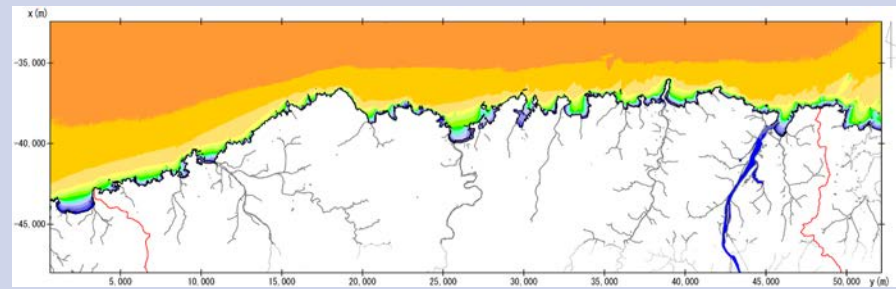
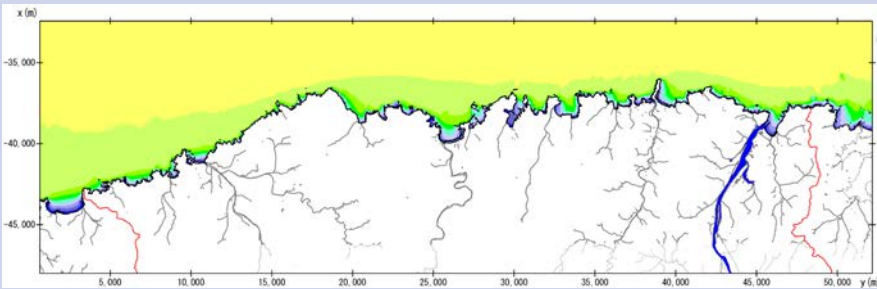
■ 但馬沿岸の将来気候（2℃上昇）における有義波高は、T1721（平成29年台風21号）では平均9.1m、T6118（第二室戸台風）では平均11.7m

■ 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

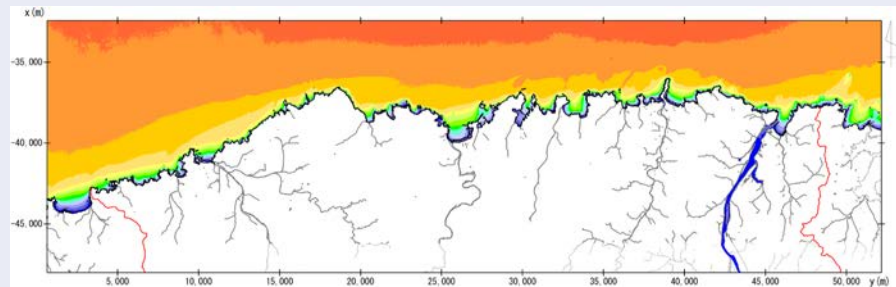
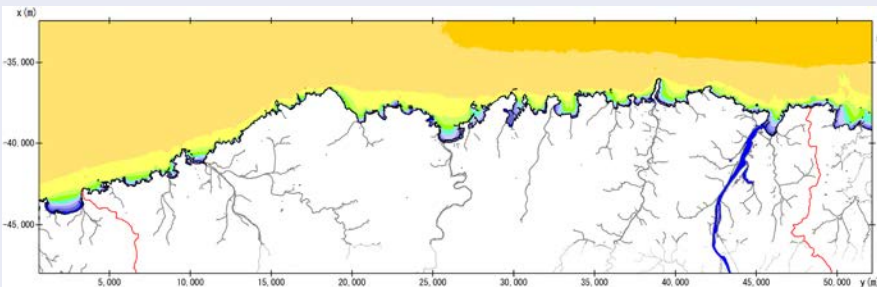
T1721（平成29年台風21号）

T6118（第二室戸台風）

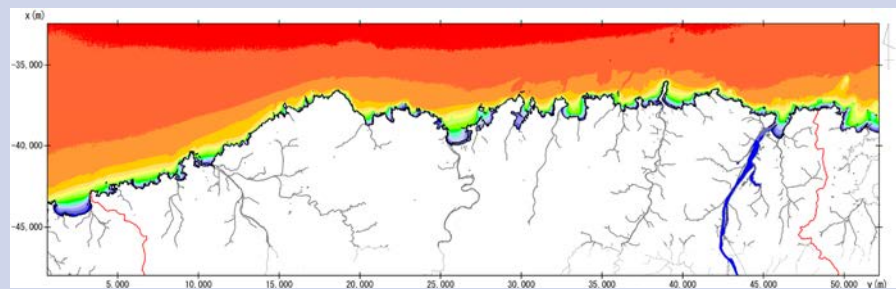
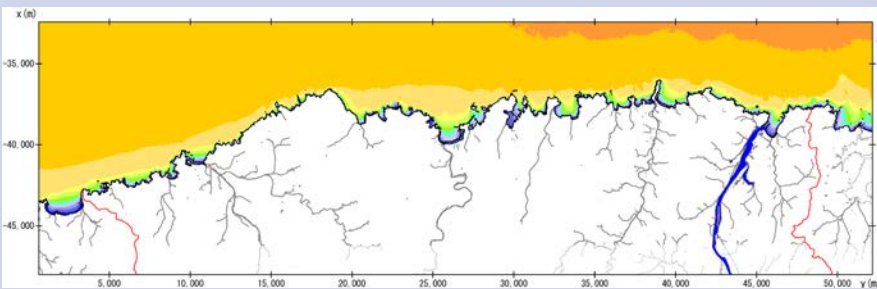
現在気候



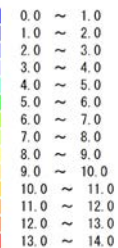
2℃上昇



4℃上昇



波高H1/3 (m)

