

気候変動の影響を踏まえた  
琉球諸島沿岸海岸保全基本計画  
検討委員会

令和6年10月28日（月）

沖縄県  
海岸防災課



# 目次

## 1. はじめに

1.1 検討委員会の進め方

## 2. 沖縄県の海岸保全の現状

2.1 海岸の特性

2.2 海岸保全の概要

2.3 高潮に対する防護水準

2.4 津波に対する防護水準

## 3. 気候変動に関する最近の動向

3.1 気候変動による海岸保全施設への影響

3.2 IPCC第5次評価報告書における気候変動のシナリオについて

3.3 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベースについて

## 4. 琉球諸島沿岸における気候変動を踏まえた計画外力の検討方針

4.1 高潮に対する防護水準の検討方針

4.2 津波に対する防護水準の検討方針

4.3 侵食に対する防護水準の検討方針

## 5. 今後の予定

# 1. はじめに

## 1.1 検討委員会の進め方

**【概要】** 琉球諸島沿岸において、気候変動を踏まえた計画外力の設定方法、防護水準（設計高潮位、設計波、設計津波等）、防護水準を踏まえた整備方針について検討を行う。検討結果は本検討委員会に報告し、海岸保全基本計画に反映させる。

気候変動の進行

国内外における気候変動に関する研究・知見の蓄積

気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言（令和2年7月）

海岸保全基本方針の変更（令和2年11月）

【計画の見直し】

気候変動の影響に関する見込みの変化等に応じ、計画の基本的事項を適宜見直し

### <本検討委員会>

琉球諸島沿岸における、気候変動を踏まえた計画外力の設定方法、防護水準（設計高潮位、設計波、設計津波等）、防護水準に対する整備方針について検討を実施。

琉球諸島沿岸海岸保全基本計画の改定

## **2. 沖縄県の海岸保全の現状**

## 2.1 海岸の特性 1) 沿岸の特性

**【概要】**・沖縄県の海岸総延長は約2,036 kmで、**全国4位**の海岸延長を有している。

・**海岸保全区域の延長は約429 km**で、海岸総延長の約21%であり、残りは自然海岸等の一般公共海岸である。

・本県の海岸線は、**亜熱帯特有のサンゴ礁と白い砂浜によって特徴づけられ**、県民だけでなく、**県外観光客等からも親しまれている**。

・一方、本県は**台風常襲地帯**であり、台風による高潮等被害から県民の生命・財産を守るため、**高潮対策事業**等を実施している。

・さらに、本県は**本土復帰前後に整備された護岸が多く**、一般的な護岸と比較して、**老朽化及び防護機能の低下が著しい**ことから、長寿命化計画に基づき、**海岸保全施設の改良・維持更新**も鋭意進めているところである。

出典：海岸延長は海岸統計（令和5年度版）

自然海岸の様子



根路銘海岸（大宜味村）

渡口の浜（宮古島）



高潮対策事業（宮城海岸：北谷町）



台風時の越波状況



整備後状況

※防護のみならず、海岸利用者等へも配慮した海岸整備を実施

老朽化対策事業（中城湾港海岸豊原地区：うるま市）



## 2.1 海岸の特性 2) 主な海岸災害【台風被害】

【概要】・台風常襲地帯である本県では、**過去に多くの台風被害**を受けており、1971年までは全壊・半壊1,000戸以上の被害が発生している。  
 ・1972年以降は本土復帰前後のインフラ整備等により、人的被害や建物被害は減少していると考えられる。

沖縄県内の主な被害を受けた台風一覧

No.	和暦	西暦	台風番号	台風名	接近時の 最低気圧 [hPa]	死者・行方 不明(人)	全壊・ 半壊 (戸)	床上浸 水・ 床下浸水	最大潮位偏差[m]			
									与那国 1997~	石垣 1969~	那覇 1967~	南大東 2008~
1	大正13年	1924	-	-	-	3	170	-	-	-	-	-
2	昭和25年	1950	第5号	-	-	25	2,391	-	-	-	-	-
3	昭和26年	1951	第15号	ルース	924	23	8,318	-	-	-	-	-
4	昭和28年	1953	第4号	キット	940	-	915	-	-	-	-	-
5	昭和31年	1956	第12号	エマ	930	2	6,988	-	-	-	-	-
6	昭和32年	1957	第14号	フェイ	-	125	7,732	-	-	-	-	-
7	昭和34年	1959	第14号	宮古島台風 (サ)	905	7	5,282	-	-	-	-	-
8	昭和34年	1959	第18号	シャーロット	930	46	1,472	5,569	-	-	-	-
9	昭和36年	1961	第23号	ティルダ	925	12	5,429	-	-	-	-	-
10	昭和41年	1966	第18号	第2宮古島台風 (コ)	918	-	7,765	-	-	-	-	-
11	昭和43年	1968	第16号	第3宮古島台風 (デ)	930	5	3,658	-	-	-	0.24	-
12	昭和44年	1969	第9号	コ	-	-	464	-	-	-	0.33	-
13	昭和44年	1969	第11号	エルシー	925	-	892	-	-	0.73	0.32	-
14	昭和46年	1971	第28号	バス	925	2	1,451	-	-	0.56	0.16	-
15	昭和58年	1983	第10号	フォレスト	920	-	65	94	-	0.64	0.34	-
16	平成15年	2003	第14号	マエミー	910	3	105	-	0.43	0.61	0.37	-
17	平成24年	2012	第16号	サンバ	900	1	-	441	0.09	0.13	0.63	欠
18	平成24年	2012	第17号	ジェラット	905	-	5	3	0.17	0.63	0.81	0.48
19	平成26年	2014	第19号	ヴォンフォン	900	-	2	5	0.22	0.17	0.65	0.05
20	平成30年	2018	第24号	チャーミー	915	-	-	68	0.26	0.23	0.66	0.41

本土復帰前  
↑  
↓  
本土復帰後

出典：台風1940-1970年 30年資料、沖縄気象台資料に一部加筆

## 2.1 海岸の特性 2) 主な海岸災害【地震・津波被害】

【概要】本県に影響を及ぼした地震・津波の概要は以下に示す通りであり、特に、津波の遡上高・被害が大きかったのは、1771年八重山地震津波、1960年チリ地震津波となっている。

沖縄県内の主な地震・津波年表

西暦	和歴	震源地			地域	マグニチュード	主な被害（文献名）
		緯度	経度	深さ			
1625年	寛永2年				石垣島		石垣島椶海村津波に襲われ全村流潰（八重山島年来記）
1664年	寛文4年	27.9	128.3		沖縄島		付近の海底より噴火。津波を伴う。死者1人（球陽6巻-352）
1714年	正徳4年				石垣島		黒島村迎里に津波襲来。幼児1名死亡（八重山島年来記）。
1768年7月22日	明和5年	26.2	127.5		沖縄本島南西沖		王城、寺、王陵、極楽陵の石垣崩れる。慶良間島内の座間味・阿佐で津波被害。（球陽15巻-1248）
1771年4月24日	明和8年	24	124.3		八重山・宮古列島 (八重山地震津波)	7.4	八重山諸島と宮古列島で被害。津波による死者12000人。（球陽16巻-1286）
1911年6月15日	明治44年	28	130	やや深い	喜界島近海	8.0	那覇で石垣の崩壊496か所あり、このため死1傷6を生じた。首里旧王城の城壁も著しく崩壊した。小屋の全壊1あり負傷5名を出した。那覇で17回、石垣島で6回の地震（おそらく余震）を感じた。なお、この地震により小津波が発生した。（国土庁,1994）
1938年6月10日	昭和13年	25.3	125.2	40km	宮古島北北西沖	6.7	宮古島平良港へ1.5mの津波。
1960年5月23日	昭和35年	38.0s	73.5w	浅い	チリ沖 (チリ地震)	8.5	沖縄本島中北部、石垣島、宮古島に津波襲来。死者3。家屋全壊28、半壊109、床上浸水602、床下浸水813。
1966年3月13日	昭和41年	24.2	122.6	42km	与那国島近海	7.8	与那国島で死者2人、家屋全壊1、半壊3、石垣崩壊23、その他道路・水田・屋壁等に多少の被害。台湾で死者4人、負傷者11人。沖縄と九州の西海岸に小津波あり。最大震度V：与那国島
1968年8月2日	昭和43年				ルソン島北部沿岸	7.3	マニラで被害大。津波あり、室戸岬・串本及び布良で波高28cm、御前崎24cm、鮎川及び浦河14cm。石垣島検潮器で微弱な津波を記録。
1972年1月25日	昭和47年				台湾付近	7.5	津波あり、石垣島で波高約10cm。最大震度3：石垣島。
1972年12月2日	昭和47年				ミンダナオ南東沖	7.4	波源に近い沿岸で津波の高さは2～3mに達したと思われるが、現地の情報は伝わっていない。津波の波高はヤップ島で18cm、グアム島で9cmとなっている。琉球・南西諸島ではわずかに15cm程度、四国・紀伊半島沿岸で50cm近い波高となっている。
1978年7月23日	昭和53年				台湾付近	7.1	津波あり、石垣島で波高10cm。
1986年11月15日	昭和61年				台湾付近	7.8	15日06時20分（日本時間）、台湾付近でM7.8（USGSによる）の地震が発生し、台北、花蓮地域で死者15名、負傷者44名の被害を生じた。日本では南西諸島の一部で有感となったほか、石垣島、宮古島、那覇で数10cmの津波が観測された。
1995年10月18日 ～10月19日	平成7年				奄美大島近海	6.7	10月18日19時37分の奄美大島近海の地沖繩諸島の広い範囲で有感となり喜界島では震度Vを観測した。また、この地震で津波が発生し油津、土佐清水、潮岬及び伊豆大島、八丈島で12～24cmの津波が一観測された。この地震による被害は、軽傷1名、崖崩れ7ヶ所、石垣の崩れ91ヶ所等となっている。また、19日11時41分頃にもM:6.6の地震が発生し、奄美諸島を中心に広い範囲で有感となり喜界島では再び震度Vを観測した。この地震でも九州の東岸から八丈島、父島で3～11cmの津波が観測された。
1996年2月17日	平成8年				ニューギニア付近	8.1	2月17日ニューギニア付近の地震で、那覇で31cm、宮古島で23cm、石垣島で16cmの津波を観測
1998年5月4日	平成10年				石垣島南方沖	7.6	石垣島南方沖地震で石垣島で10cm未満、与那国島で数cm程度、宮古島で10cm未満の津波を観測
2001年12月18日	平成13年				与那国近海	7.3	石垣島で10cm未満、与那国島で10cmの津波を観測、与那国島祖納で震度4
2002年3月26日	平成14年				石垣島南方沖	6.6	石垣島で10cm未満、与那国島で10cm未満の津波を観測
2002年3月31日	平成14年				台湾付近	7.2	与那国島で20cmの津波を観測
2024年4月3日	令和6年				台湾付近	7.7	与那国島久部良 27cm、宮古島平良で 25cm、石垣島石垣港で 17cm の津波を観測

出典：1625～1960年は琉球大学中村衛研究室によるものに一部加筆、1966年以降は沖縄気象台によるものに一部加筆

## 2.2 海岸保全の概要 1) 海岸保全基本計画の策定状況

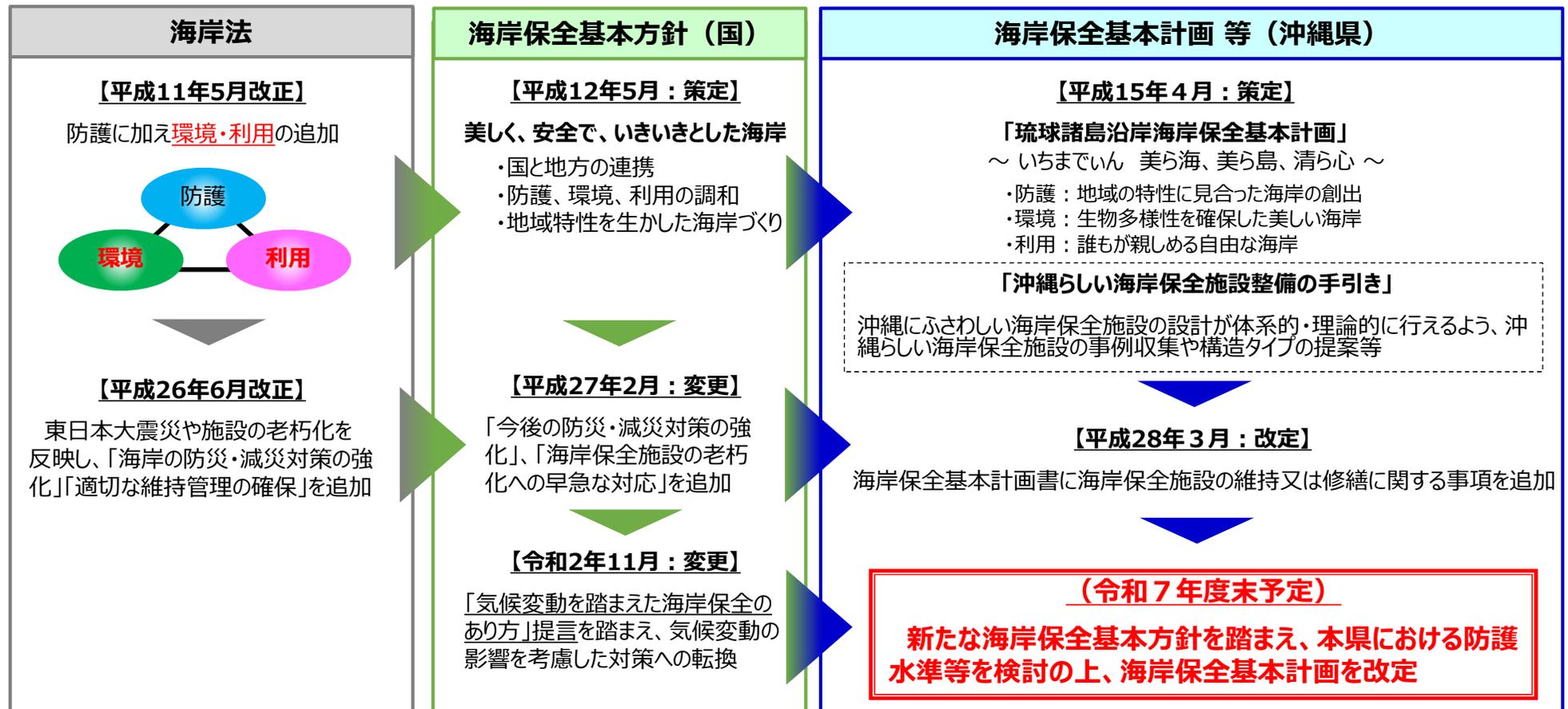
**【概要】**・海岸保全基本計画は、平成11年の海岸法改正に伴い、都道府県で策定する法定計画であり、「防護」・「環境」・「利用」の観点から、海岸の保全や整備のあり方を取りまとめたものである。

・本県では、平成15年に「琉球諸島沿岸海岸保全基本計画」を定め、当該計画を踏まえた海岸整備等を推進してきた。

・一方、国においては、近年の気候変動による平均海面水位の上昇等を踏まえ、その影響を明示的に示した対策へ転換するため、「海岸保全基本方針」を令和2年11月に変更した。

・当該基本方針に基づき、都道府県においては、気候変動による影響を考慮した防護水準等を定めた海岸保全基本計画の改定を行う必要がある。

### ■ 海岸保全基本方針と海岸保全基本計画 等の変遷



## 2.2 海岸保全の概要 2) 琉球諸島沿岸海岸保全基本計画

【概要】 琉球諸島沿岸では、海岸域を現況特性に応じて、21の地域（ゾーン）に区分、A・B・Cの3つの海岸タイプに分類し、施設整備の方針を決めている。また原則的に護岸等の海岸保全施設等を設置しない「海岸環境を積極的に保全する区域」を定め、自然海岸を出来るだけ残す方針を示している。