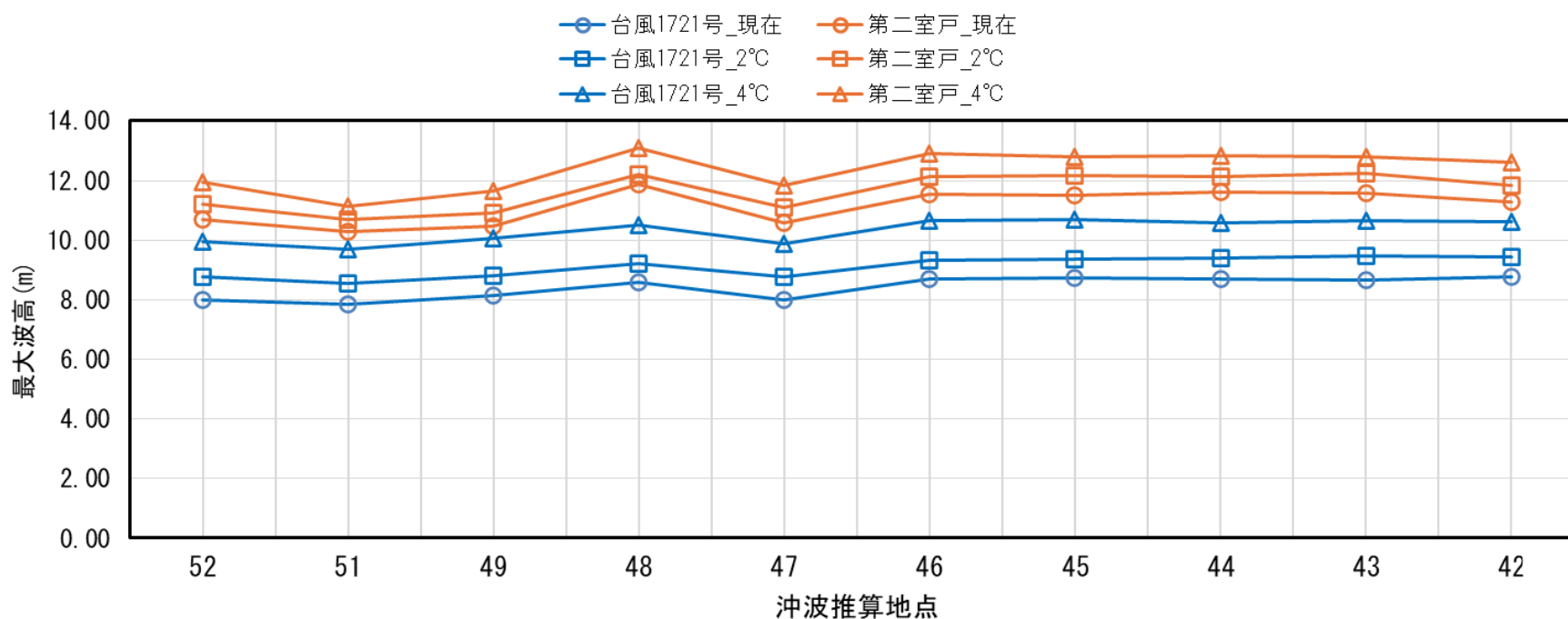


# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（将来気候：波浪推算結果）

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



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

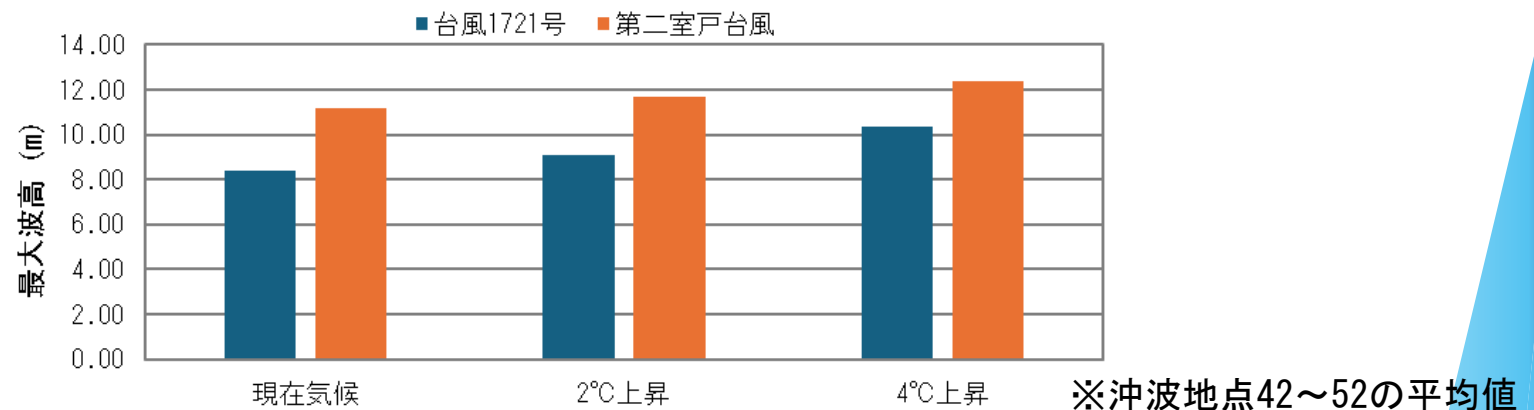
○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（将来気候：波高の将来変化比）

■ 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°C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°C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°C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	



# 1. 技術検討部会における検討内容

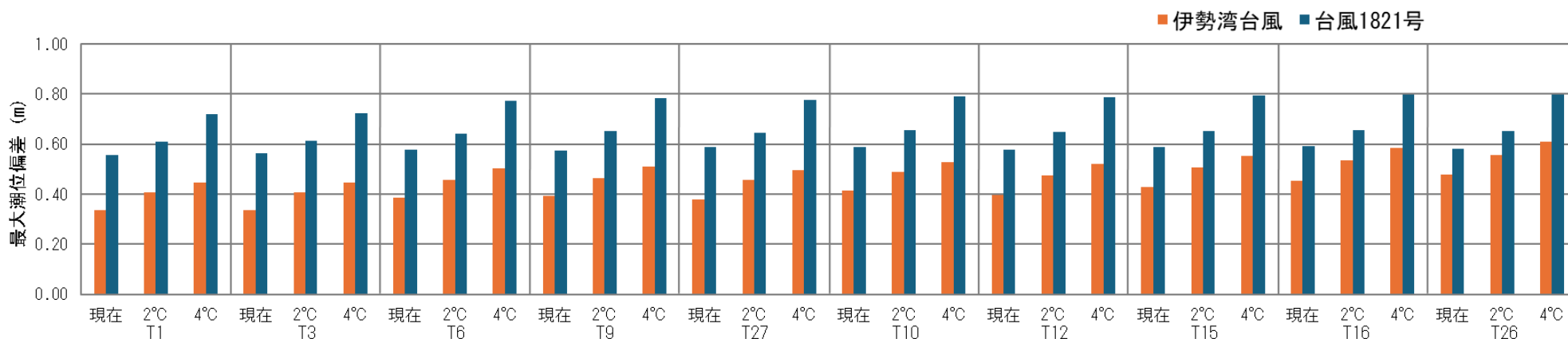
## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（将来気候：高潮の将来変化比）

■ 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°C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°C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°C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

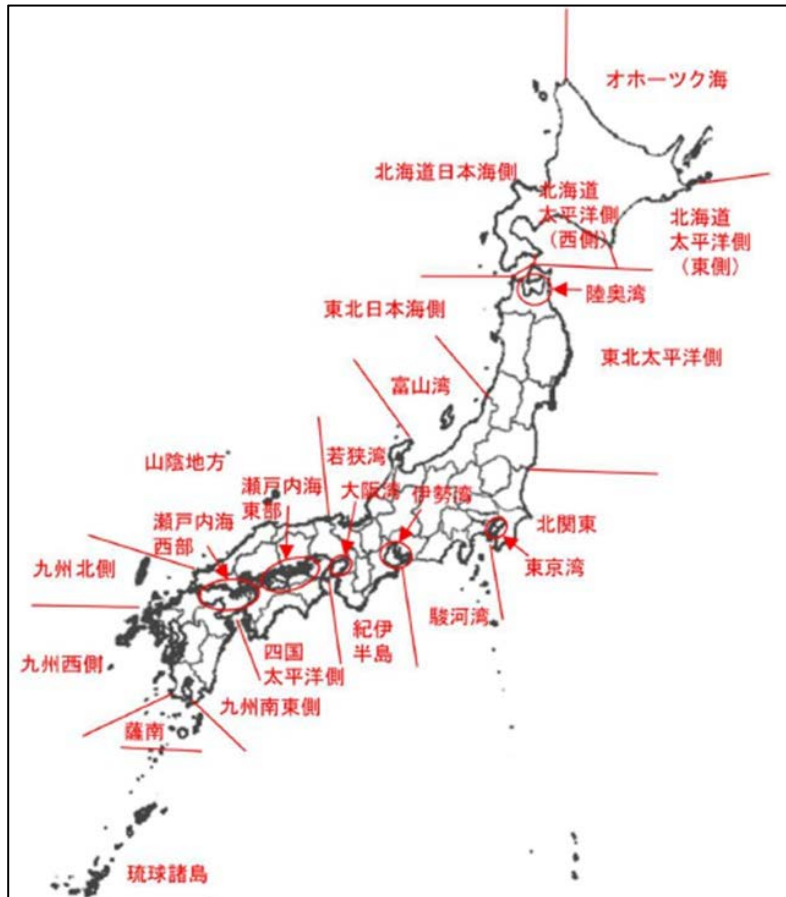


# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（将来気候：将来変化比の参考値）

「港湾における気候変動適応策の実装方針」にて示された変化比は、波高1.02倍、潮位偏差1.05倍であり今回検討（波高1.07倍、潮位偏差1.11倍）より若干小さいが、概ね同程度



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）

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・堺泉北港・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・橋港・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・尾道系崎港・今治港・東予港・新居浜港・三島川之江港・坂出港・高松港
瀬戸内海（西部：伊予灘・周防灘）	1.01	1.02	呉港・広島港・岩国港・徳山下松港・三田尻中関港・宇部港・小野田港・下関港（周防灘）・北九州港（周防灘）・苅田港・中津港・別府港・大分港・松山港
九州南東側	1.04	0.99	細島港・宮崎港・油津港・志布志港・佐伯港・津久見港
薩南	1.06	1.02	鹿児島港・西之表港
琉球諸島	1.01	1.01	名瀬港・運天港・金武湾港・中城湾港・那覇港・平良港・石垣港
九州西側	1.06	1.02	川内港・八代港・三角港・熊本港・三池港・長崎港・佐世保港・福江港
九州北側	1.07	1.06	厳原港・郷ノ浦港・伊万里港・唐津港・博多港・北九州港（響灘）・下関港（響灘）
山陰地方	1.05	1.02	三隅港・浜田港・西郷港・境港・鳥取港
若狭湾	1.05	1.02	舞鶴港・敦賀港・金沢港
富山湾	1.04	1.01	七尾港・伏木富山港・直江津港・小木港・両津港・新潟港
東北日本海側	1.01	1.02	能代港・秋田港・船川港・酒田港

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた高潮・波浪推算（将来気候：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°C上昇)】 **0.64m**    【将来気候(4°C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°C上昇)】 **1.07倍**    【将来気候(4°C上昇)】 **1.18倍**

表 現在気候と将来気候（2°C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

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた堤前波（換算沖波波高）の算定

■将来気候（2℃上昇シナリオ）における、沖波(準沖波)地点の波浪・潮位条件を以下に示す。

【但馬沿岸の潮位条件】（全地区で共通）

現行：設計高潮位H.H.W.L=T.P.+1.2m

（伊勢湾台風時の津居山検潮所、河川水位の影響を受けている可能性がある）

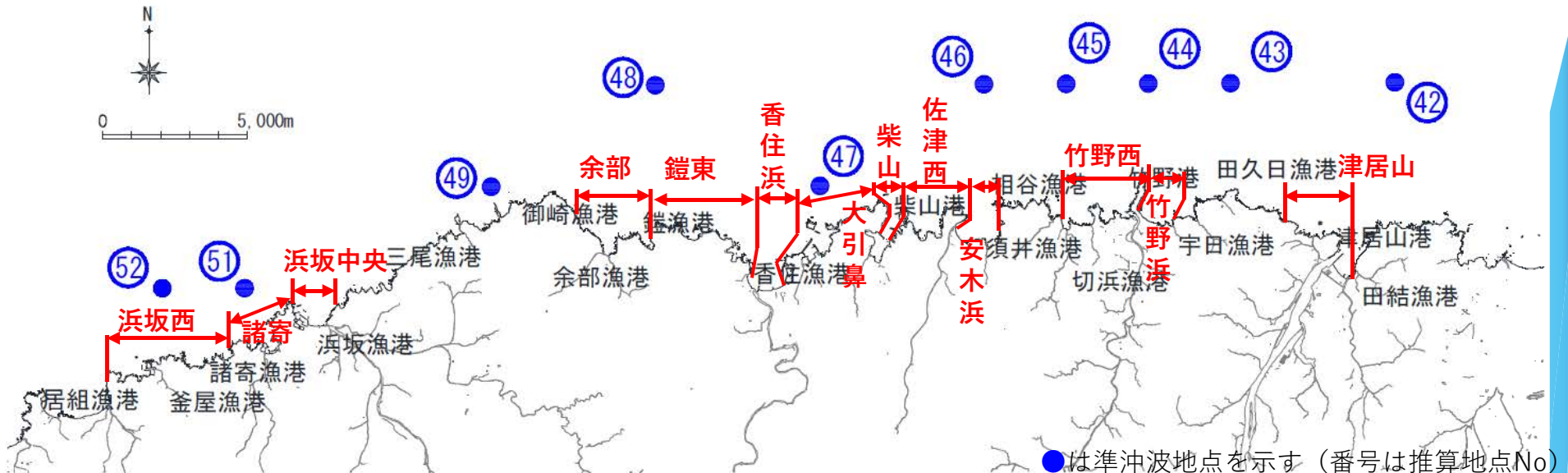
将来2℃：台風期朔望平均満潮位T.P.+0.70m+海面上昇量0.40m+計画偏差0.64m=1.74m≒T.P.+1.8m

検討条件		気候条件	浜坂西地区	諸寄地区	浜坂中央地区	余部地区	鎧東地区	香住浜地区	大引鼻地区	柴山地区	佐津西地区	安木浜地区	竹野西地区	竹野浜地区	津居山地区	
波浪	準沖波波高 H <sub>q0</sub> (m)	現行	—	9.7	10	9.6	9.6	9.6	9.6	10.5	10.9	10.5	8	8	7.9	
		将来2℃	10.4	10.6	10.7	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.1	11.6	11.2	11.2	11.2	8.5
		推算地点No	52	51	51	48	48	47	47	47	46	46	46	44	44	42

※表中の波浪・潮位条件は各地区における設定値の一例を示したものである ※表中の推算地点Noは、将来2℃上昇のものを示す

※現行計画で採用された沖波と、将来2℃で採用された沖波で波向が異なり、現行の沖波波高が高い場合がある

※浜坂西地区は現行の兵庫県高潮対策10箇年計画の対象施設になっていないため現行の沖波波高は「—」としているが、今後防潮堤整備の予定があるため将来の沖波を整理している



# 1. 技術検討部会における検討内容

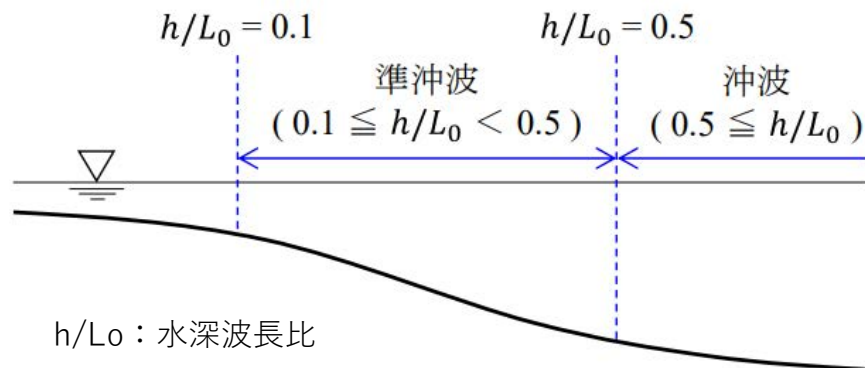
## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた堤前波（換算沖波波高）の算定

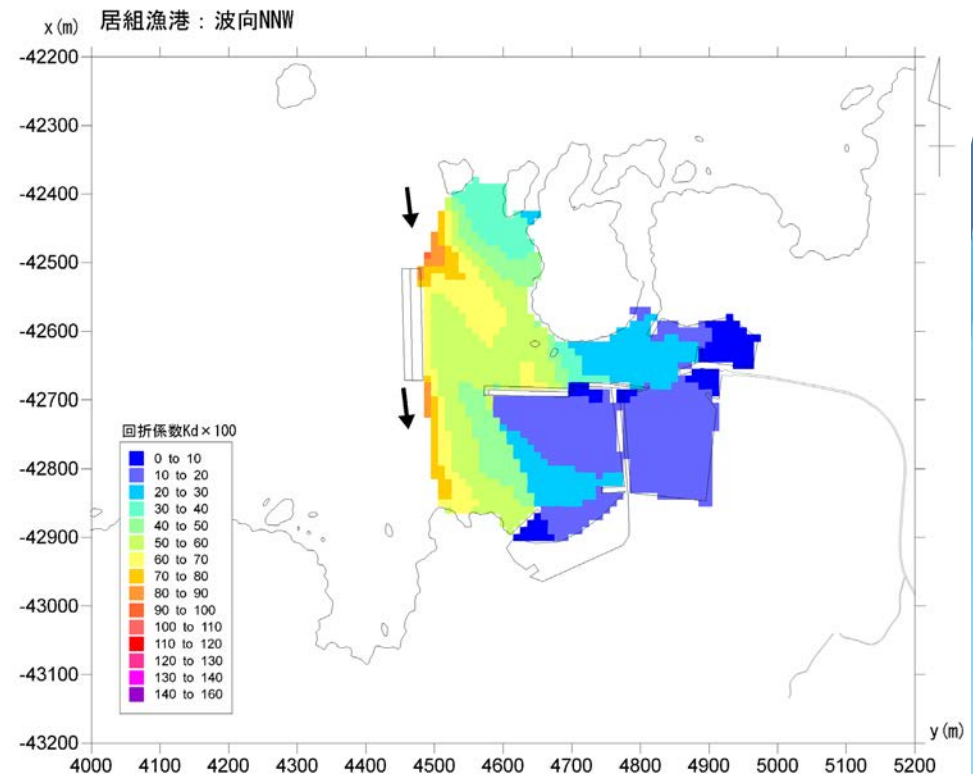
- 設定した潮位・波浪条件を用い、エネルギー平衡方程式による港外波浪変形計算を実施
- 港湾域等では波の回折・反射を考慮するため、高山法による港内波浪変形計算を実施
- なお、沖波地点は準沖波に相当するため、深海域をスロープで模擬した水深データを作成し、準沖波の波浪諸元を再現するよう、港外波浪変形計算の入射波条件を設定