### ～ 琉球諸島沿岸海岸保全基本計画の基本理念 ～

H15年2月に策定した基本計画では、県民のみならず国民、及びそこに生息する動植物の共通の財産として沿岸域を位置付けることとし、

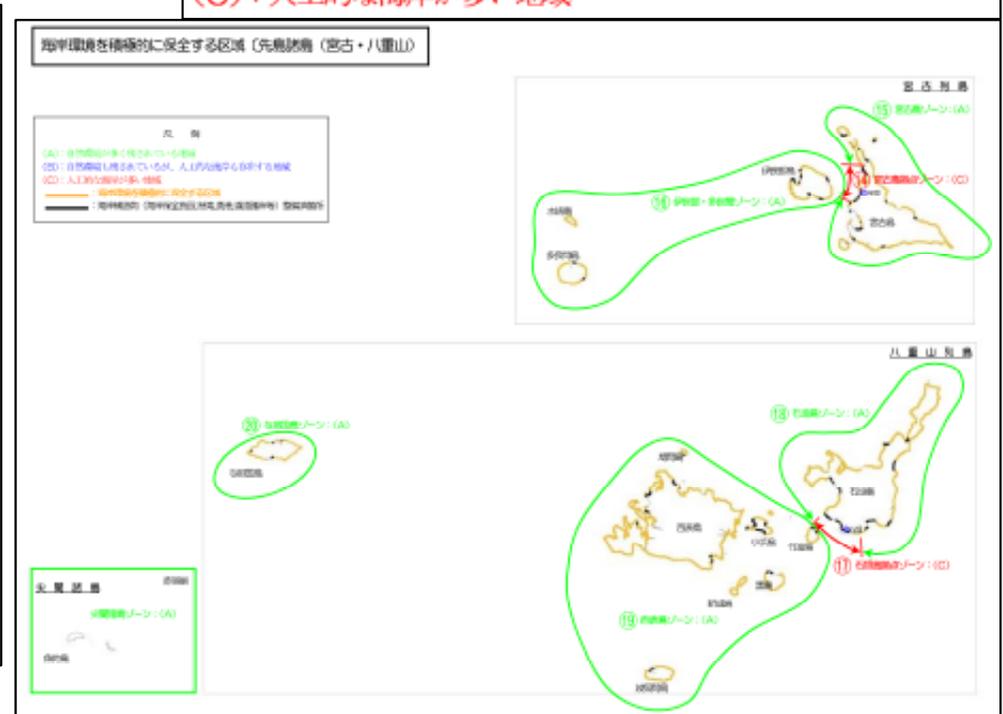
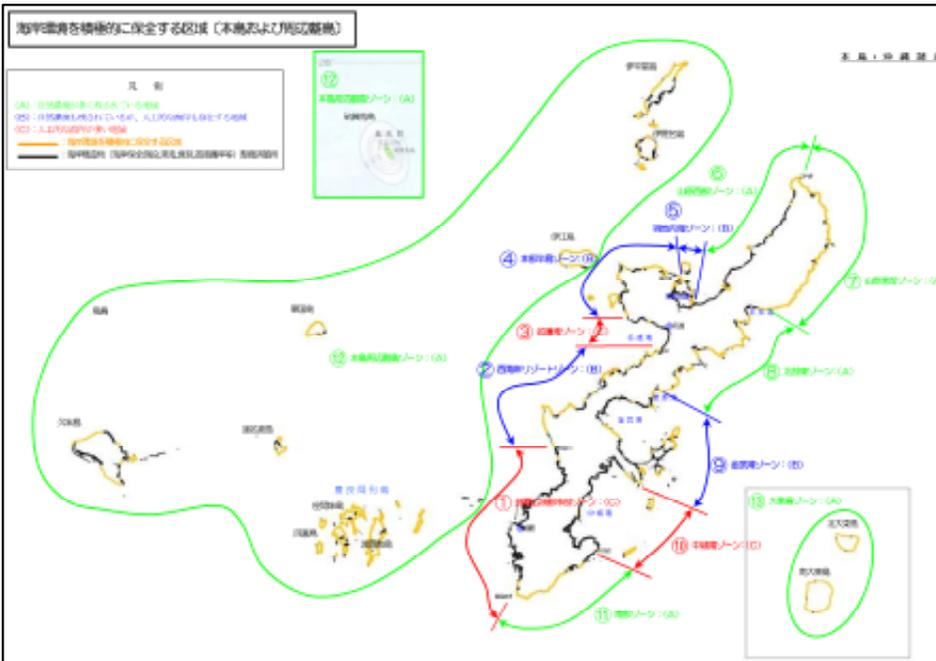
**「いちまでいん 美ら海、美ら島、清ら心」**

をキャッチフレーズに海岸を維持、復元、創造し、次世代へと継承していくことを今後の海岸保全の基本的な理念とする。

#### ■ ゾーン位置

——— : 海岸環境を積極的に保全する区域  
 ——— : 海岸構造物（海岸保全施設、港湾、漁港、道路護岸等）整備済箇所

(A) : 自然環境が多く残されている地域  
 (B) : 自然環境も残されているが、人工的な海岸も存在する地域  
 (C) : 人工的な海岸が多い地域



琉球諸島沿岸海岸保全基本計画 平成15年4月

## 2.2 海岸保全の概要 3) 海岸保全における外力と関連法令

**【概要】** 海岸保全基本計画に関連する法令としては、まず、この計画の作成を義務付けた「海岸法」をはじめ、「水防法」「津波防災地域づくりに関する法律」「気候変動適応法」が挙げられる。これらの関連する法令と、海岸保全上の関わりは以下ようになる。

### ■ 海岸保全上の外力と関連法令

海岸保全上の外力		基本的な考え方	関連法令
高潮	計画規模 (L1規模)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 生起頻度は数十年程度と想定</li> <li>➤ ハード対策で対応【海岸保全基本計画における防護水準に適用】</li> </ul>	➤ 海岸法
	想定最大規模 (L2規模)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 生起頻度は数百年～数千年に一度と極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす</li> <li>➤ ソフト・ハード対策で総合的に対応【高潮浸水想定区域の設定に適用】</li> </ul>	➤ 「水防法」 (H27年改定)
津波	計画規模 (L1規模)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 生起頻度は数十年程度と想定</li> <li>➤ ハード対策で対応【海岸保全基本計画における防護水準に適用】</li> </ul>	➤ 海岸法
	想定最大規模 (L2規模)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 生起頻度は数百年～数千年に一度と極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす</li> <li>➤ ソフト・ハード対策で総合的に対応【津波浸水想定区域の設定に適用】</li> </ul>	➤ 「津波防災地域づくりに関する法律」 (H23年制定)
侵食		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 将来想定される海岸の侵食</li> <li>➤ ハード対策や養浜等で対応【海岸保全基本計画における防護水準に適用】</li> </ul>	➤ 海岸法

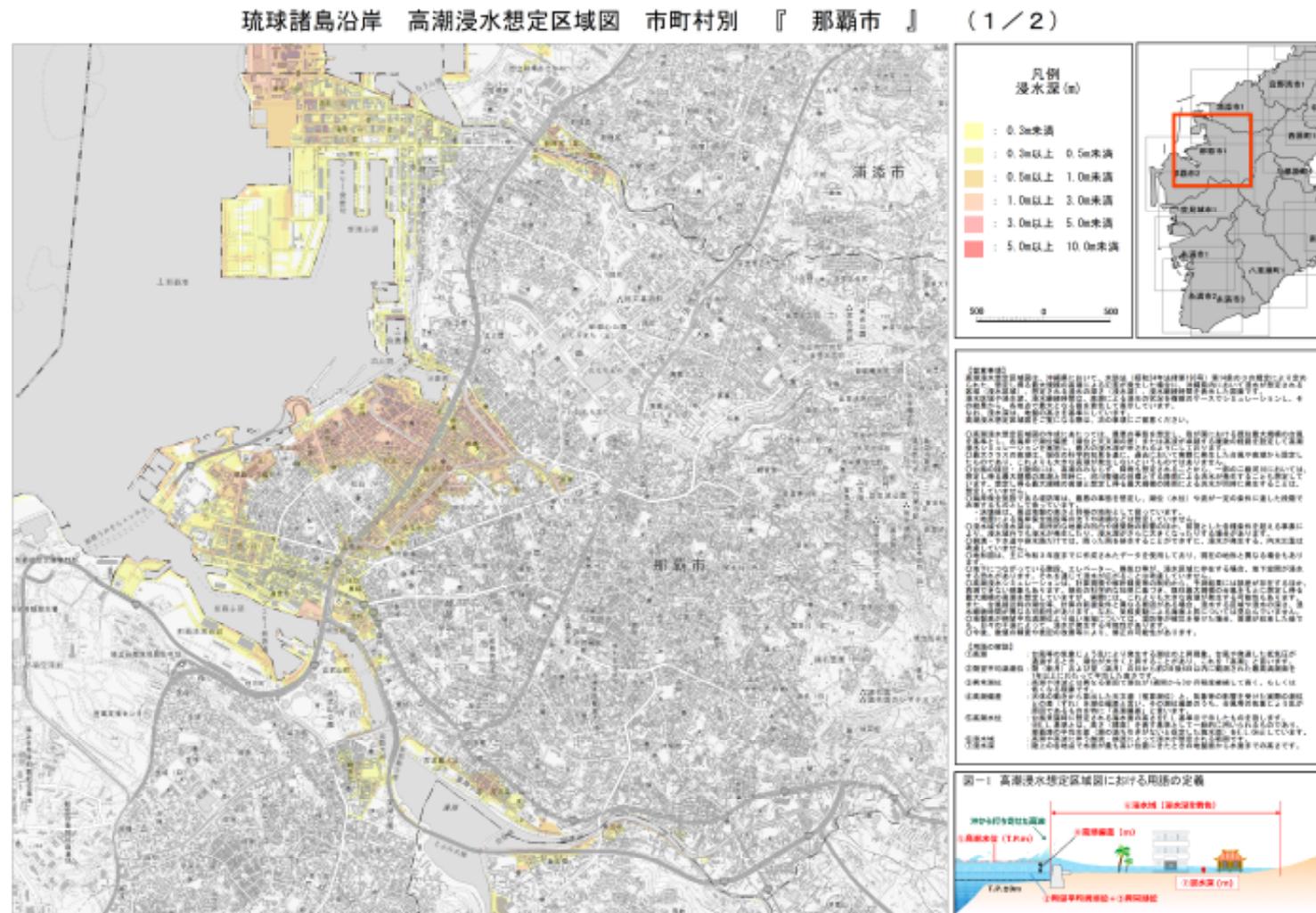
気候変動適応法（H30年6月制定）

気候変動適応計画において、気候変動への適応策の基本的な考え方として、海岸保全の目標とする外力を過去の潮位などの実績に基づくものから将来予測に基づく潮位などを考慮したものに見直す必要があるとされた。



## 2.2 海岸保全の概要 4) 津波浸水想定 (L2)、高潮浸水想定 (L2) の策定状況

**【概要】** 本県では、水防法第14条の3に基づき、「想定し得る最大規模の高潮」による氾濫が発生した場合の浸水の危険性を住民へ周知するとともに、関係機関が連携して避難等の対策を講じることを目的に、「高潮浸水想定区域図」を検討中である。



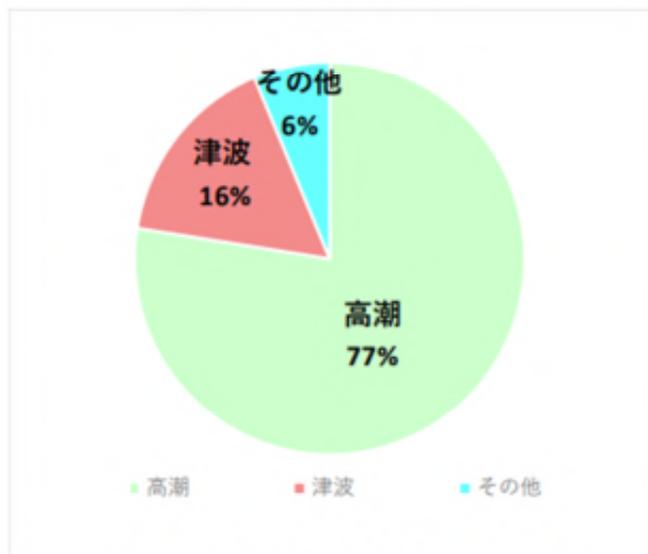
※上図は現在検討中の資料であり、正式に決定した資料ではない。

## 2.2 海岸保全の概要 5) 海岸堤防の設計について

**【概要】** 我が国の海岸堤防の高さは津波に対する必要高（設計津波の水位）と高潮に対する必要高（設計潮位+設計波に対する必要高）を考慮して決定される。全国の海岸堤防の77%は、高潮を設定根拠として整備されている。

○高潮・津波外力別の堤防高設定状況  
(農林水産省・国土交通省調べ)  
(令和元年9月)

### 外力の設定状況



高潮により海岸堤防が設定されている  
海岸が77%

凡例  
— 高潮が設定根拠の80%以上の市町村  
— 津波が設定根拠の80%以上の市町村  
— その他の市町村

沖縄県では設定根拠として  
主に高潮により設定

(集計の考え方)  
堤防高の設定根拠の割合が、「高潮」、  
「津波」、「その他(原形・不明等)」に  
市町村毎に集計

## 2.2 海岸保全の概要 6) 海岸堤防（高潮）等の設計について

**【概要】** ・本県の設計高潮位は、水管理・国土保全局、港湾局、水産庁、農村振興局の所管毎に設定している。  
 ・計画波浪は、水管理・国土保全局、港湾局は1/50確率規模、水産庁、農林振興局では1/30～1/50確率規模を対象としている。

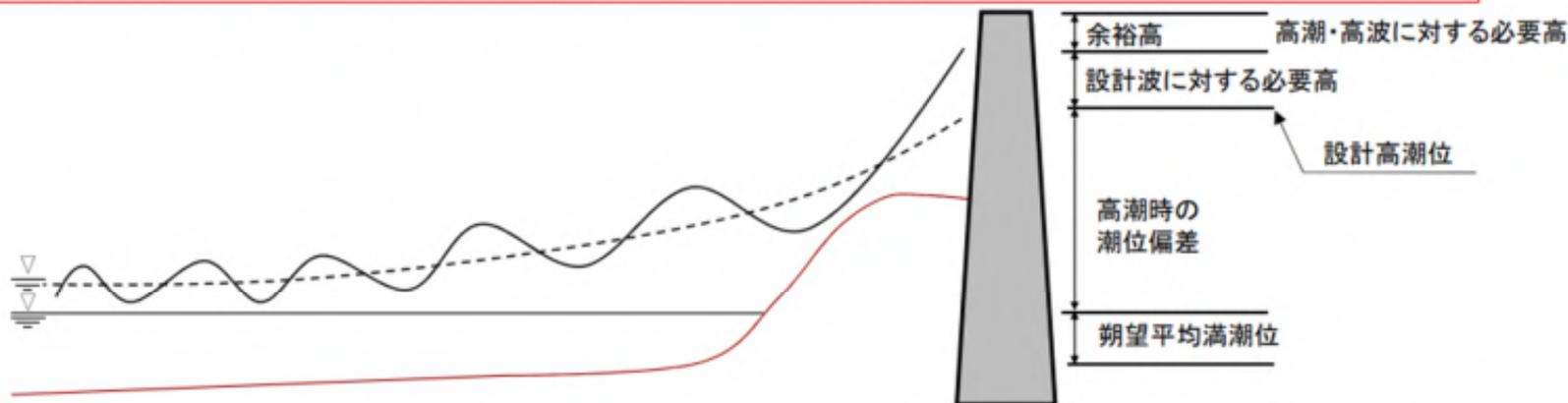
所管	現況堤防 ・護岸・地盤高 (E.L.m)	計画堤防 ・護岸高 (E.L.m)	計画外力	台風・気象等の名称等	設計高潮位 (E.L.m)	設計波 に対する 必要高 (m)	再現 期間	設計津波 の水位 (E.L.m)	面的整備 (沖合施設・砂浜) の必要性・整備状況
水国局 (河川局)	1～11	1.2～11.0	高潮	・S52台風5号 ・H10台風10号 ・H24台風16号	1.80～2.00	3.4	50年	1.16～ 1.93	・面的整備が不要（未考 慮） ・面的整備の必要があり、整備 完了
港湾局	1.4～5.6	1.9～5.6	・高潮 (津波) ※津波は那 覇港の計画 外力	・S52台風5号 ・H10台風10号 ・H24台風16号	1.80～5.78 ※5.78は那 覇港 ※	3.4	50年	1.18～3.1 ※3.1は平 良港の数値	
水産庁	1.3～7.9	1.4～6.8	高潮	・昭和51年9月9日観測 ・昭和57年7月31日観測 ・昭和58年8月25日観測 ・平成9年8月17日観測	1.00～6.50 ※	0.31～5.0	30年 50年	1.20～ 2.10	・面的整備が不要（未考 慮） ・面的整備の必要があるが、整備 未完了
農村振興局	1.4～9.05	1.41～9.05	・高潮 ・侵食	・シャーロット台風 ・1997年台風13号	1.40～9.05 ※	-	30年	1.15～ 2.00	・面的整備が不要（未考 慮） ・面的整備の必要があり、整備 が完了
全体	1.4～11	1.2～11.0	・高潮 ・侵食	・シャーロット台風 ・昭和51年9月9日観測 ・S52台風5号 ・昭和57年7月31日観測 ・昭和58年8月25日観測 ・1997年台風13号 ・平成9年8月17日観測 ・H10台風10号 ・H24台風16号	1.00～9.05 ※	0.31～5.0	30年 50年	1.15～ 2.10	・面的整備が不要（未考 慮） ・面的整備の必要があり、整備 完了or未完了

※各所管海岸の諸元等については、再確認中であり、上表の数値を見直す可能性がある。

## 2.3 高潮に対する防護水準 1) 海岸堤防（高潮）等の設計について

**【概要】** 「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」における海岸堤防の設計基準を以下に示す。沖縄県では、設計高潮位を「既往最高潮位」または「朔望平均満潮位+既往の潮位偏差の最大値」、設計波を30～50年確率波高で設定している。

**＜基本的な考え方＞ 過去の潮位実績（伊勢湾台風規模等）等に基づいて設計**



設計高潮位	設計波
1. 既往最高潮位	30～50年確率波高 既往最大波高等
2. 朔望平均満潮位+既往の潮位偏差の最大値	
3. 朔望平均満潮位+推算の潮位偏差の最大値	

(参考) 想定最大規模の高潮(水防法に基づく高潮浸水想定)

台風の規模(中心気圧)	既往最大規模の室戸台風を基本
台風の風速半径・移動速度	伊勢湾台風を基本
台風の経路	潮位偏差が最大となる台風経路
潮位	朔望平均満潮位に過去に生じた異常潮位(黒潮の蛇行等)を考慮
洪水	基本高水流量(現況施設考慮)

沖縄県では上記で設定

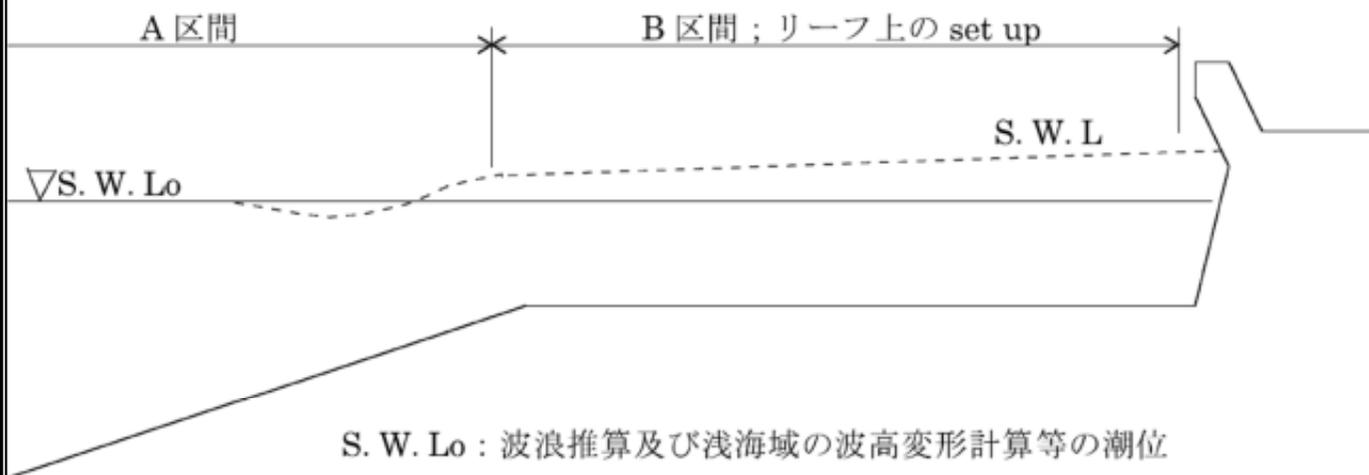
16

出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討会 第7回（令和2年7月）参考資料

## 2.3 高潮に対する防護水準 2) 海岸堤防（高潮）等の設計について

**【概要】** 沖縄県特有のリーフによる水位上昇量（サービート）は、各海岸で設計対象地点の経験的な資料、観測値、実験式（高山法等）により設定されている。

〔潮位上昇の考え方〕



S. W. Lo : 波浪推算及び浅海域の波高変形計算等の潮位

$$S. W. Lo = H. . W. L + \eta_1$$

S. W. L : リーフ上の安定計算等の潮位

$$S. W. L = H. . W. L + \eta_1 + \eta_2$$

$\eta_2$  は B 区間で変化ずる。

----- : 破線は、波の変形による水位上昇量

水位上昇量 $\eta_2$

リーフ上のset up量は、各施設の設計参考図書に記載の「設計対象地点の経験的な資料、観測値、実験式（高山法等）」で定量的に計算される。

＜サービートの波高算定の一例＞

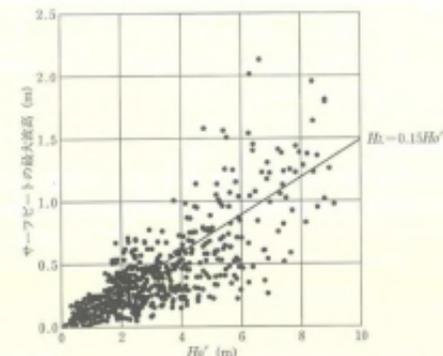


図2-5-4 換算沖波波高 $H_r'$ とサービート最大波高 $H_s'$ の関係  
(港川、サザンリンクス、博愛、島島)

リーフの一例



出典：漁港漁場関係事業標準取り決め事項

## 2.3 高潮に対する防護水準 3) 高潮防護水準の設定 琉球諸島沿岸

【概要】 高潮に対する設計高潮位の防護水準は、沖縄県土木建築部では「海岸事業における潮位設定概要書（平成26年11月）沖縄県土木建築部海岸防災課」をもとに設定されており、他管理者も同様な設定となっている。※1

＜沖縄県土木建築部の現行計画＞  
平成25年までの潮位設定は観測データ期間がS42-H7と古いこと、また、平成25年までの観測潮位が上昇傾向にあることから、H8～H26までの観測データを考慮し、新たな潮位を設定している。

### 2.3 設定結果

各地点における潮位の算定結果は、以下のとおりである。

なお朔望平均満潮位、朔望平均干潮位及び設計高潮位については、防災上の観点から、より危険側となるように、少数第二位を切り上げ、m単位で表示することとした。

また平均潮位については、平均的な海面の高さを示すことから、少数第二位を四捨五入し、m単位で表示することとした。

表 1.2 潮位の設定(今回設定) (H26・現行計画)

地区名	沖縄本島	宮古・八重山	与那国	南大東	備考
検潮所名	那覇	石垣	与那国	南大東	
朔望平均満潮位 (H.W.L.)	98.0 cm EL+1.0m	97.0 cm EL+1.0m	84.3 cm EL+0.9m	112.6 cm EL+1.2m	少数第二位を切り上げ
平均潮位 (M.W.L.)	4.6 cm EL+0.0m	14.3 cm EL+0.1m	2.1 cm EL+0.0m	29.1 cm EL+0.3m	少数第二位を四捨五入
朔望平均干潮位 (L.W.L.)	-111.7 cm EL-1.2m	-83.6 cm EL-0.9m	-96.4 cm EL-1.0m	-77.4 cm EL-0.8m	少数第二位を切り上げ
設計高潮位 (H.H.W.L.)	179.0 cm E.L+1.8m	190.3 cm E.L+2.0m	175.3 cm E.L+1.8m	172.6 cm E.L+1.8m	※1と※2の最大値 少数第二位を切り上げ
既往最高潮位	174.5 cm	190.3 cm	157.7 cm	160.5 cm	※1
HWL+最大偏差	179.0 cm	181.0 cm	175.3 cm	172.6 cm	※2
最大偏差	81.0cm	84.0cm	91.0cm	60.0cm	
観測期間	1966～2013	1967～2013	1997～2013	2007～2013	
	48年	47年	17年	7年	

注1:設計高潮位(H.H.W.L.)は、既往最高潮位と朔望平均満潮位に最大偏差を加えた値の最大を採用した。

注2:既往最高潮位及び最大偏差は、各検潮所の観測開始年～2013年までの既往最大値である。

### 本県における海岸施設の設計高潮位の考え方

#### 設計高潮位

1. 既往最高潮位
2. 朔望平均満潮位＋既往の潮位偏差の最大値
3. 朔望平均満潮位＋推算の潮位偏差の最大値

※1：10年確率の潮位偏差(0.7～0.8m)を用いた設定例（農林水産部）もあるが、全ての地点で既往最大の潮位偏差の方が大きいいため、上記1.2を本県の設計高潮位の考え方とする。

海岸によっては、設計高潮位が全体設定値（1.8m～2.0m）よりも大きく設定されており、個別で対応予定である。

#### 管轄別での設計高潮位最大値の一覧

管轄	海岸	地区海岸	設計高潮位 (E.L.m)
農振局	与那国	比川	9.05
港湾局	那覇	新港ふ頭	5.78
水産庁	佐良浜漁港	前里添	6.50
水国局	—※		2.00

※各所管海岸の諸元等については、再確認中であり、上表の数値を見直す可能性がある。

## 2.3 高潮に対する防護水準 4) 現行計画値との確率評価 (H26計画値)

**【概要】** 設定されている計画外力について高潮に対する防護水準を生起確率で表現する。各地区（沖縄本島地区、宮古・八重山地区、与那国地区、南大東地区）で整理した結果、潮位偏差による生起確率は、確率規模1/4年～1/78年程度となった。

### <令和6年1月本省事務連絡>

「設計高潮位については、「海岸保全施設の技術上の基準を定める省令」に基づき、当該海岸保全施設の背後地の状況等を考慮して設定されており、対象海岸の設計高潮位の設定方法を確認すること。」

→本県：過去の観測値から設定されていることを確認

「高潮に対する防護水準を生起確率で表現する場合には、平常時からの潮位の上昇量を表す潮位偏差の生起確率で表現することが望ましい。」

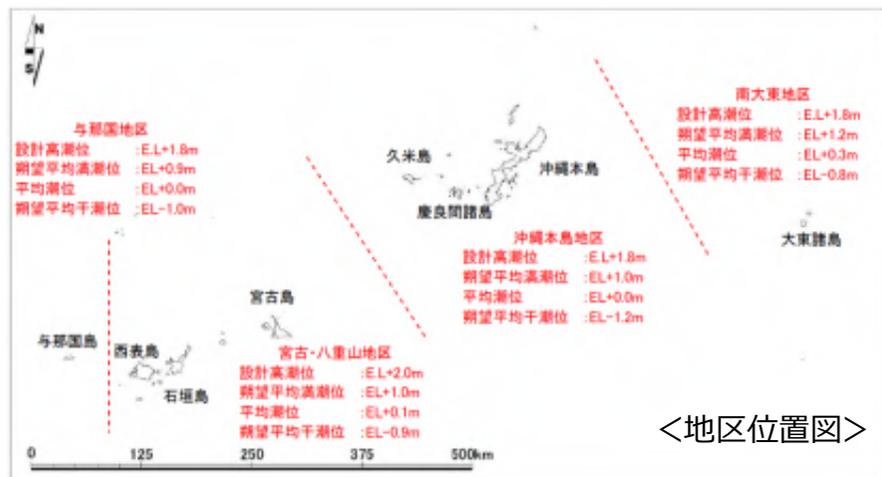
→本県：極値解析により今回検討（右図表）

### ■ H26計画値の確率評価

地区名	沖縄本島		宮古・八重山		与那国		南大東	
検潮所名	那覇		石垣		与那国		南大東	
統計期間	1967～2022年		1969年～2022年		1997～2022年		2008～2022年	
項目	潮位	確率	潮位	確率	潮位	確率	潮位	確率
潮位偏差	0.81m	78年	0.84m	40年	0.91m	52年	0.60m	4年

※確率年は観測値の極値統計解析から算出した。

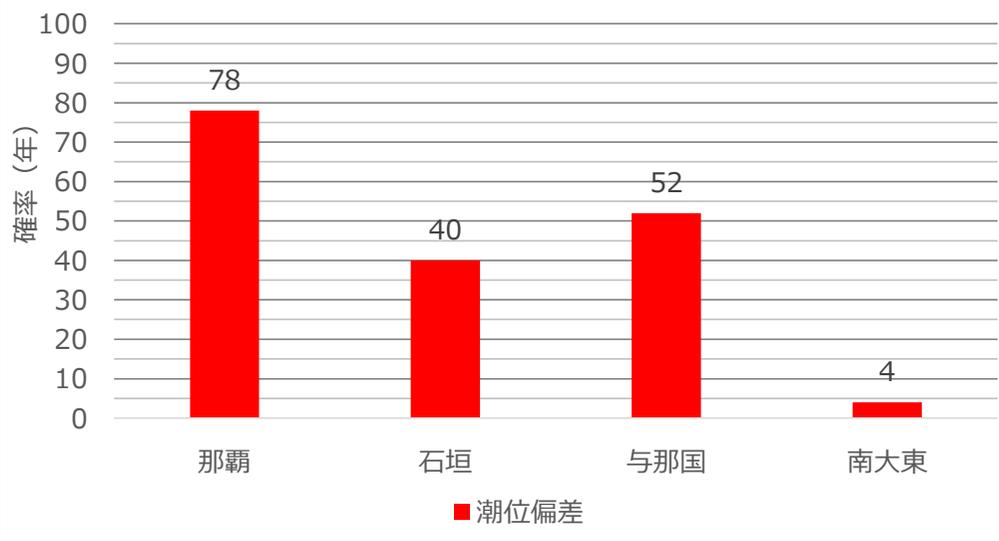
※南大東観測所は2008年～で統計期間が短いため、確率年が他観測所と異なる。



### <確率評価 (H26計画値) まとめ>

・潮位偏差の確率評価は各地区で4年～78年と多少幅があるものの、これから数十年で観測し得る値であることを確認し、計画値としては、概ね妥当な値と考えられる。

各地区の確率評価



## 2.3 高潮に対する防護水準 5) 計画波浪の設定

【概要】 本県の計画波浪は、沖縄総合事務局の設計波推算報告書（昭和52年度、平成17年度）及び、海岸保全施設計画諸元算定業務報告書（昭和55年度）、沖縄県漁港設計沖波等調査検討（平成27年度）等から設定されている。

【各港の位置図と計画波浪の一例（30年確率波）】



【設計波の地点と検討年度】

地点	波浪推算を検討した年度			
	昭和52年度	平成17年度	平成27年度	令和元年度
那覇港	○	○	-	○
中城湾港	○	○	-	○
平良港	○	○	-	○
石垣港	○	○	-	○
運天港	-	-	-	○
久部良漁港	-	-	○	-
石垣漁港	-	-	○	-
南大東漁港	-	-	○	-

□…左図に記載している計画波浪（波向、波高、周期）



【参考とした報告書】

作成機関	報告書名	作成年月日
沖縄総合事務局	那覇・宮古島・石垣島における波浪推算報告書	昭和52年度
沖縄県土木建築部河川課	海岸保全施設計画諸元算定業務報告書	昭和55年度
沖縄総合事務局	管内波浪推算検討業務報告書	平成17年度
漁港漁場漁村総合研究所	沖縄県漁港設計沖波等調査検討業務報告書	平成27年度
沖縄総合事務局	沖縄管内における高波等に関する波浪推算検討業務報告書	令和元年度