項目	沖波	準沖波	疑似沖波
英語名	deepwater wave	quasi deepwater wave	pseudo deepwater wave
水深波長比	$0.5 \leq h/L_0$	$0.1 \leq h/L_0 < 0.5$	$h/L_0 < 0.5$
波浪変形の有無*	なし(深海条件)	浅水変形(砕波なし), 屈折	なし(深海条件)
波高の記号	$H_0$	$H_{q0}$	$H_{p0}$

\*波浪推算で考慮される波浪変形を指す。



居組漁港海岸での港内波浪変形計算（高山法）の実施例



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

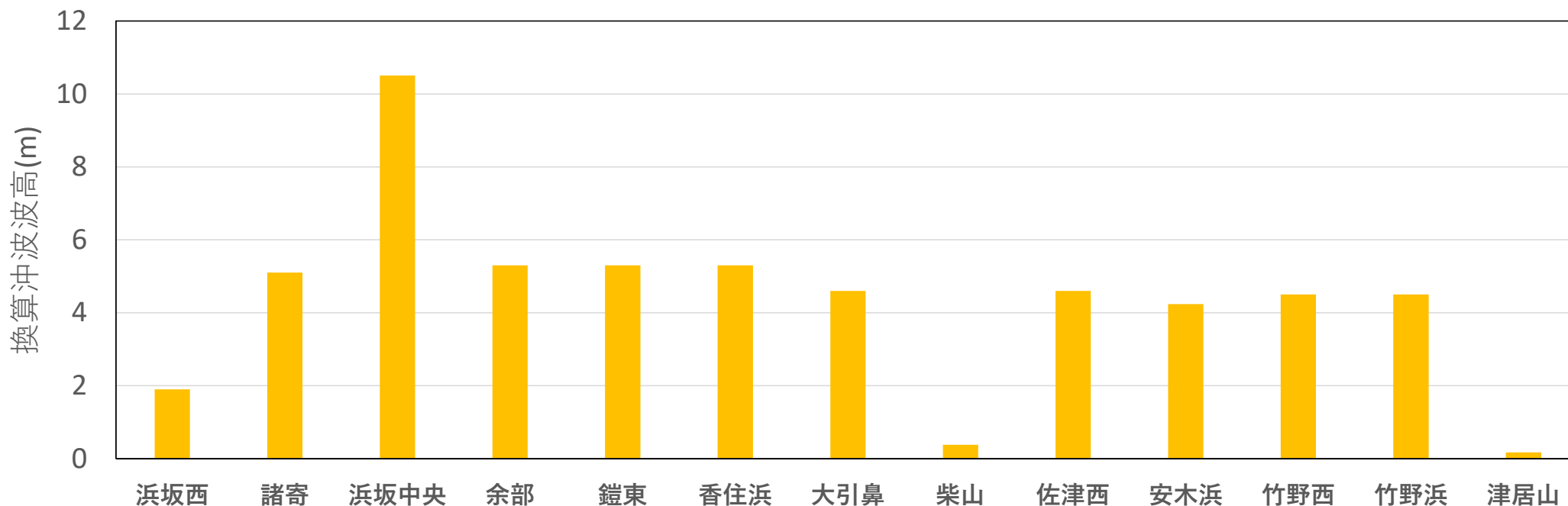
○気候変動を踏まえた堤前波（換算沖波波高）の算定

■波浪変形計算を実施し、必要天端高の算定に必要な換算沖波波高  $H_0'$  を算定

検討条件		気候条件	浜坂西 地区	諸寄 地区	浜坂中央 地区	余部 地区	鎧東 地区	香住浜 地区	大引鼻 地区	柴山 地区	佐津西 地区	安木浜 地区	竹野西 地区	竹野浜 地区	津居山 地区
波浪	換算沖波波高 $H_0'$ (m)	将来2°C	1.9	5.1	10.5	5.3	5.3	5.3	4.6	0.4	4.6	4.2	4.5	4.5	0.2
	沖波周期 $T_0$ (s)		14.3	14.5	14.5	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.1	15.4	15.1	15.1	15.1

※表中の波浪・潮位条件は各地区における設定値の一例を示したものである

※【但馬沿岸の潮位条件】将来2°C：台風期朔望平均満潮位 $T.P.+0.70m$  + 海面上昇量 $0.40m$  + 計画偏差 $0.64m = 1.74m \doteq T.P.+1.8m$



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

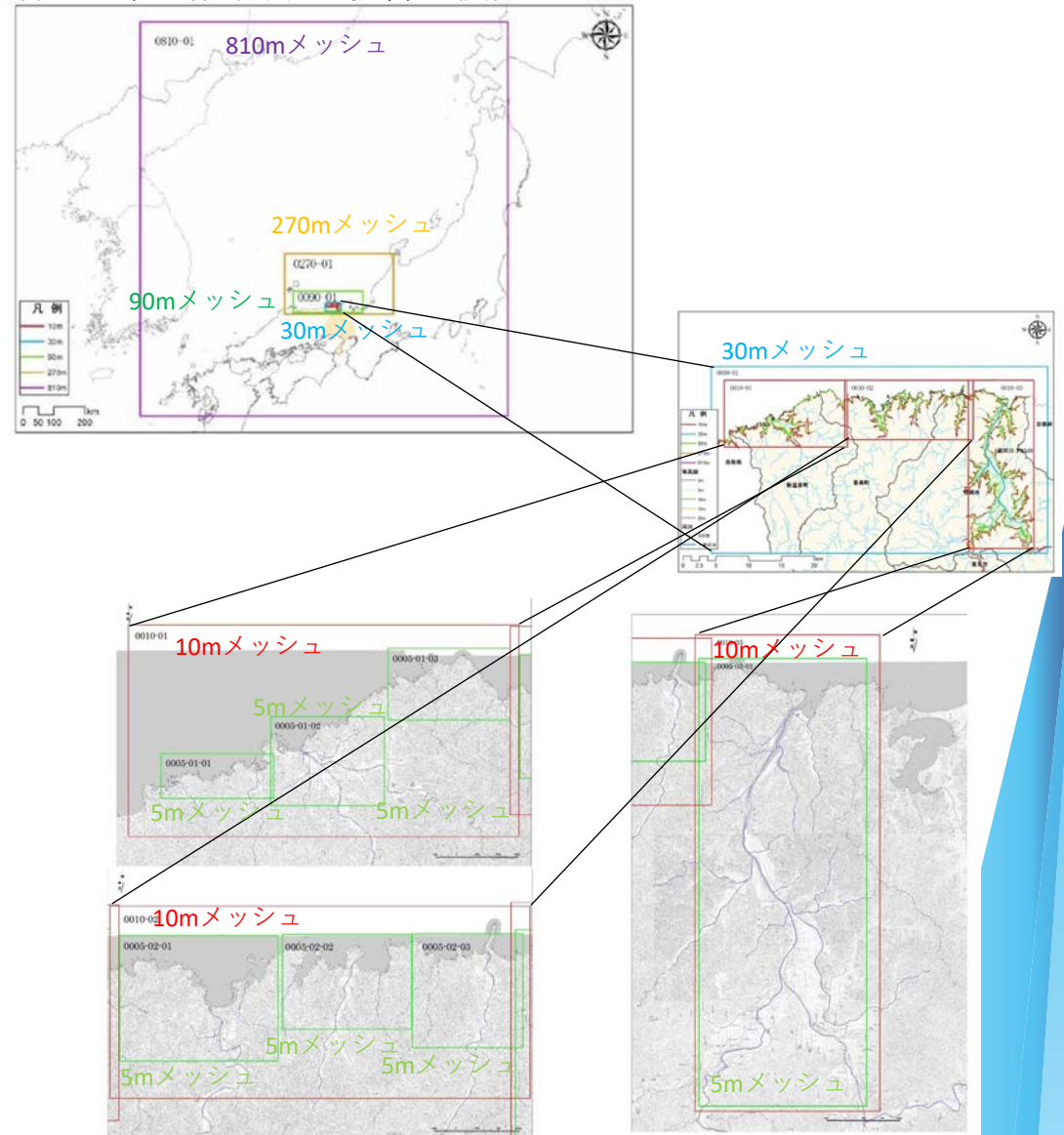
### ○気候変動を踏まえた津波伝播計算（計算条件）

■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℃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℃上昇シナリオ		0.4m	T. P. +1.00m
4℃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(河川数等の浸水は考慮)	



# 1. 技術検討部会における検討内容

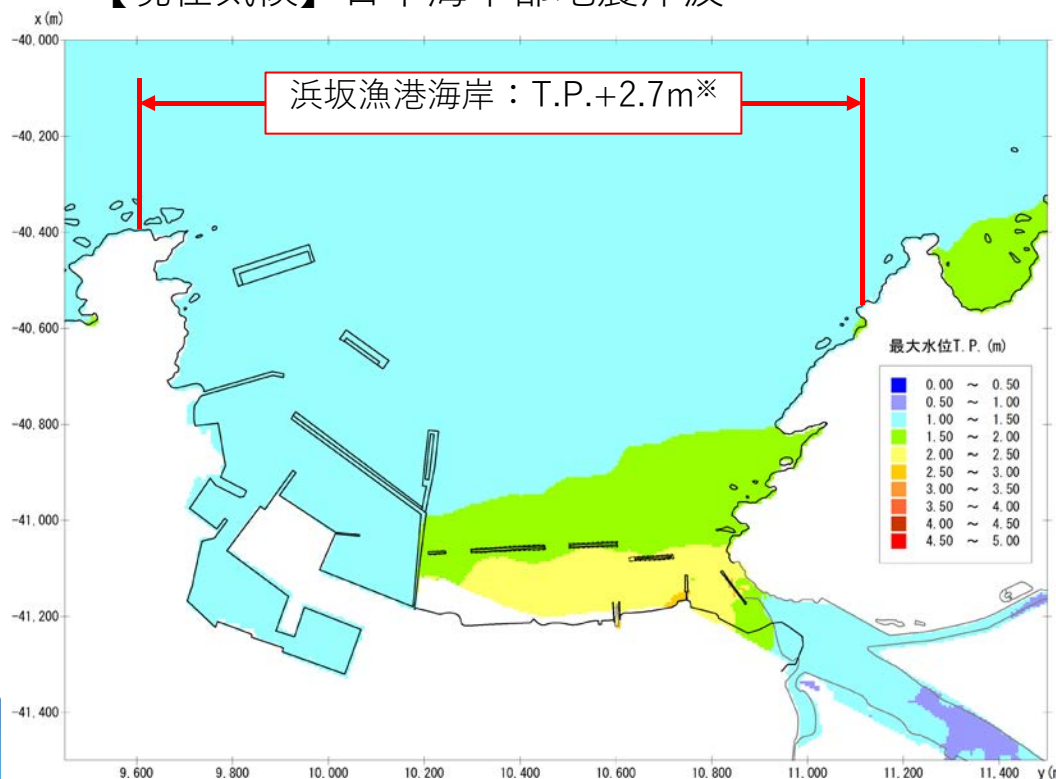
## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○気候変動を踏まえた津波伝播計算（計算結果）

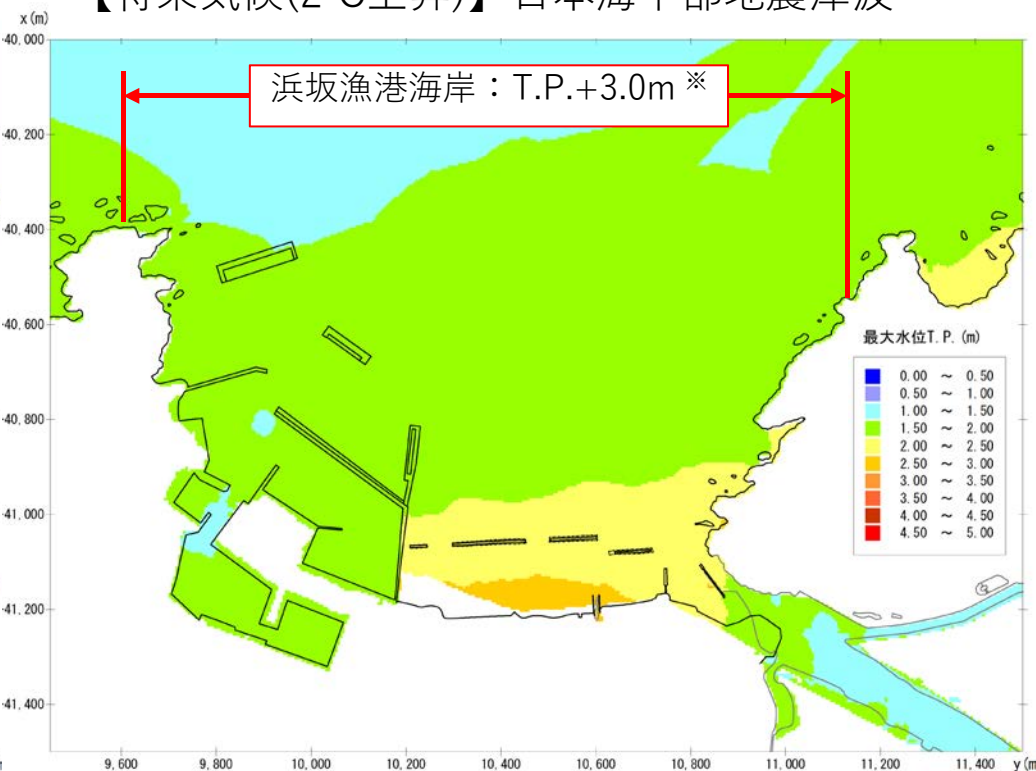
■現在気候、将来気候（2°C上昇シナリオ：海面上昇量0.4m）における津波伝播計算を実施  
浜坂漁港海岸の最大津波水位の計算例を示す

■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

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○計画天端高の算定方法

■計画天端高は、第1回および第2回部会の決定内容に従い算定

■設定した外力条件を用い、海岸ごとの必要天端高を下記条件により設定。

高潮による必要天端高①と津波による必要天端高②を比較して高いほうを設定。

① 許容越波流量：0.01～0.06 m<sup>3</sup>/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 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および地殻変動等を考慮して、他沿岸と同様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 (m<sup>3</sup>/s/m)<sup>162)</sup>

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1.0m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

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

# 1. 技術検討部会における検討内容

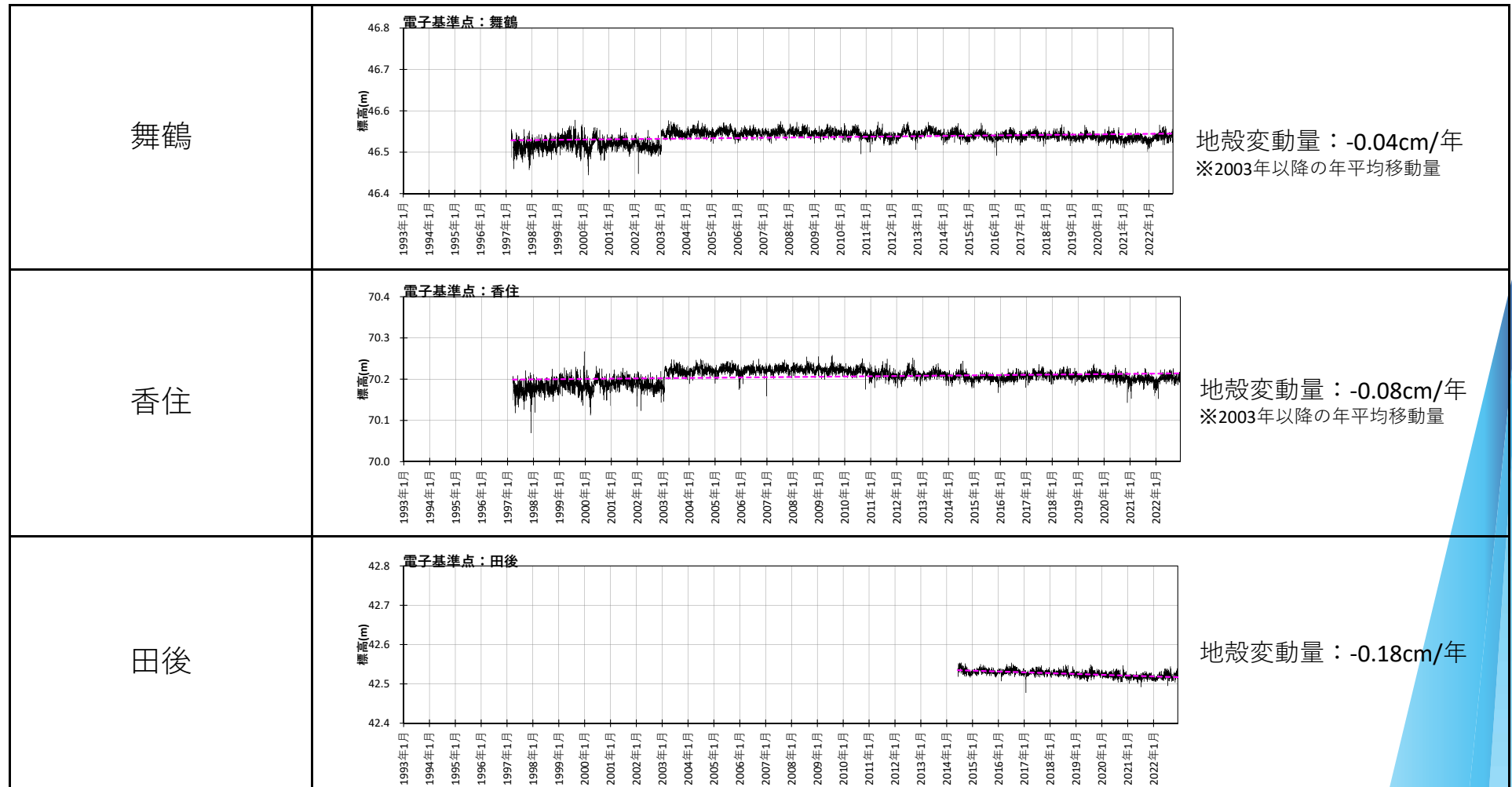
## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○計画天端高の算定方法（地盤高の経年変化傾向）