※1：平成17年度 管内波浪推算検討業務 報告書  
 ※2：平成27年度 沖縄県漁港設計沖波等調査検討業務 報告書

## 2.4 津波に対する防護水準 1) 設計津波 (L1津波) の波源抽出

【概要】 本県では沿岸で津波の履歴を整理して一定の頻度 (数十年～百数十年) を有する津波群を、設計津波 (L1津波) の波源として抽出している。

■ 本県では設計津波 (L1津波) 波源の抽出設計津波の対象津波群である中央防災会議の2つのモデルのうち、県全域の概略シミュレーションによる結果で津波高が高い東海・東南海・南海地震 (2003年中央防災会議) (以下、「東海・東南海・南海地震 (2003 中防)」) と記す。) を設計津波としている。

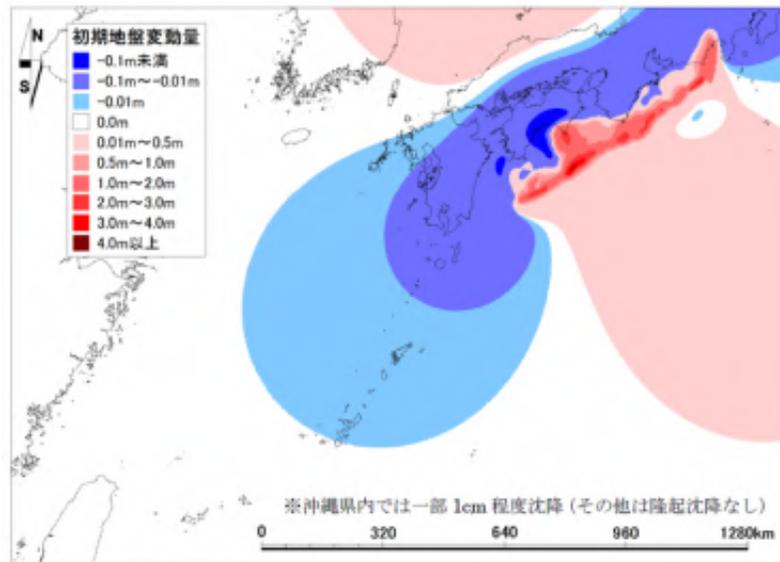


図10 初期地盤変動量 東海・東南海・南海地震 (2003 中防)

注：グラフの縦軸は、津波高さ・津波高 (朔望平均満潮位+津波による水位の上昇) の標高を表している



図8 設計津波の対象津波群のグルーピング結果 (例)

出典：沖縄県における設計津波 (L1津波) 水位の設定について 平成28年3月 沖縄県土木建築部・農林水産部

## 2.4 津波に対する防護水準 2) 設計津波水位への防護水準の設定

【概要】 前述した設計津波（L1津波）の波源に対しシミュレーションより算出した設計津波水位は以下のとおりとなっている。

＜設計津波水位の算出結果の一例＞

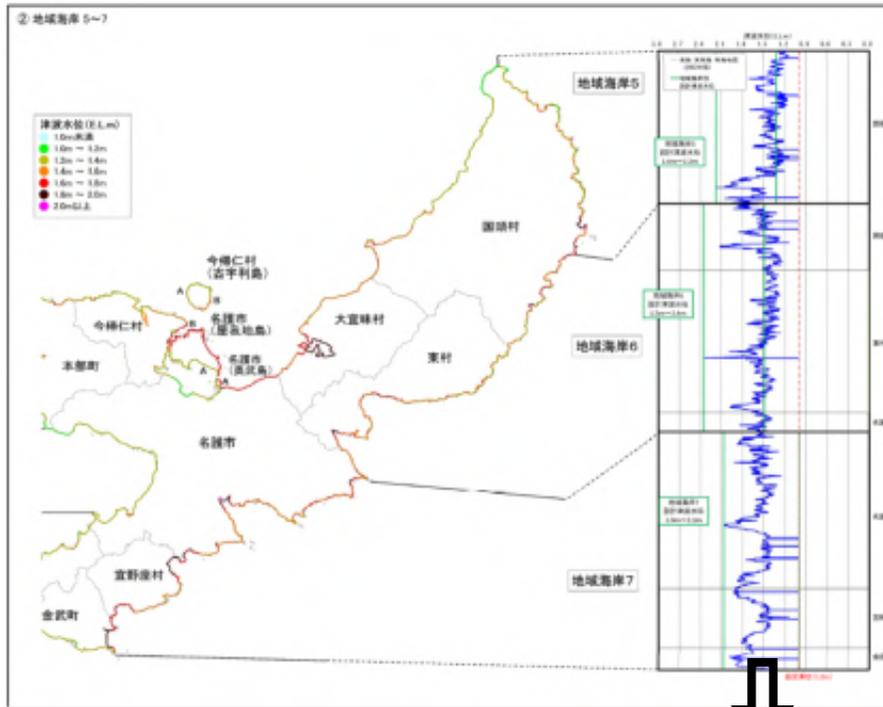


表3 地域海岸毎の設計津波水位

地域海岸	海岸名	市町村	設計津波 (L1津波) 水位 (E.L.m)	【参考】 L2津波 水位 (E.L.m)
1	名護市喜瀬地区～本部町崎本地区	名護市、本部町	1.3～1.5	10.0
2	本部町崎本地区～本部町備瀬地区	本部町、伊江村	1.2～1.7	9.9
3	本部町備瀬地区～国頭村辺戸地区	本部町、今帰仁村、名護市、大宜味村、国頭村	1.2～2.0	9.9
4	伊平屋島・伊是名島	伊平屋村、伊是名村	1.4～1.8	13.2
5	国頭村辺戸地区～国頭村安田地区	国頭村	1.4～2.2	17.6
6	国頭村安田地区～名護市天仁屋地区	国頭村、東村、名護市	1.5～2.4	21.2
7	名護市天仁屋地区～金武町並里地区	名護市、宜野座村、金武町	1.0～2.1	20.2
8	金武町並里地区～うるま市伊計地区	金武町、うるま市	1.3～1.7	14.1
9	うるま市伊計地区～平敷屋地区	うるま市	1.4～2.1	17.6
10	平敷屋地区～南城市久手堅地区	うるま市、北中城村、中城村、西原町、与那原町、南城市	1.3～1.7	14.1
11	南城市久手堅地区～糸満市喜屋武地区	南城市、八重瀬町、糸満市	1.2～1.9	19.3
12	糸満市喜屋武地区～那覇市鏡水地区	糸満市、豊見城市、那覇市	1.3～1.9	9.5
13	那覇市鏡水地区～読谷村宇座地区	那覇市、浦添市、宜野湾市、北谷町、嘉手納町、読谷町	1.3～1.8	10.2
14	読谷村宇座地区～名護市喜瀬地区	読谷町、恩納村、名護市	1.3～1.6	7.1
15	慶良間諸島	渡嘉敷村、座間味村、渡名喜村、粟国村	1.2～1.9	15.2
16	久米島	久米島町	1.2～1.6	18.1
17	大東諸島	北大東村、南大東村	1.5～1.9	8.7
18	宮古島	宮古島市	1.2～2.6	26.2
19	多良間島	多良間村	1.3～2.0	21.8
20	石垣島	石垣市	1.2～1.7	28.8
21	竹富島	竹富町	1.2～1.6	34.1
22	与那国島	与那国町	1.2～1.4	23.8

【海岸保全施設（海岸堤防等）の津波対策に関する今後の取り組み】  
海岸堤防等は下記方針をもとに整備の必要性を検討

- ・設計津波水位と既設の天端高を比較
- ・堤防等の無い箇所は、背後の地盤高さや利用状況を勘案
- ・環境保全、周辺景観との調和、経済性、維持管理の容易性、施工性、公衆の利用等を総合的に考慮

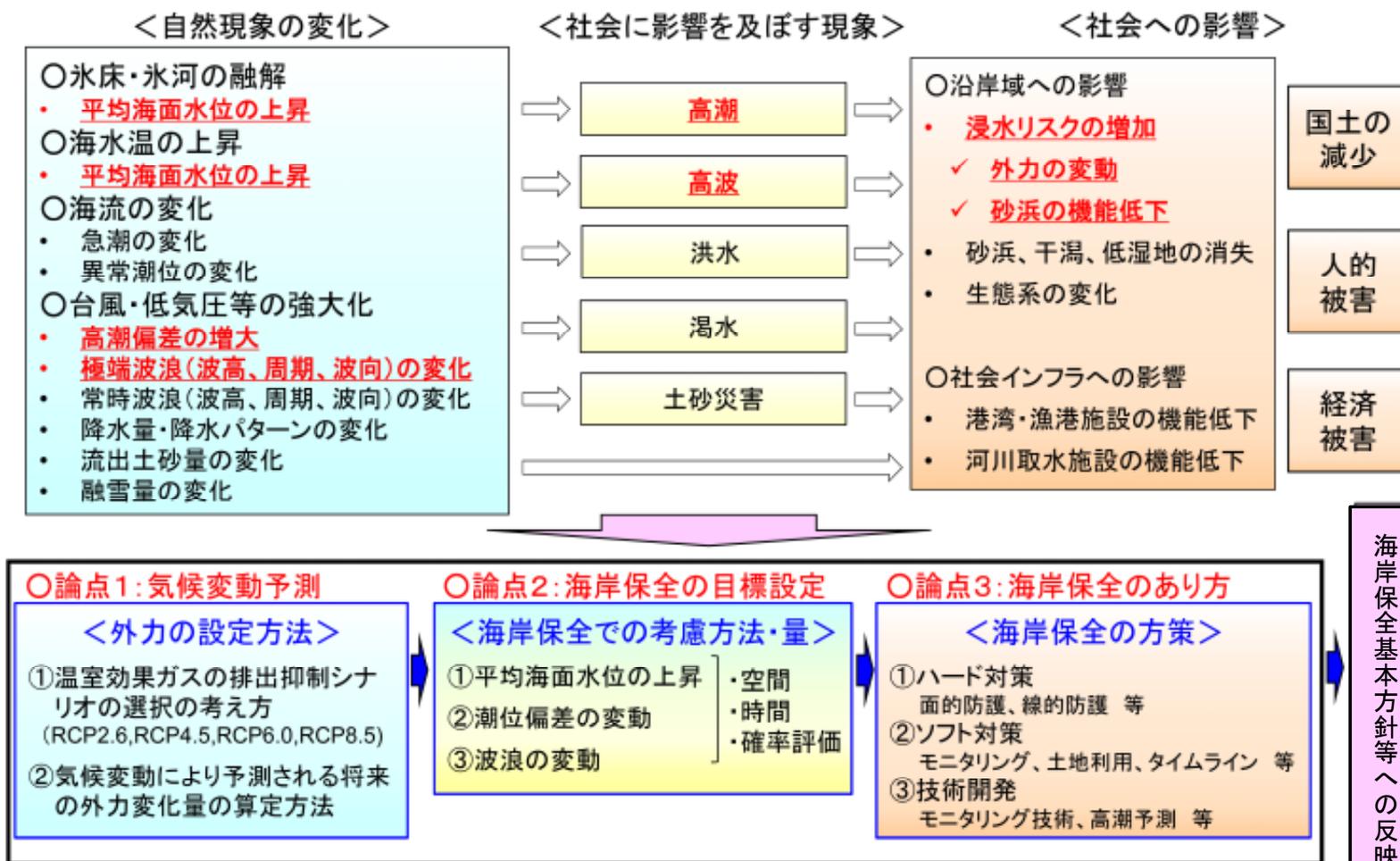
出典：沖縄県における設計津波（L1津波）水位の設定について 平成28年3月 沖縄県土木建築部・農林水産部

### **3. 気候変動に関する最近の動向**

### 3.1 気候変動による海岸保全施設への影響

【概要】気候変動による海岸保全施設への影響（主に防護）として、「台風の強大化」と「平均海面水位の上昇」等が懸念される。

## 気候変動を踏まえた海岸保全に向けた論点



出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討会 第6回（令和2年6月）参考資料

## 3.2 IPCC第5次評価報告書における気候変動のシナリオについて

【概要】 海岸保全基本計画に反映する温暖化のシナリオは、**RCP2.6シナリオ（2℃上昇相当）**における将来予測の平均的な値を基本とする。このシナリオに基づき、2℃上昇下の気象や海水面等の将来予測データを用いて、気候変動を考慮した防護水準を設定することとなる。

### ■ 基本的な考え方

<通達※の抜粋>

対象とする外力の将来予測は、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言（令和2年7月）を踏まえ、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による第5次評価報告書第I作業部会報告書で用いられた代表的濃度（RCP）シナリオのうち、**RCP2.6シナリオ（2℃上昇相当）**における将来予測の平均的な値を前提とすることを基本とする。

※「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  
農林水産省 国交省

### 【沖縄県での考え方】

海岸保全に反映させる外力の基準とするシナリオは、**RCP2.6（2℃上昇相当）**における予測の平均的な値を基本とする。

※RCP8.5（4℃上昇相当）については、d4PDFデータをもとに台風の中心気圧の低下量までを分析する予定である。

### ■ 2℃上昇での将来予測に関する各データの種類の

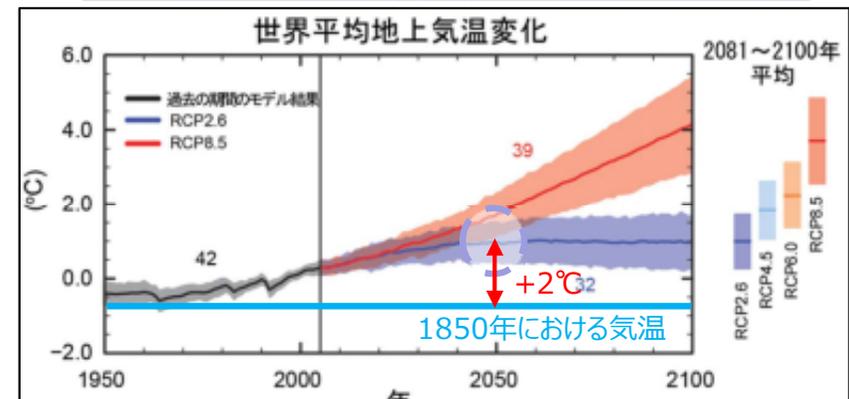
項目	データ名 資料名	作成元	内容
気候	アンサンブル気候 予測データベース (d2 PDF)	気候変動研 究の国内コ ミュニティ	産業革命（1850年）以前に比べて 全球平均温度が2℃上昇した世界の 気候をシミュレーションしたデータセット
海面 水位	日本の気候変動 2020	文部科学省 気象庁	海洋モデルを用いて20世紀末から21 世紀末までの変動量を予測

### ■ RCPシナリオの概要

RCPシナリオとは「代表的濃度経路シナリオ」のことであり、将来の温室効果ガスが安定化する濃度レベルと、そこに至るまでの経路のうち、代表的なものを選び作成されたものである。

RCP...Representative Concentration Pathways (代表濃度経路シナリオ)	
略称	シナリオ (予測) のタイプ
 RCP 2.6	低位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 2.6W/m <sup>2</sup> ) 将来の気温上昇を2℃以下に抑えるという目標のもとに 開発された排出量の最も低いシナリオ
 RCP 4.5	中位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 4.5W/m <sup>2</sup> )
 RCP 6.0	高位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 6.0W/m <sup>2</sup> )
 RCP 8.5	高位参照シナリオ (世紀末の放射強制力 8.5W/m <sup>2</sup> ) 2100年における温室効果ガス排出量の 最大排出量に相当するシナリオ

出典 IPCC第5次評価報告書第I作部会報告書(第1巻)気候変動に関する政府間パネル 気候変動研究センターニュースウォーカー10をもとにJCOGが作成



### 3.3 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベースについて

**【概要】** 気象予測データである「アンサンブル気候予測データベース」(d2PDF・d4PDF)とは、地球全体の気象について、**様々な条件を変えて過去60年間、及び温暖化が進行した将来60年間分をシミュレーションしたデータベース**である。