■国土地理院が公開している「電子基準点日々の座標値」を用いて、但馬沿岸付近の電子基準点における経年変化を整理。対象期間は、データが公開されている1997年～2022年（田後は観測開始の2014年～2022年）

■電子基準点の経年変化より、1年あたりの平均変動量は約-0.1～-0.2cmであり、沈下傾向

■所要天端高の算定で、沈下量を考慮して余裕高を設定



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○計画天端高の算定方法

■ 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

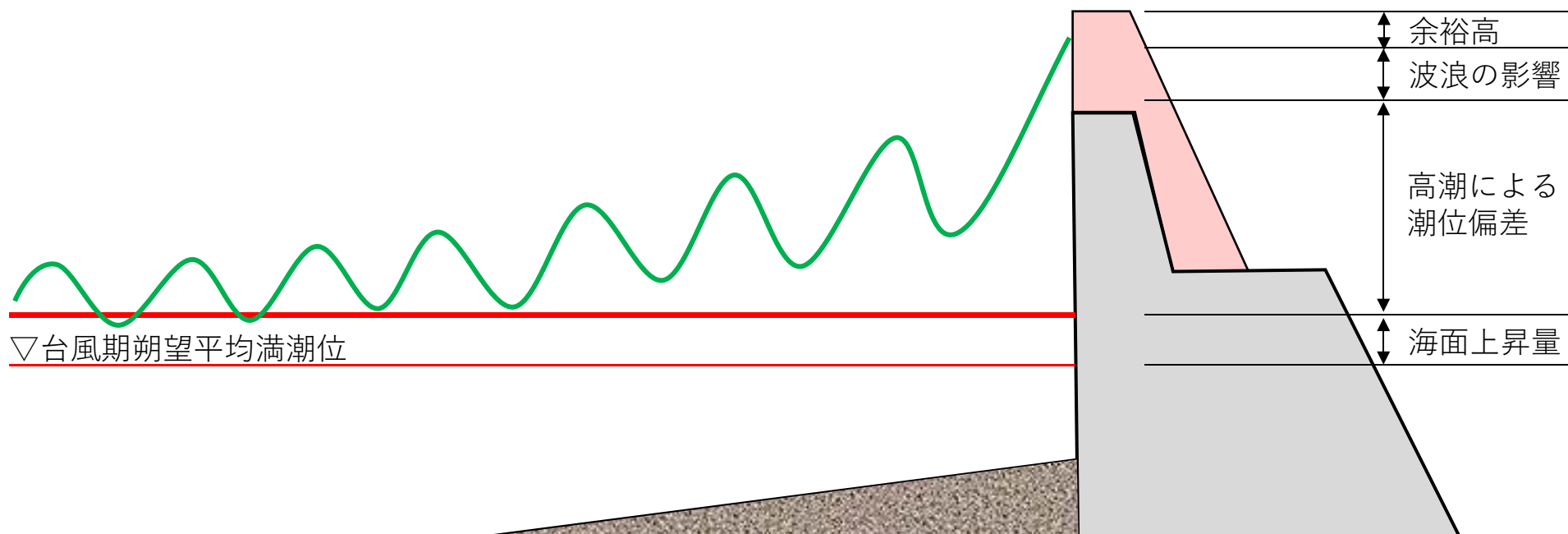
■ 算定された天端高に、余裕高（0.3m）を考慮

### ○検討潮位条件

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

### ○検討波浪条件

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



# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

○計画天端高の算定例

■ 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

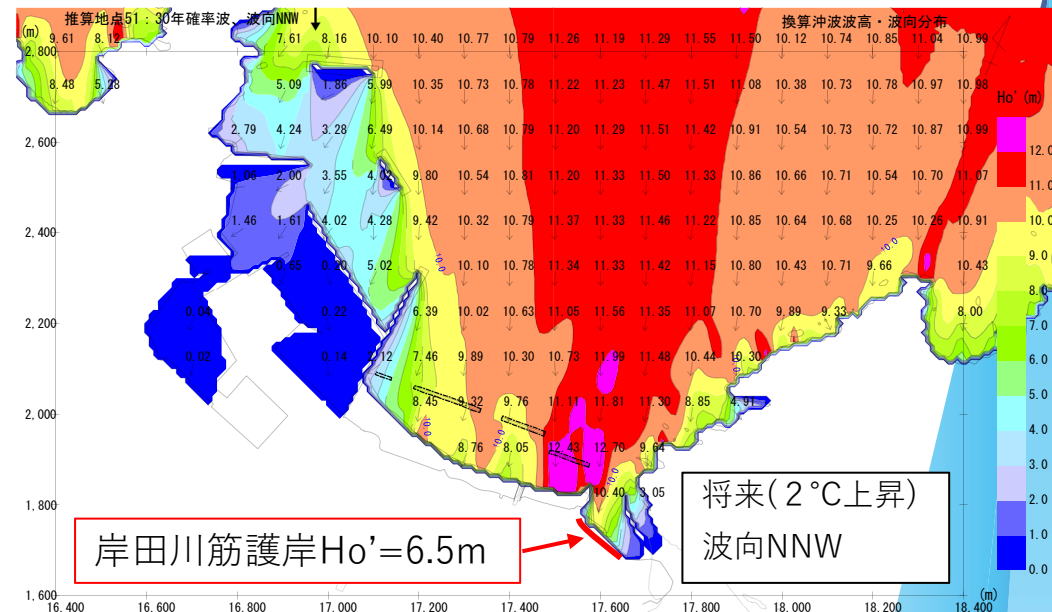
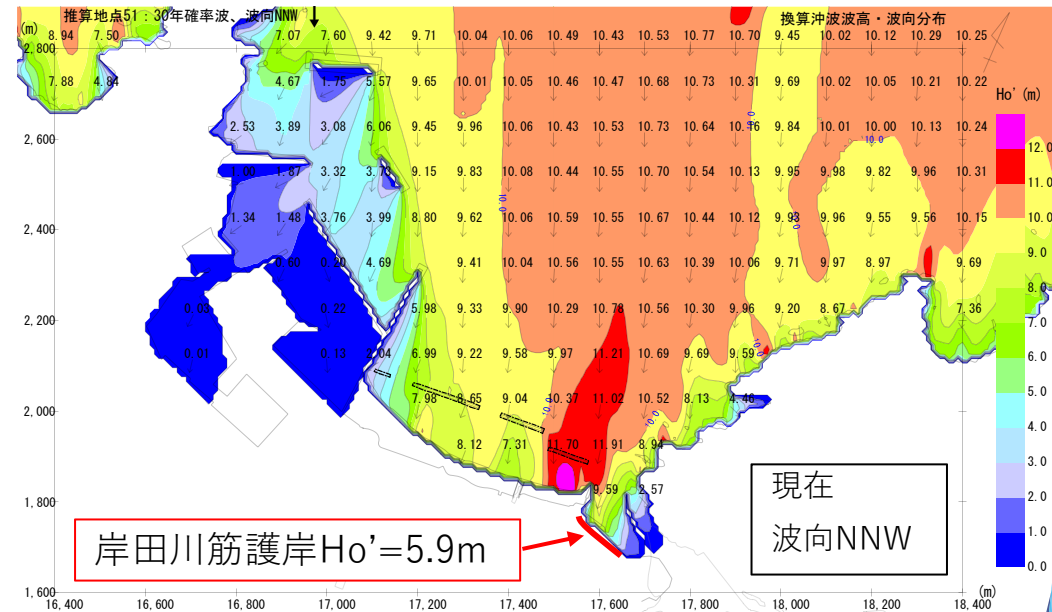
### 潮位条件

現在・将来気候	現在	将来 (2°C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
設定潮位 (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°C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

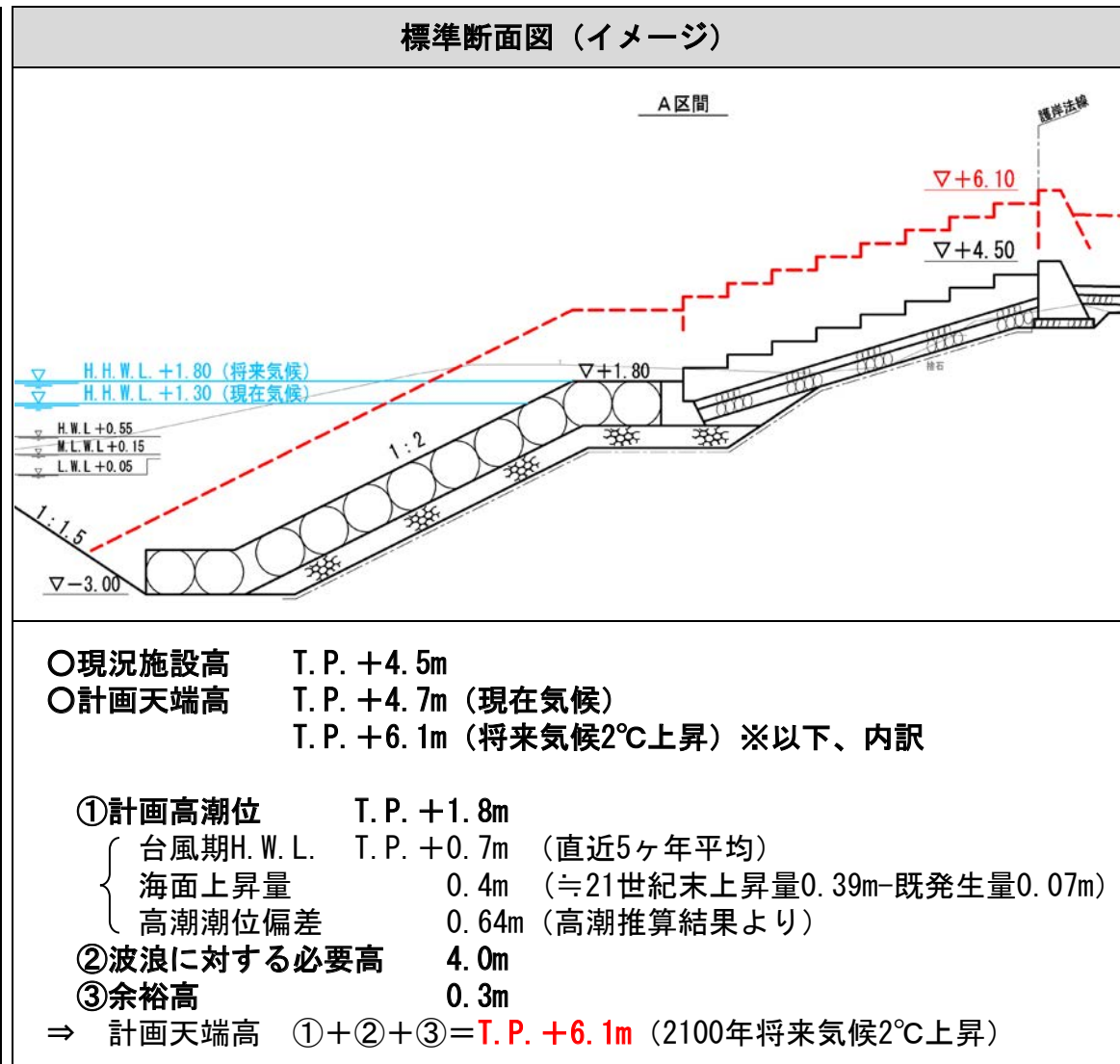
# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 2. 気候変動の影響を踏まえた計画外力・防護水準の設定

### ○計画天端高の算定例

- 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°C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 <sup>※</sup>	3.4m	4.0m	
	余裕高	-	0.3m	
	<b>計画天端高</b>	<b>T.P.+4.7m</b>	<b>T.P.+6.1m</b>	



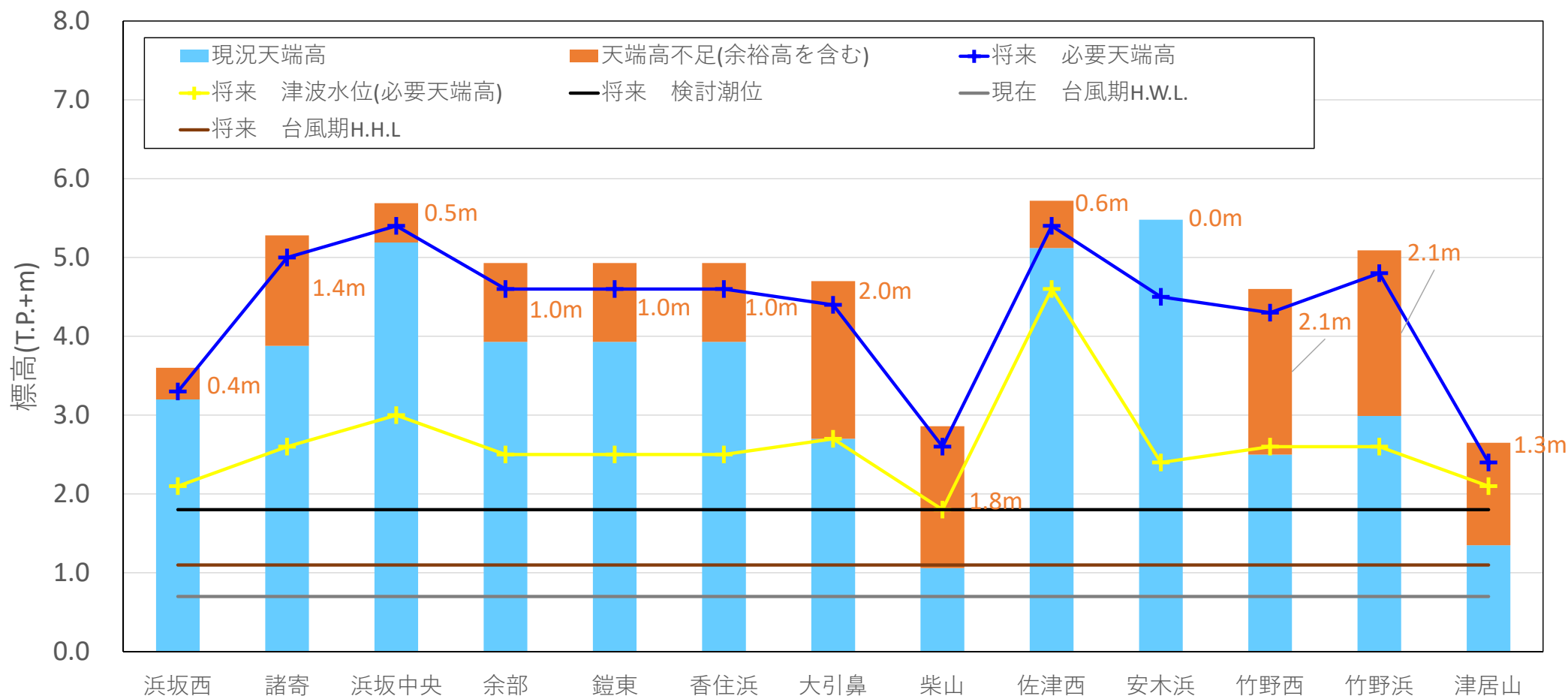
※階段護岸の天端高換算係数 $\beta=1.1$ を考慮

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 3. 計画諸元（計画天端高等）の設定

### ○計画天端高の設定

■各海岸地区の必要天端高は下図の通り



※天端高不足 = 計画天端高 - 現況天端高

※計画天端高 = 「必要天端高 + 余裕高」 ※必要天端高：高潮による必要天端高と津波による必要天端高を比較して高いほうを設定

※【但馬沿岸の潮位条件】 将来2°C：台風期朔望平均満潮位T.P.+0.70m + 海面上昇量0.40m + 計画偏差0.64m = 1.74m ≒ T.P.+1.8m