#### ■ 気候予測データベースの概念

##### 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)

- d4PDFとは、分野間で整合した地球温暖化緩和・適応策の検討に利用できるように整備されたアンサンブル気候予測計算結果のデータベース(database for Policy Decision making for Future climate change)
- 高解像度の気候モデルによる多数のアンサンブル計算を行った結果を整理したもので、その活用により、顕著な気象現象について統計的に信頼性の高い将来予測情報が得られることが期待される。

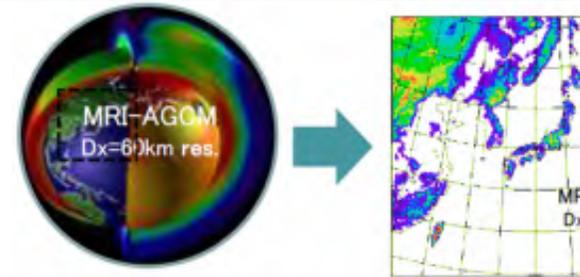
##### 特徴

- 世界に類例の無い大規模アンサンブル・高解像度気候シミュレーションプロダクト。総実験データ量は約2ペタバイト(文科省DIASサーバーで配信)。
- 過去気候変化の再現性が高い。気象庁現業モデルを基にした気候モデル採用。
- 異常高温、集中豪雨、台風等の顕著現象の発現頻度や強度の将来変化を抽出。

#### ■ 気候予測データベースのシミュレーション解像度

全球実験 (地球全体をモデル化)  
解像度: 60km

領域モデル実験 (日本周辺)  
解像度: 20km



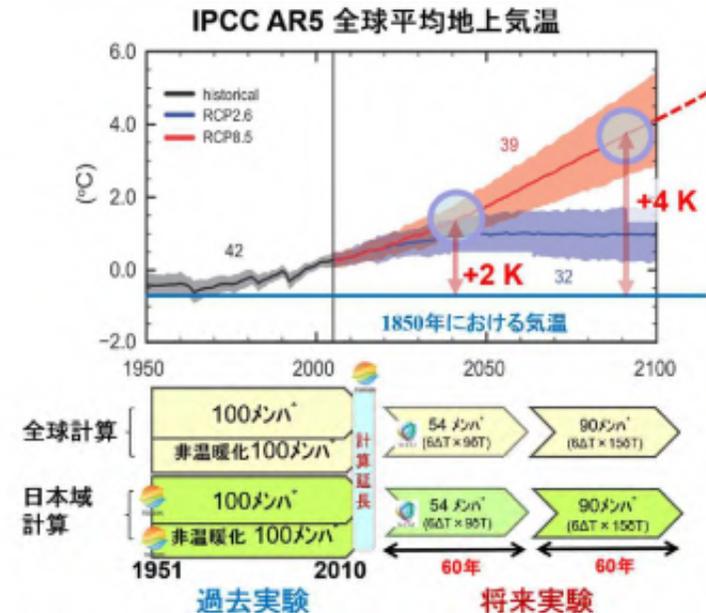
出典: 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討会 第7回 (令和2年7月) 参考資料に一部加筆

#### ■ 気候予測データベースのシミュレーションケースと期間

##### 全球実験

- ・ 過去実験 1951年～2011年8月 × 100メンバ
- ・ 非温暖化実験 1951年～2010年 × 100メンバ
- ・ **2℃上昇実験 2031年～2091年8月 × 54メンバ**
- ・ 4℃上昇実験 2051年～2111年8月 × 90メンバ

計画見直しに使用する  
将来気候



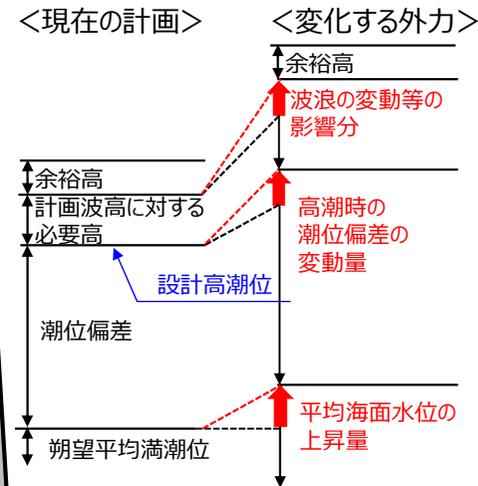
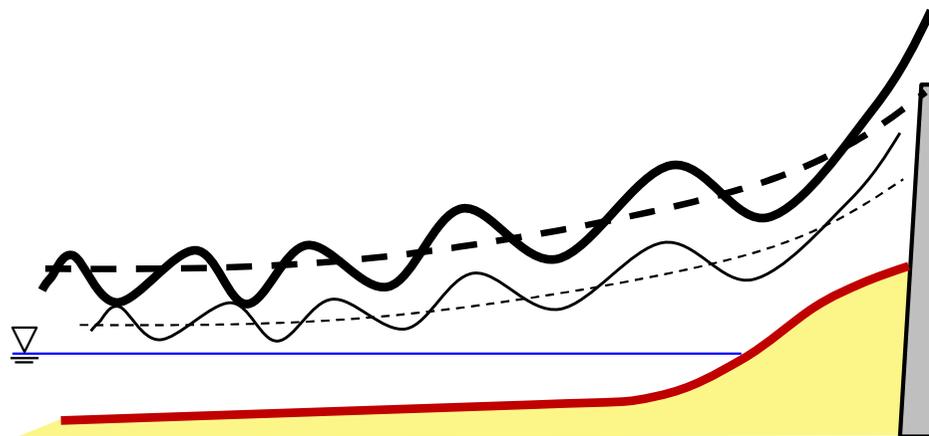
出典: 「d4PDF関連気候研究のレビュー」塩竈秀夫

## **4. 琉球諸島沿岸における 気候変動を踏まえた計画外力の検討方針**

# 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 1) 気候変動による影響の考え方

**【概要】** 気候変動を踏まえた高潮に対する防護水準を設定するにあたって、海岸保全基本方針等、国が公表している通達や基準に準じるものとする。また、高潮に対する防護水準は、「平均海面水位」「潮位偏差」「波浪」の3要素に区分されており、それぞれ気候変動による上昇量・変動量を評価する。

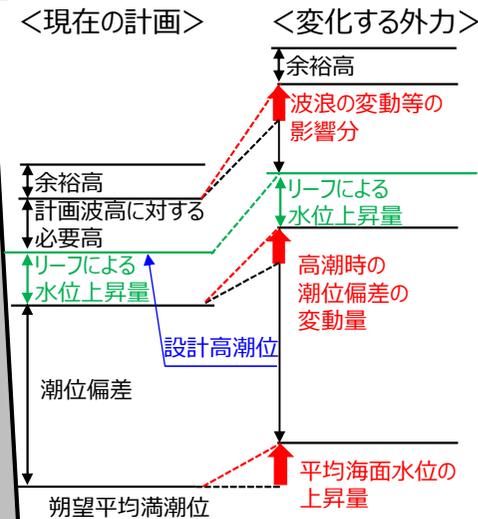
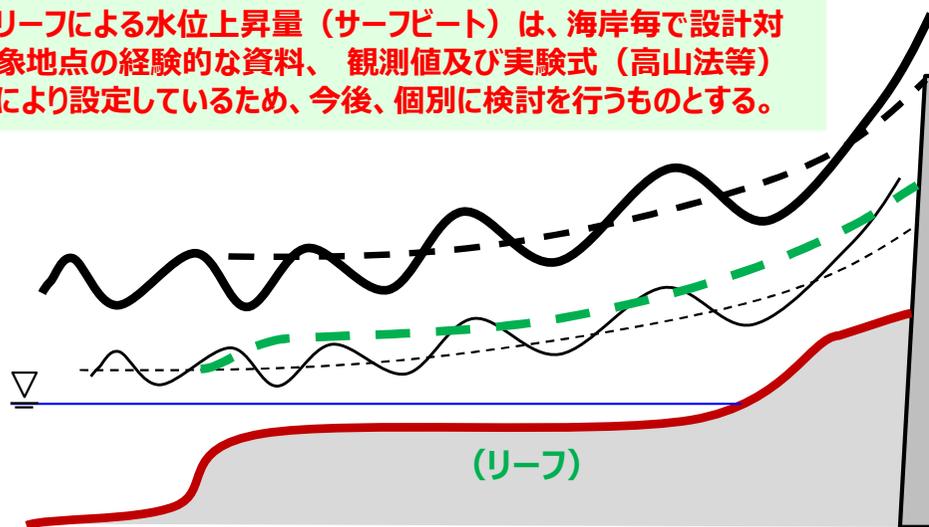
## ■ 高潮に対する防護水準の外力の要素 (通常海岸の場合)



- ③ 気候変動を考慮した波浪の変動量設定
- ② 気候変動を考慮した潮位偏差の変動量設定
- ① 気候変動を考慮した平均海面水位の上昇量設定

## ■ 高潮に対する防護水準の外力の要素 (リーフ海岸の場合)

リーフによる水位上昇量 (サーフビート) は、海岸毎で設計対象地点の経験的な資料、観測値及び実験式 (高山法等) により設定しているため、今後、個別に検討を行うものとする。

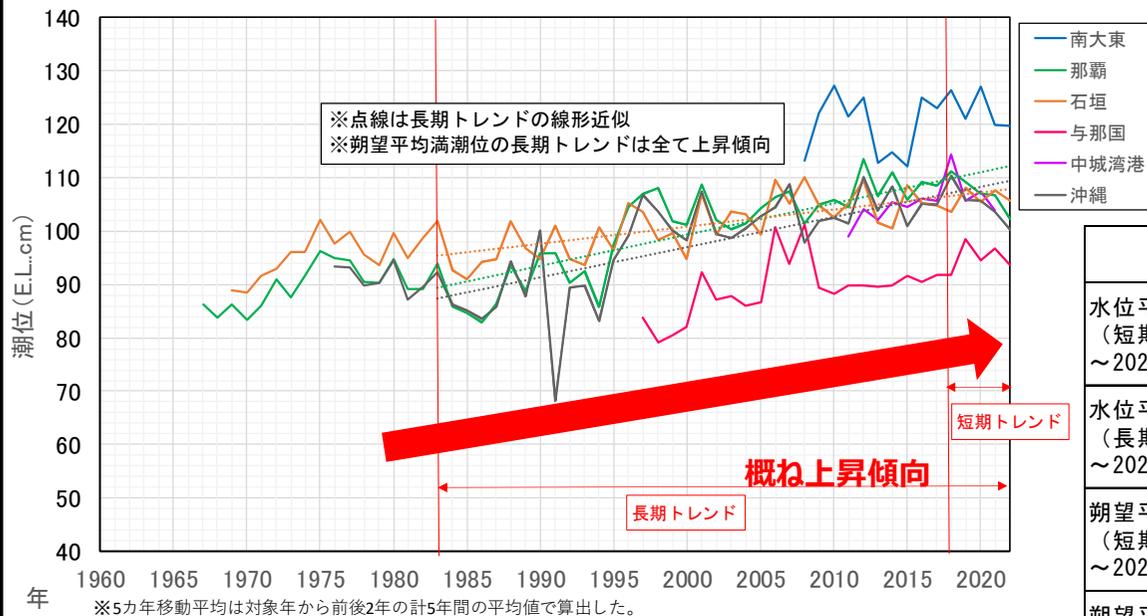


- ③ 気候変動を考慮した波浪の変動量設定
- リーフによる水位上昇量は換算沖波波高との関係などから算定
- ② 気候変動を考慮した潮位偏差の変動量設定
- ① 気候変動を考慮した平均海面水位の上昇量設定

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 2) 気候変動を考慮した平均海面水位の上昇量

【概要】 各観測所の潮位データを基に、水位平年差、朔望平均満潮位HWL、年最大潮位、年最大潮位偏差の変化傾向について整理した。短期の年最大潮位偏差を除いて、変化傾向は概ね上昇傾向である。

### ■ 潮位の変化傾向例（朔望平均満潮位）



	南大東	那覇	石垣	与那国	中城湾港	沖縄
水位平年差 (短期トレンド：2013年～2022年)	1.33	0.41	0.80	0.76	0.88	0.52
水位平年差 (長期トレンド：1983年～2022年)	-	0.54	0.25	-	-	0.45
朔望平均満潮位HWL (短期トレンド：2013年～2022年)	0.99	-0.37	0.37	0.16	0.26	0.21
朔望平均満潮位HWL (長期トレンド：1983年～2022年)	-	0.59	0.32	-	-	0.57
年最大潮位	0.80	0.55	0.35	0.27	-2.16	0.71
年最大潮位偏差 (短期トレンド：2013年～2022年)	-1.08	-1.97	-1.11	-2.35	-	-1.53
年最大潮位偏差 (長期トレンド：1983年～2022年)	-	0.23	0.09	-	-	1.18

### <潮位の変化傾向>

- 水位平年差  
：すべての観測所において**上昇傾向**
- 朔望平均満潮位HWL  
：那覇の短期トレンドで**下降傾向**、他観測所は**上昇傾向**（長期トレンドで見ると、那覇・石垣・沖縄で**上昇傾向**）
- 年最大潮位  
：中城湾港で**下降傾向**、他観測所では**上昇傾向**
- 年最大潮位偏差  
：短期トレンドで見ると、すべての観測所において**下降傾向**（長期トレンドで見ると、那覇・沖縄において**上昇傾向**）

※年最大潮位については全期間のトレンドで評価 ※「-」は長期トレンドを評価するにあたり、データが不足していた箇所

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 2) 気候変動を考慮した平均海面水位の上昇量

**【概要】**「日本の気候変動2020」に記載されている20世紀末を基準とした平均海面水位上昇量は2℃上昇において平均0.38～0.39mと予測されている。本県では、**県内沿岸の過去の潮位観測データから変動傾向を確認した上で、海面水位上昇量0.39mを採用する方針**である。

### ■ 基本的な考え方【全国的な考え方<提言※の抜粋>】

※「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言」令和2年7月

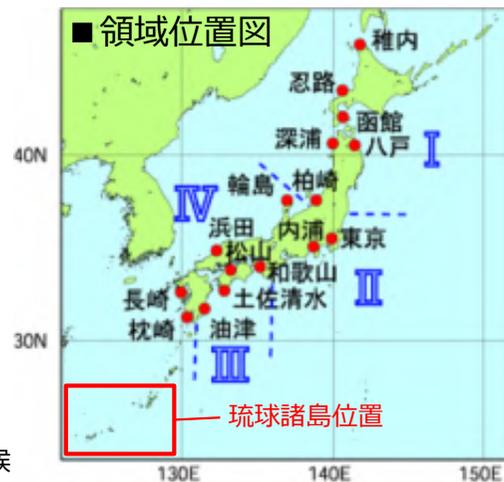
気候変動による平均海面水位の上昇量については、今後以下のように対応することが考えられる。

- ① 近年の観測データには気候変動の影響が含まれている可能性があるため、最新の観測データも含めた統計データを用いて朔望平均満潮位を設定する。
- ② 観測結果の傾向の外挿及び予測データを用いて、将来予測される平均海面水位の上昇量を考慮する。
- ③ **2050年以降など中長期の適応を考える場合には、最新の観測データをベースに将来へ外挿するだけでは精度に不安があるため、気象庁等による科学的な予測値を考慮する。**

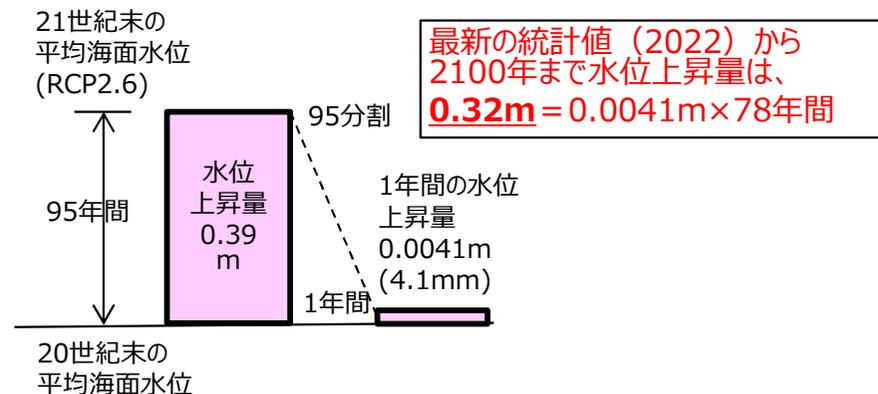
### ■ 気象庁による21世紀末の平均海面水位上昇量（20世紀末（1986年～2005年平均）から21世紀末の上昇量）

（ ）内の数値は、95%信頼区間

領域	2℃上昇シナリオ (RCP2.6)
I	0.38m(0.22～0.55m)
II	0.38m(0.21～0.55m)
III	0.39m(0.22～0.56m)
IV	0.39m(0.23～0.56m)
平均	0.39m(0.22～0.55m)



### <2℃上昇シナリオ>



### 【沖縄気象台の考え】

「日本の気候変動2020」における四領域の海面水位上昇量（2℃上昇シナリオ）の算出に際し、沖縄県の値は考慮されていない。一方、予測されている各領域の上昇量の地域差は無いことから、本県における上昇量については、**四領域の平均値を採用することを提案**したい。

本県では、気象庁による科学的な予測値である平均海面水位上昇量（39cm）を、県内沿岸での観測結果から予測する朔望平均満潮位の上昇量と比較し、妥当性を確認した上で採用する。

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 2) 気候変動を考慮した平均海面水位の上昇量

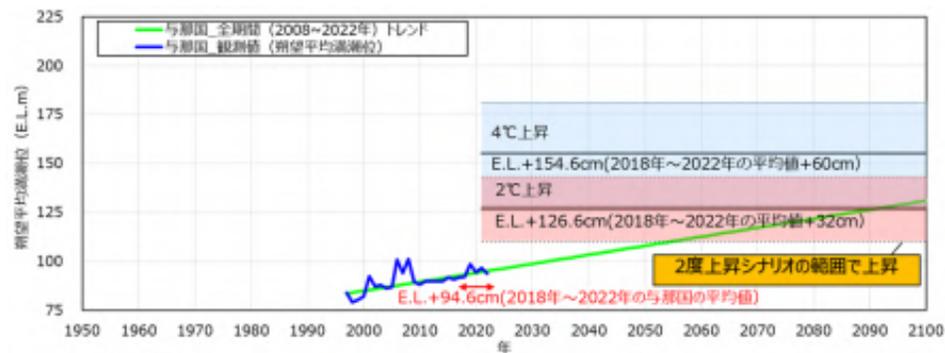
【概要】 気象庁の予測値と観測値から予測される上昇量について比較を行った。観測値の上昇量は18cm～39cmの範囲であり、気象庁予測値の範囲内（2℃上昇シナリオ）となった。これより、平均海面水位の上昇量は最新の潮位観測データに海面水位上昇量32cmを加える方針とする。

○2100年時点における平均海面水位の上昇量の設定

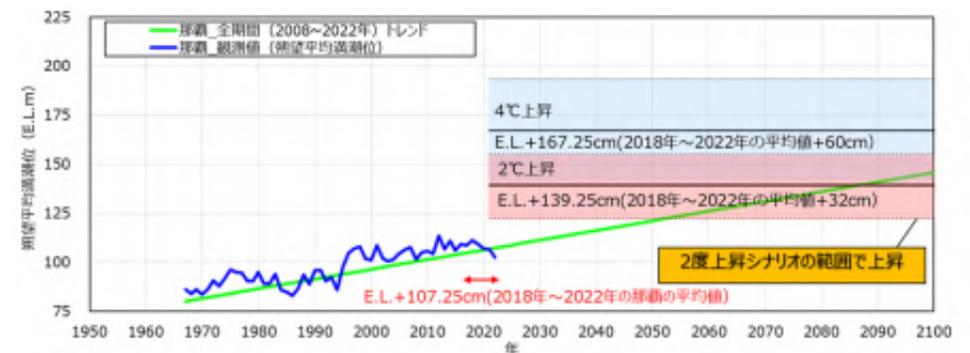
項目	①実績潮位(朔望平均満潮位)の上昇トレンド				②気象庁予測
検潮所	与那国	石垣	那覇	南大東	—
1年あたりの水位上昇量	+4.6mm/年	+2.7mm/年	+4.9mm/年	+2.3mm/年	+4.1mm/年(2℃上昇)
2100年までの水位上昇量 (2023～2100年=78年間)	<b>+36cm</b>	<b>+22cm</b>	<b>+39cm</b>	<b>+18cm</b>	<b>+32cm</b> (95年で+39cm)

○観測値による朔望平均満潮位の将来変動予測

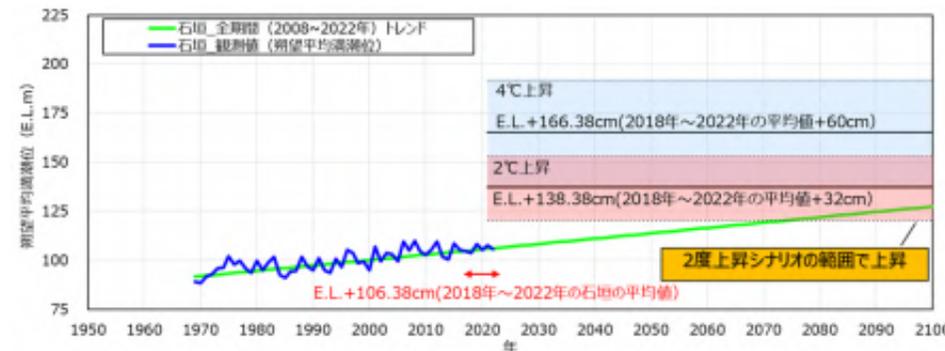
〈与那国〉



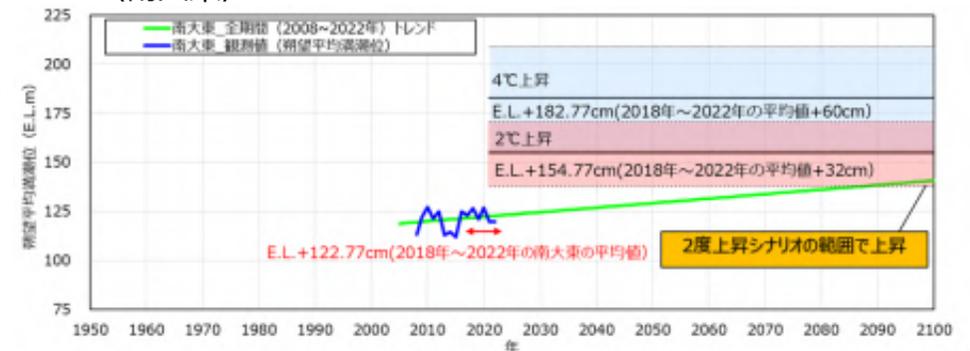
〈那覇〉



〈石垣〉



〈南大東〉



## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 3) 波浪の変化傾向整理

**【概要】** 年最大有義波高の傾向について確認した結果、短期トレンドにおいては、中城湾港で上昇傾向、その他の観測所で下降傾向がみられた。また、長期的にみると、変動なしであった（中城湾港・那覇港）。なお、年最大有義波高の気象要因は、4つの観測所すべてにおいて台風に起因していた。

### ■ 波浪の変化傾向

	石垣沖	中城湾港	那覇港	平良沖
年最大有義波高 (短期トレンド)	-0.03	-0.11	0.01	-0.05
年最大有義波高 (長期トレンド)	—	0.05	0.02	—
年最大有義波高の 気象要因	台風	台風	台風	台風

■ :トレンド期間の線形勾配 > 0.1  
■ :  $-0.1 \leq$ トレンド期間の線形勾配  $\leq 0.1$   
■ :トレンド期間の線形勾配 < -0.1

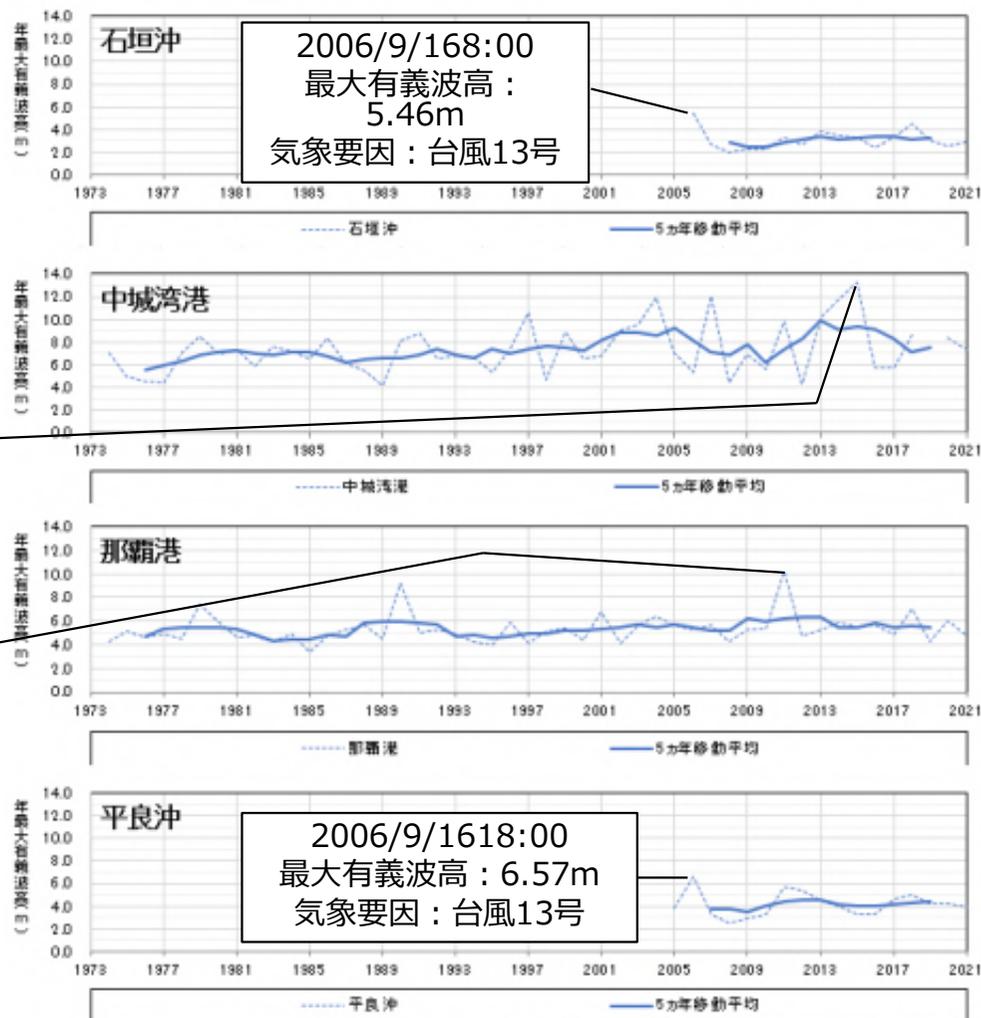
※「—」は長期トレンドを評価するにあたり、データが不足していた箇所

2015/7/100:00  
 最大有義波高：  
 13.24m  
 気象要因：台風9号

2011/5/2822:00  
 最大有義波高：  
 10.22m  
 気象要因：台風2号

### <波浪のまとめ>

- ・年最大有義波高は短期トレンド（2017年～2022年）で見ると、中城湾港のみ上昇傾向で他観測所では下降傾向、**長期的に見ると、変動なし**
- ・既往最大有義波高の気象要因は、**すべての観測所において台風であった**



※5年移動平均は対象年から前後2年の計5年間の平均値で算出した。

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 4) 気候変動を考慮した潮位偏差・波高の設定

**【概要】** 気候変動を踏まえた潮位偏差（高潮）や波浪の推算方法は、国の事務連絡（令和3年8月）より、大きく2つに区分され（A：想定台風、B 不特定多数の台風）、現行外力の設定方法（既往最大値 OR 確率評価）に応じて、推算方法を選定する方針とする。

気候変動を踏まえた外力設定の基本的な考え方  
 → **気候変動後も現行計画と同じ安全度を確保する。**

現行の外力の設定方法に応じて、将来の外力の推算方法を  
 選定する必要がある。

沖縄県では、

### ① 現行外力が既往最大値で設定されている場合

設計高潮位は既往最高潮位or朔望平均満潮位+実績潮位偏差の  
 実績最大値が用いられている。

→ **右表A: 想定台風**を対象とした手法で推算

(概要) 将来気候下で、現在の想定台風と同じ頻度で発生しうる台  
 風条件を設定し、その際の外力(潮位、波浪)を推算

※このうち、**A-1パラメトリック台風モデル**は従来から高潮推算  
 で用いられてきた手法であり、これを採用。

### ② 現行外力が確率評価で決定されている場合

計画波浪は確率波浪が用いられている。

(30年～50年確率波浪)

→ **右表B: 不特定多数の台風**を対象とした手法で推算

(概要) d2PDF、d4PDFの中で発生する全台風を対象に、波浪や潮  
 位の推算を行い、現行計画と同じ生起確率となる値を採用

※このうち、**B-1全球、領域気候モデル**はd4PDF、d2PDFデータ  
 を直接利用するものであり、適用性が高いことから、沖縄県でも  
 採用。

表：潮位偏差及び波浪の長期変化量の推算方法

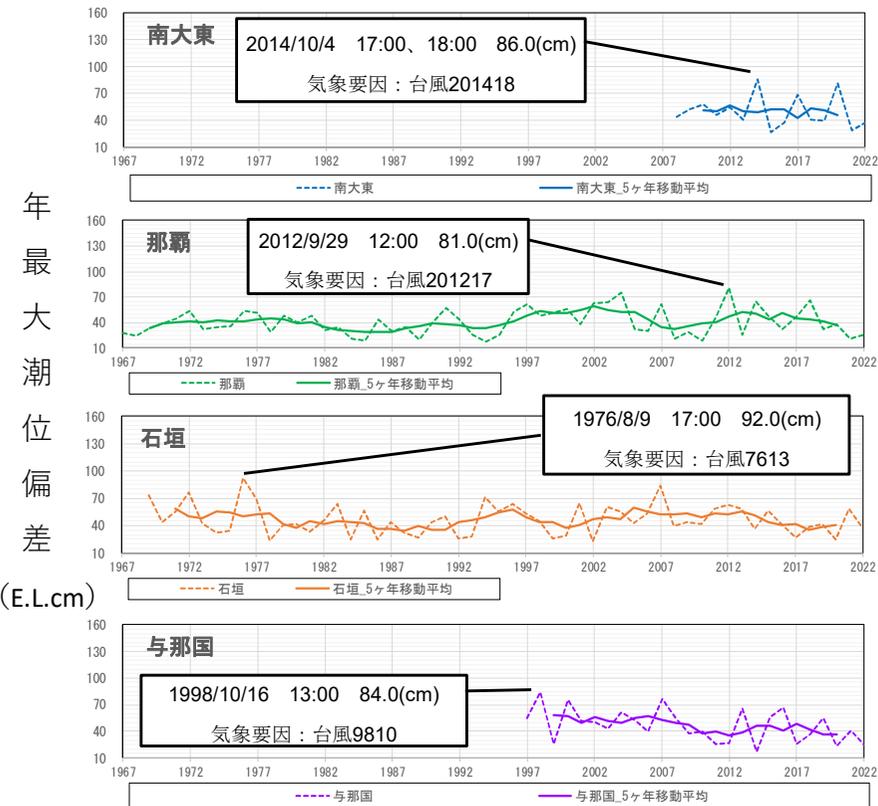
対象台風	考え方	地球温暖化の影響	適用性
<b>A. 想定台風</b>			
伊勢湾台風や室戸台風等の規模を想定した特定事例			
A-1. パラメトリック台風 モデル	例えば、Myers モデル等経験的台風モデル <sup>4)</sup>	・d2PDF、d4PDF等の計算結果に基づく中心気圧の低下量で簡易的に考慮	・従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。 ・B-1の多数アンサンブルデータセットと組み合わせることで確率評価が可能。
<b>東京都 大阪府 等</b>			
A-2. 領域気候モデルを用いた力学的計算	WRF等の領域気象モデル	・d2PDF、d4PDF等の計算結果から将来変化を現在の気候場に上乘せして仮想的に考慮(擬似温暖化手法) <sup>5)</sup>	・従来、想定台風で外力を設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>			
数多くのサンプルを確保できれば確率評価が可能			
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 <sup>6)</sup>	・多数のサンプルが確保可能であり、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>大阪府 等</b>			
B-2. 気候学のアプローチ	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的最大高潮偏差をシームレスに推定する手法等 <sup>7)</sup>	・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 <sup>8)</sup>	・多数のサンプルが確保可能であり、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：令和3年8月2日 課長補佐事務連絡