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 3. 計画諸元（計画天端高等）の設定

○各地区海岸の計画諸元

■各海岸地区の必要天端高より、計画天端高を設定

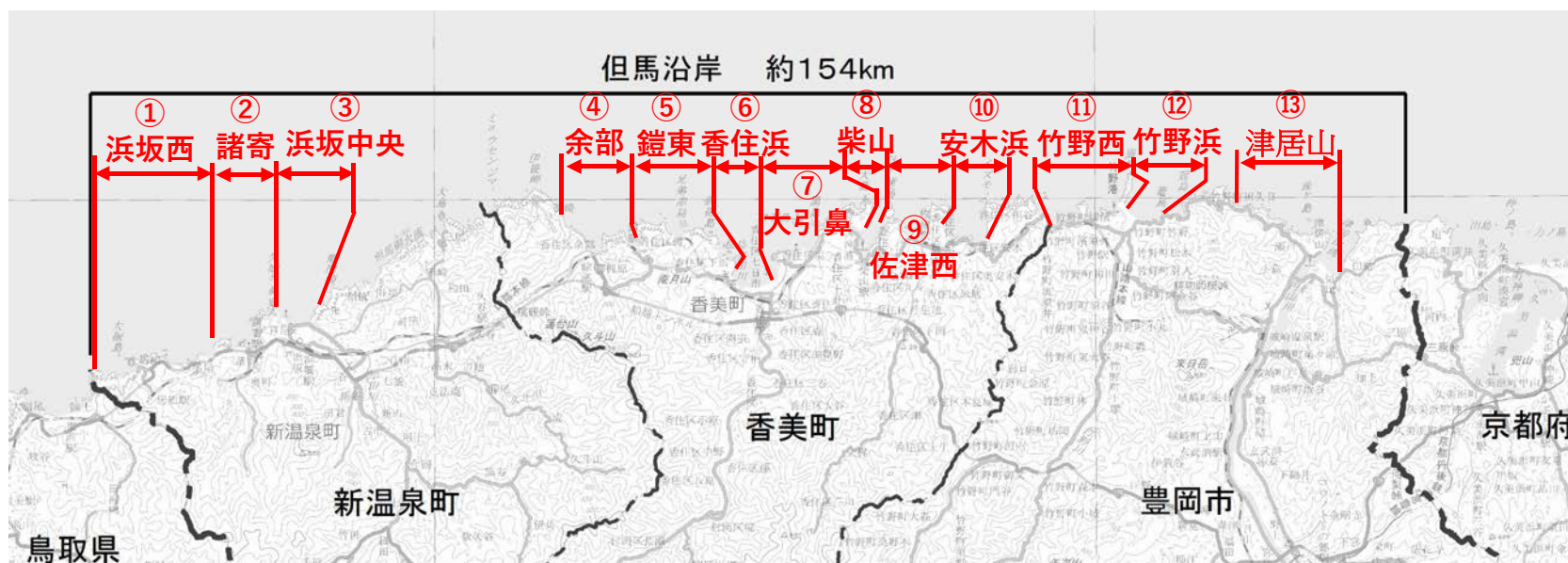
【前提条件】

- ・気候変動シナリオ⇨2℃上昇シナリオ
- ・防護水準設定における目標年次

【計画天端高（案）】

項目	浜坂西地区	諸寄地区	浜坂中央地区	余部地区	鎧東地区	香住浜地区	大引鼻地区	柴山地区	佐津西地区	安木浜地区	竹野西地区	竹野浜地区	津居山地区
計画天端高(T.P.+m)	3.6	5.3	5.7	4.9	4.9	4.9	4.7	2.9	5.7	5.5	4.6	5.1	2.7
現況天端高(T.P.+m)	3.2	3.9	5.2	3.9	3.9	3.9	2.7	1.1	5.1	5.5	2.5	3.0	1.4
天端高不足(m)	0.4	1.4	0.5	1.0	1.0	1.0	2.0	1.8	0.6	0.0	2.1	2.1	1.3

※天端高不足には余裕高0.30mを含む



地図：海岸保全基本計画

# 1. 技術検討部会における検討内容

## 1. 4. 防護対象区域の設定

■各海岸地区の計画天端高の設定値に基づき、天端高不足への対策を要する区域を検討

なお、代表断面による算定結果であり、各施設について詳細な検討を行う必要がある

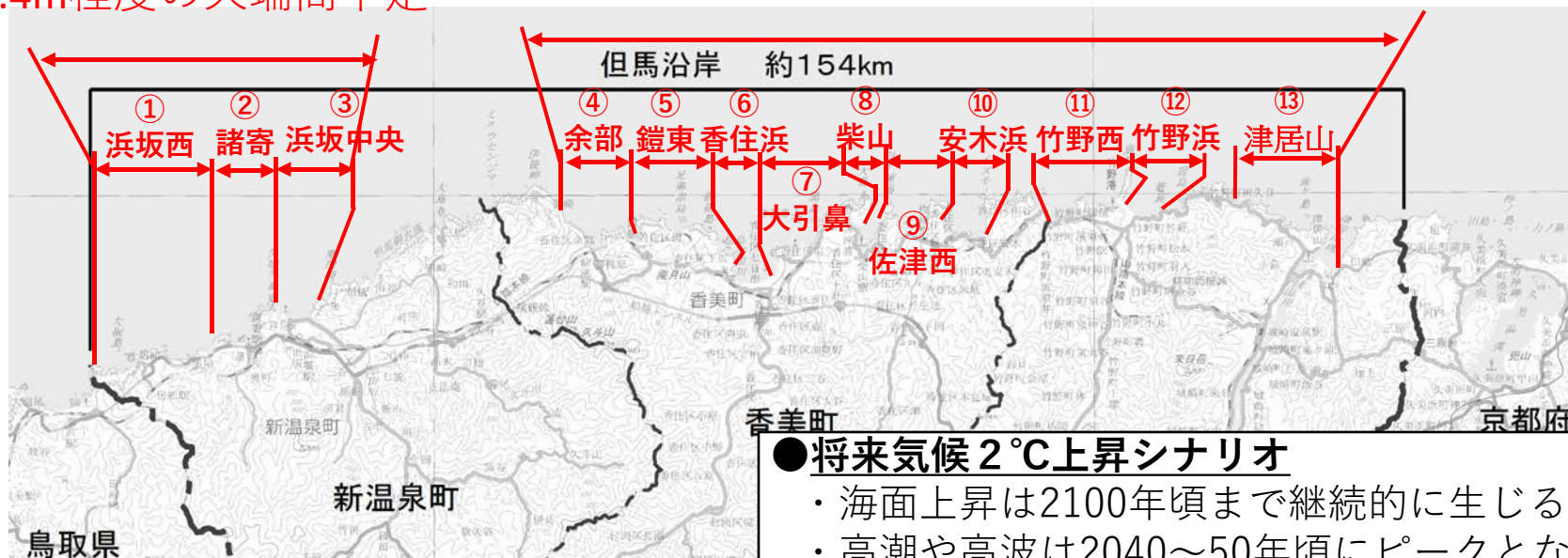
### 【防護すべき整備対象区域】

○但馬沿岸においては、気候変動の影響により、沿岸の広い範囲で海岸保全施設の天端高不足が生じると予測され、沿岸の全域が整備対象区域となり得る

○特に、台風の強力化に対し、高潮・波浪による被害を防ぐための対策を講じることが重要

浜坂西地区  
～浜坂中央地区  
最大1.4m程度の天端高不足

余部地区  
～津居山地区  
最大2.1m程度の天端高不足



地図：海岸保全基本計画

### ●将来気候 2°C上昇シナリオ

- ・海面上昇は2100年頃まで継続的に生じる想定
- ・高潮や高波は2040～50年頃にピークとなる想定

### ●目標年次 2100年