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 5) 気圧低下量の設定

**【概要】** 潮位・潮位偏差の観測記録から、設計外力に設定されている台風をそれぞれ整理する。気象庁の台風接近基準(300km)を目安とし、沖縄県を中心とした四方に+300kmの範囲を通過する台風を抽出する方針とする。

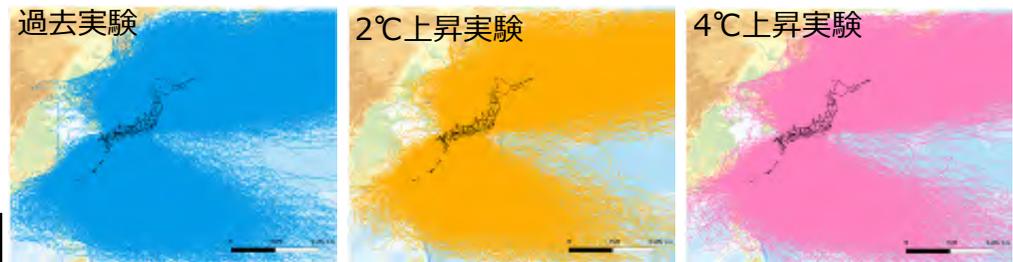
### ■ 現行の設計外力に設定されている台風の整理 (想定台風)



### ■ 台風抽出範囲 (有人島の端から東西南北に300kmの範囲)



### ■ d4PDF/d2PDF台風トラックデータの抽出結果



	過去実験 1951~2010	2°C上昇実験 2031~2090	4°C上昇実験 2051~2110
年数	6,000年	3,240年	5,400年
抽出台風数	10,276個	4,844個	5,937個

#### <300km範囲の設定根拠>

- ① 気象庁接近した台風の定義を参照  
※ 台風の中心がそれぞれの地域のいずれかの気象官署等から300 km以内に入った場合を「その地域に接近した台風」とする
- ② 気象庁BTの暴風半径※ 沖縄以南の台風を抽出
  - ・ 暴風域の広い半円250海里 (463km)
  - ・ 暴風域の狭い半円の半径210海里 (388km)

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 A:想定台風を対象とした手法 (A-1パラメトリック台風モデル) の概要

**【概要】** 将来気候下で、現行の想定台風と同等の生起確率となる台風条件 (= 台風中心気圧) を設定し、その際の外力を推算して、将来の計画外力とする。また、d2PDF (2℃上昇シナリオ) に加えて、参考としてd4PDF (4℃上昇シナリオ) の中心気圧低下量を分析する。

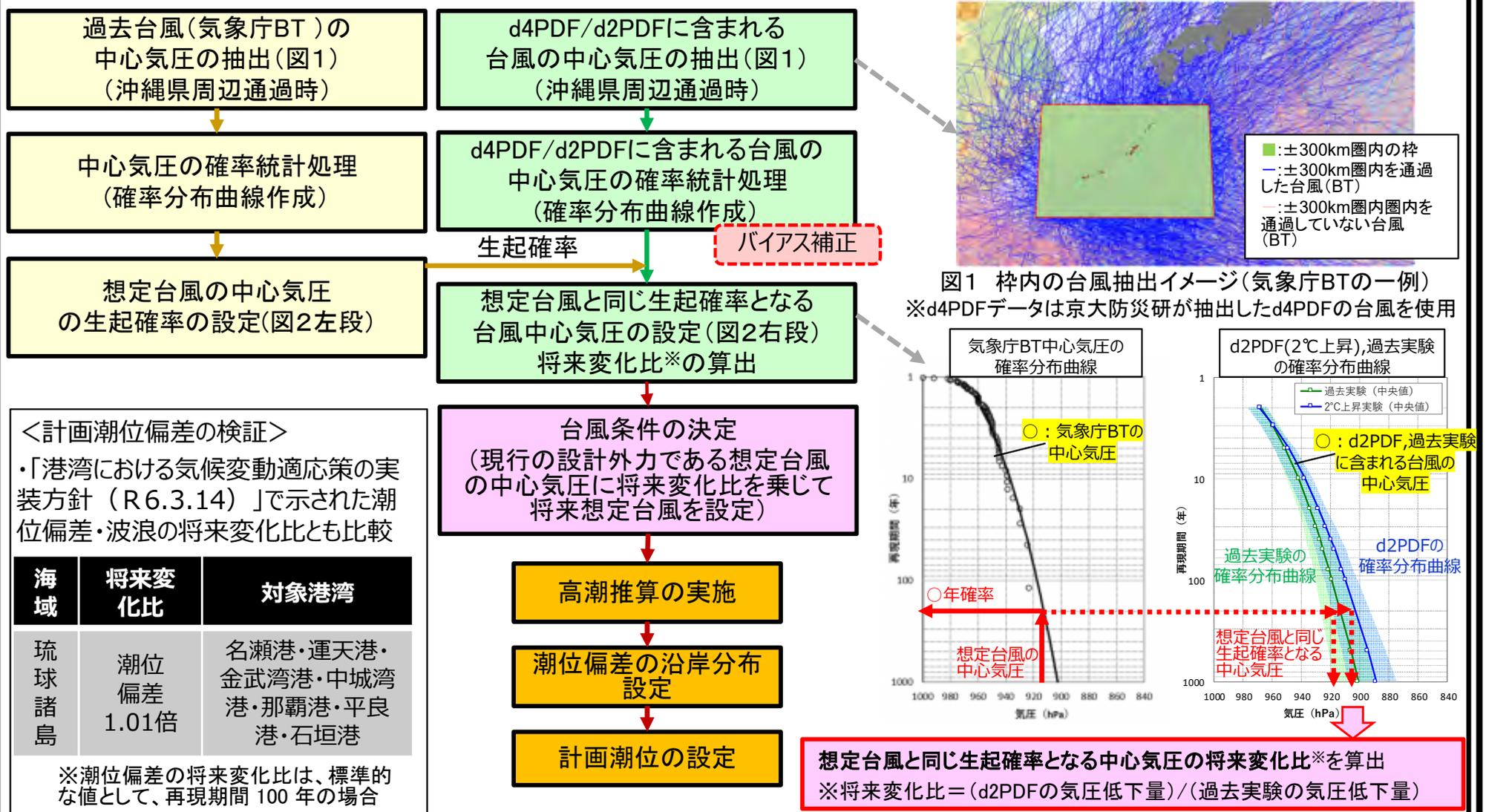


図2 台風の中心気圧と同じ生起確率の中心気圧を決定するイメージ

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 A:想定台風を対象とした手法（A-1パラメトリック台風モデル）の概要

**【概要】** ・d2PDF/d4PDF は数値シミュレーションから算定した結果であり、計算モデルと観測値の誤差（バイアス）が存在する。そのため、気象庁ベストトラックデータとd4PDF トラックデータの緯度別の台風中心気圧の確率分布が整合するように d4PDFの中心気圧の補正（バイアス補正）を行う。  
 ・バイアス補正の手法は、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」で検討された手法（クオンタイルマッピング法）を想定している。

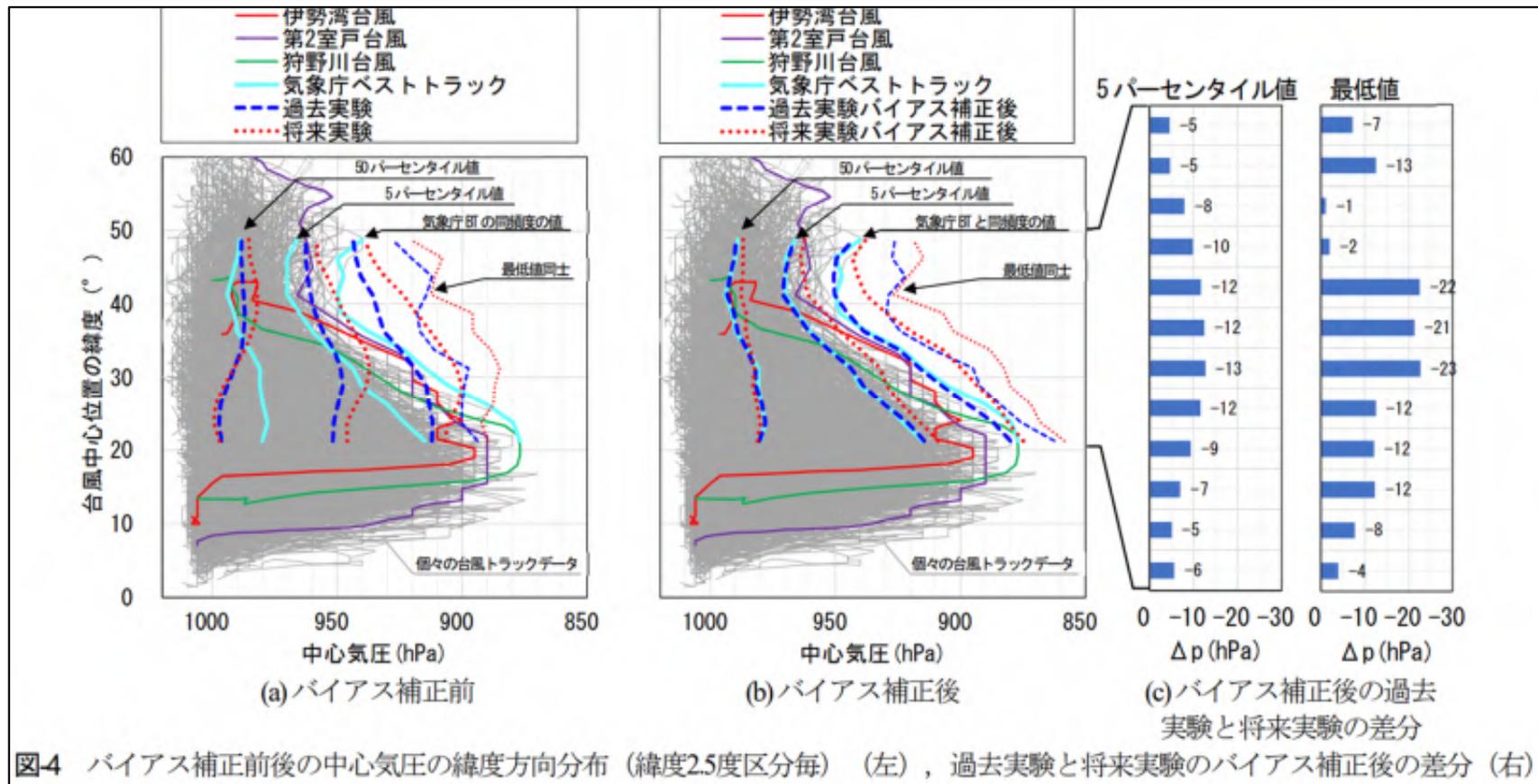


図4 バイアス補正前後の中心気圧の緯度方向分布（緯度2.5度区分毎）（左），過去実験と将来実験のバイアス補正後の差分（右）

有村盾一, 邱中睿, 岡安徹也, 秩父宏太郎, 渡邊国広, 森信人 : 大規模アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) の台風を対象としたバイアス補正手法とその将来変化予測, 土木工学論文集B2 (海岸工学), Vol. 77, No. 2, 1,973-1,978, 2021.

### 【本県での考え方】

バイアス補正の有無による将来変化比の差を比較し、本検討で採用する将来変化比を決定する。

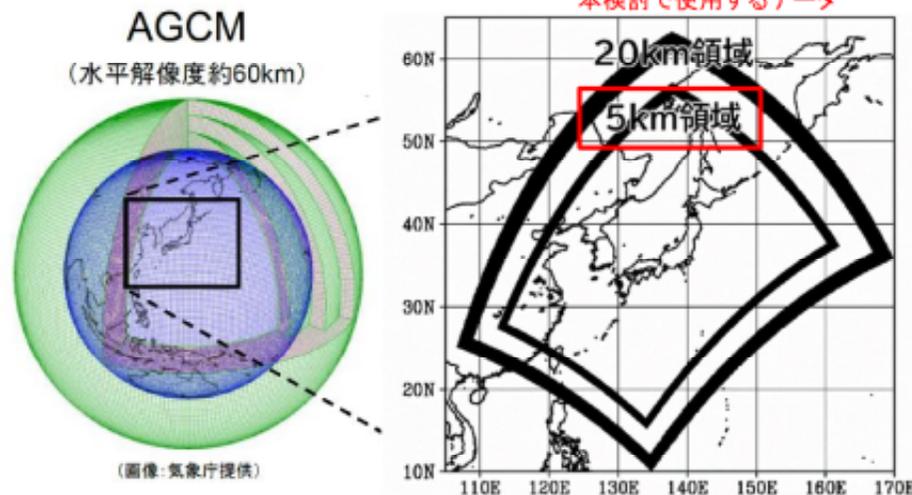
## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 B:不特定多数の台風を対象とした手法 (B-1 全球気候モデル) の概要

**【概要】** 60km格子の全球気候モデルの結果を元に、5km格子の地域気候モデルを用いて日本全国を対象に力学的ダウンスケーリングされたデータセット(5kmメッシュデータ)を使用して、計画波高を推算する方針とする。

●補足：d2PDFは従来60kmもしくは20kmメッシュのデータセットであり、島嶼周辺の複雑な風場を再現できておらず、波浪推算による再現精度が低くなる可能性があるため、d2PDFの5kmメッシュダウンスケーリングデータ2023の風速データを使用(前述の台風の中心気圧の抽出は、京大防災研の解析結果であるd2PDFの台風データを使用)

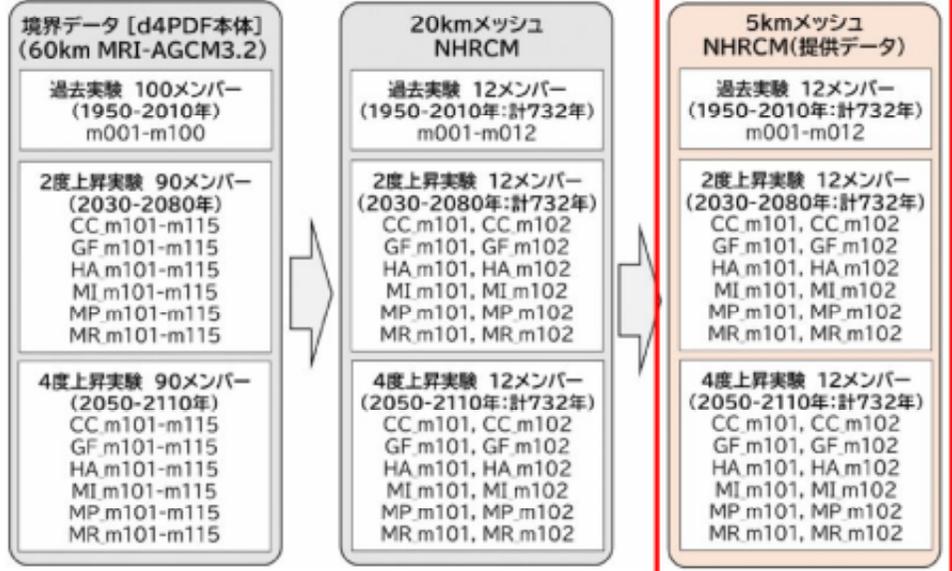
### d4PDF (5kmメッシュデータ) の概要

◆d4PDFの60km格子の全球気候モデルの結果を元に、5km格子の地域気候モデルを用いて日本全国を対象に各気候それぞれ732年間の力学的ダウンスケーリングされたデータセット。



◆d4PDF (5kmメッシュデータ) には以下のデータが存在する。

- ・過去実験 : 732年=61年間×12摂動
- ・2°C上昇実験: 732年=61年間×6モデル(SST)<sup>※1</sup>×2摂動<sup>※2</sup>
- ・4°C上昇実験: 732年=61年間×6モデル(SST)<sup>※1</sup>×2摂動<sup>※2</sup>  
(開始年は9月～終了年は12月まで)



本検討で使用するデータ

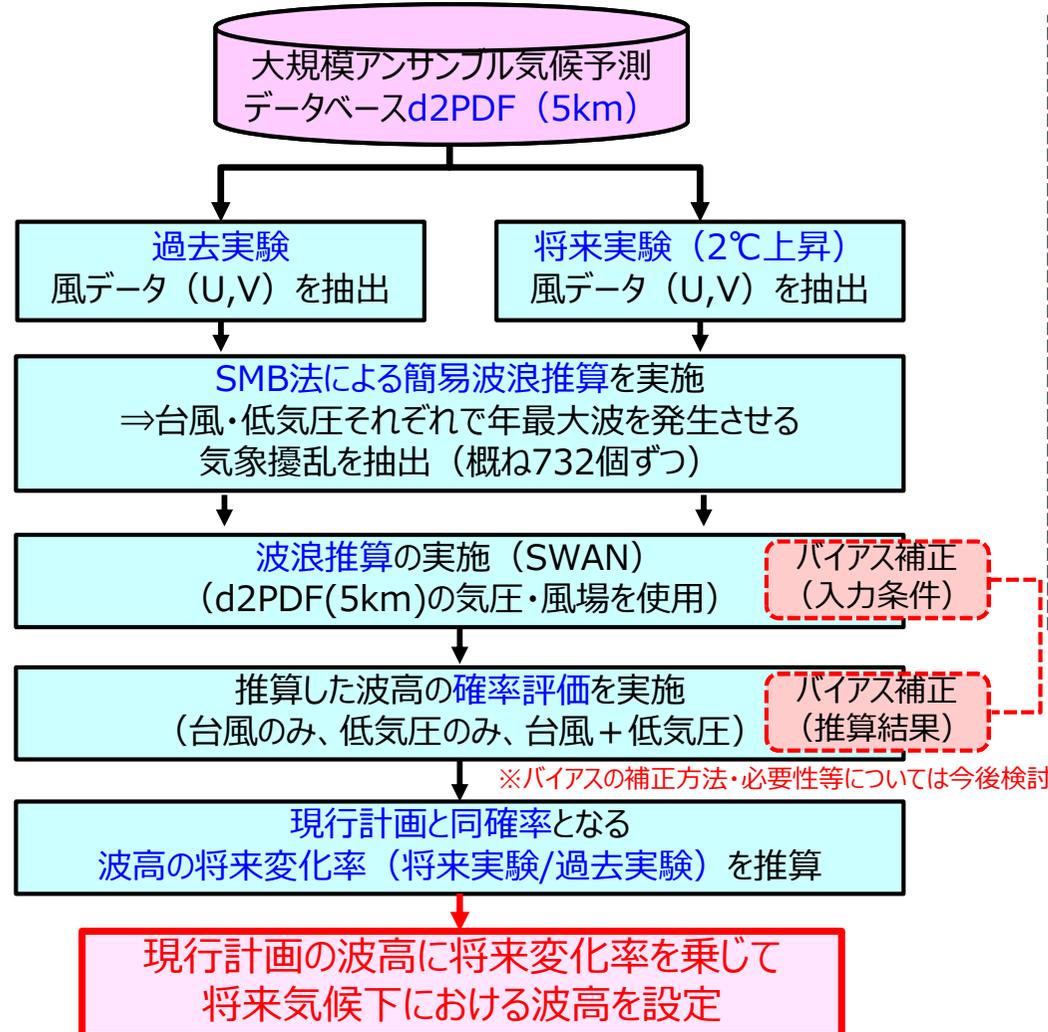
※開始年は9月からのため、開始翌年以降の60年(全720年)を使用

※1 モデル(SST:海面水温将来変化パターン)  
将来実験で使用している主要6モデル  
(CCSM4,GFDL-CM3,HadGEM2-AO,MIROC5,MPI-ESM-MR,MRI-CGCM3)。

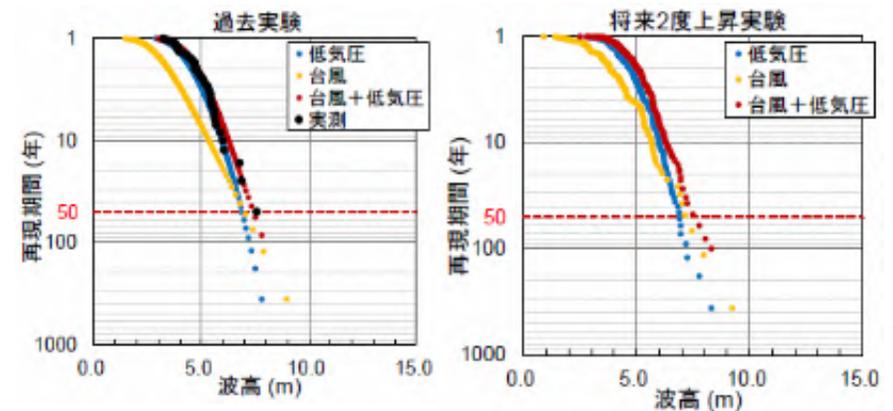
※2 摂動  
海面水温解析の推定誤差と同等の振幅をもつ海面水温摂動。

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 B:不特定多数の台風を対象とした手法 (B-1 全球気候モデル) の概要

**【概要】** ・d2PDF (5km) には、過去実験と将来実験それぞれ720年分のデータがある。全データの波浪推算は実務的に困難であるため、先行事例を参考に、SMB法を用いた簡易推算を行い、波浪推算の対象となる擾乱（年最大波を発生させる台風・低気圧）を抽出する。  
 ・抽出した擾乱を対象に、d2PDF (5km) の風場を使用した波浪推算 (SWAN) を実施する。その結果から確率評価をおこない、波浪の将来変化率を整理し、現行計画の波浪に将来変化率を乗じて、将来気候下における計画波浪を算出する方針とする。



確率評価による将来気候下の波高の検討例  
 (台風、低気圧及び両者を合成した波高の確率評価の例)



出典：d4PDFを用いた設計波高の将来変化の効率的な推定手法 (野村ら、2021)

### <計画波高の検証>

「港湾における気候変動適応策の実装方針 R 6.3.14」で示された潮位偏差・波浪の将来変化比とも比較

海域	将来変化比	対象港湾
琉球諸島	波高 1.01倍	名瀬港・運天港・金武湾港・ 中城湾港・那覇港・平良港・ 石垣港

※波高の将来変化比は、再現期間 50年の場合 (50 年確率波高)

## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 6) 高潮推算手法の概要

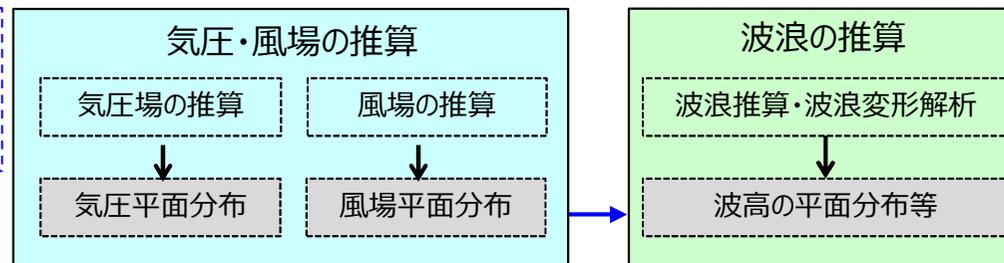
**【概要】** 潮位偏差の推算は、将来気候（2℃上昇）における台風による気圧・風場推算結果を条件とし、「高潮浸水想定区域図作成の手引き VER.2.10 R3.7」に基づく高潮シミュレーションにより推算する方針とし、中心気圧以外の条件は、基本的に設計高潮位の外力となっている台風諸元を用いることとする。

### ■ 高潮シミュレーションの概要

- ・ 潮位偏差は、将来気候（2℃上昇）における台風の気圧・風場推算結果を条件とした高潮シミュレーションにより算定する。
- ・ 高潮シミュレーションモデルは、「高潮浸水想定区域図作成の手引きVER.2.10 R3.7」を参考にした構成とする。

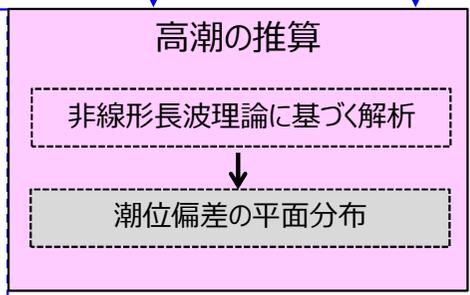
現況地形（最新の海図等によりモデル化したもの）

・気圧場：Myersの式  
 ・風場：傾度風モデル  
 ・計算条件：風速変換係数  
 C1C2は検証により設定

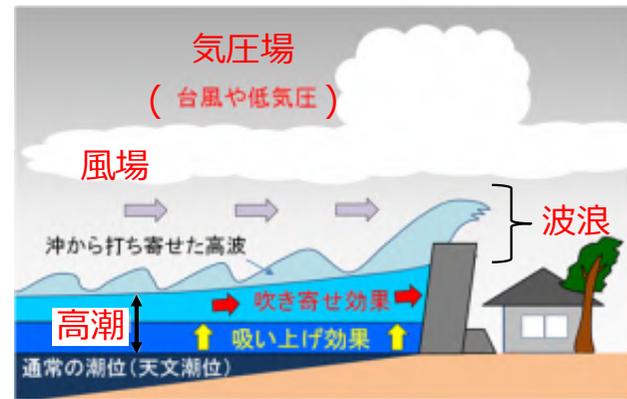


・基礎理論：スペクトル法  
 ・海面抵抗係数：本多・光易の式（風速制限45m/s）

・基礎理論：非線形長波理論(単層)  
 コリオリ力、気圧低下、風の吹寄せ、  
 海底摩擦、ラジエーションストレスを考慮  
 ・海面抵抗係数：本多・光易の式（風速制限45m/s）  
 ・粗度係数：0.025（海底）



ラジエーションストレス  
 （波浪による潮位偏差の上昇）



## 4.1 高潮に対する防護水準の検討方針 7) 検討方針のまとめ

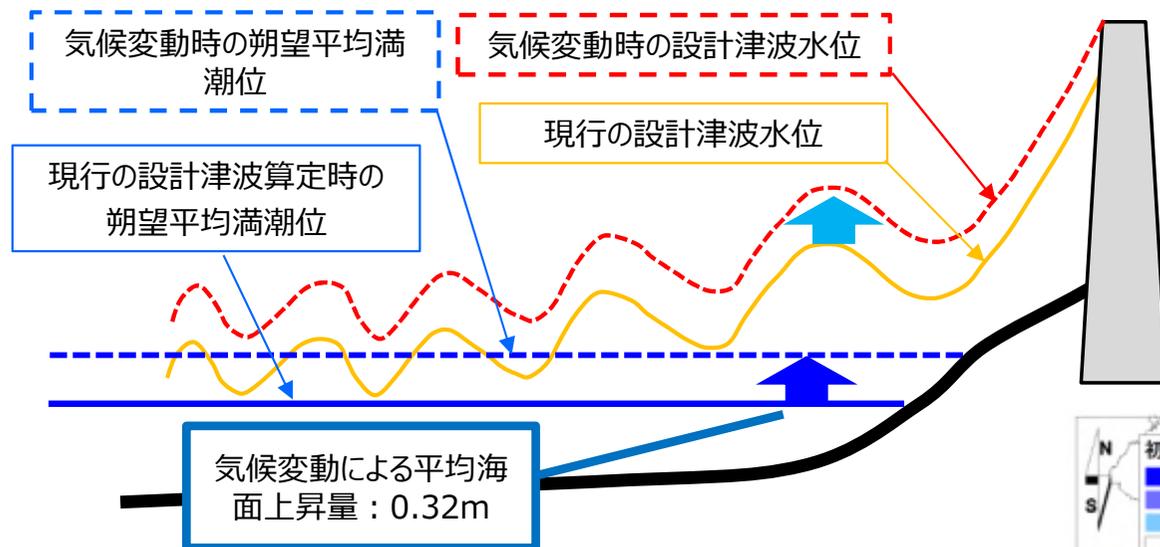
【概要】 これまでの整理結果をまとめ、本沿岸における気候変動を考慮した高潮に対する防護水準の検討方針を以下に総括する。

項目	検討方針（案）	設定値、設定方法										
海岸保全の目標	・ RCP2.6 (2°C上昇相当) を基本とする。	・ RCP2.6 (2°C上昇相当) とする。 (参考として、RCP8.5 (4°C上昇相当) については、台風の中心気圧低下量を分析する。)										
評価時点	・ 2100年 (21世紀末)	・ 2100年 (21世紀末)										
海面水位	・ 最新の朔望平均満潮位に、2100年 (21世紀末) に予測される平均海面水位の上昇量を加える。	<p>【評価地点】 那覇、南大東、石垣、与那国検潮所 【評価時点 (2100年時点) の朔望平均満潮位】</p> <table border="1"> <tr> <td>2100年時点の朔望平均満潮位</td> <td>(与那国) E.L.+1.27m</td> <td>(石垣) E.L.+1.38m</td> <td>(那覇) E.L.+1.39m</td> <td>(南大東) E.L.+1.55m</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">+0.32m 平均海面水位の上昇量 (2°C上昇相当)</p> <table border="1"> <tr> <td>最新の朔望平均満潮位 (2022年時点)</td> <td>(与那国) E.L.+0.95m</td> <td>(石垣) E.L.+1.06m</td> <td>(那覇) E.L.+1.07m</td> <td>(南大東) E.L.+1.23m</td> </tr> </table>	2100年時点の朔望平均満潮位	(与那国) E.L.+1.27m	(石垣) E.L.+1.38m	(那覇) E.L.+1.39m	(南大東) E.L.+1.55m	最新の朔望平均満潮位 (2022年時点)	(与那国) E.L.+0.95m	(石垣) E.L.+1.06m	(那覇) E.L.+1.07m	(南大東) E.L.+1.23m
2100年時点の朔望平均満潮位	(与那国) E.L.+1.27m	(石垣) E.L.+1.38m	(那覇) E.L.+1.39m	(南大東) E.L.+1.55m								
最新の朔望平均満潮位 (2022年時点)	(与那国) E.L.+0.95m	(石垣) E.L.+1.06m	(那覇) E.L.+1.07m	(南大東) E.L.+1.23m								
潮位偏差 (計画偏差)	・ 気候変動の影響を考慮した大規模アンサンブル気候予測データベース (d2PDF等) を活用して、将来予測される変動量を推算する。	<p>【手法】 <u>A-1 パラメトリック台風モデル (想定台風)</u> 【台風条件】 d2PDF等に基づき、将来気候下における想定台風と同じ生起確率となる条件を2°C上昇相当下で設定 【設定方法】 高潮推算モデルにより評価地点毎に潮位偏差を算定 【妥当性検証】 「港湾における気候変動適応策の実装方針 (R6.3.14)」 の潮位偏差の将来変化比と比較検証</p>										
波浪 (計画波)		<p>【手法】 <u>B-1 全球気候モデル台風を採用 (不特定多数の台風)</u> 【台風条件】 d2PDF等に含まれる台風のうち、当県に影響を及ぼし得る経路を通る全台風 【設定方法】 波浪推算モデルにより評価地点毎に波浪 (波高、周期) を算定し、確率評価により現行防護水準相当の波浪を設定 【妥当性検証】 将来の想定台風での推算された波浪及び「港湾における気候変動適応策の実装方針 (R6.3.14)」 の波浪の将来変化比と比較検証</p>										

## 4.2 津波に対する防護水準の検討方針（R7年度に詳細検討予定）

【概要】 気候変動の影響による設計津波の見直しについて、気候変動時の平均海面上昇量（0.32m）を加味した朔望平均満潮位で再解析を実施して、設計津波高を算出する方針である。令和7年度に詳細検討を実施予定である。

### ■ 津波に対する防護水準検討の考え方



### ■ 設計津波（L1津波）波源の抽出

設計津波の対象津波群である中央防災会議の2つのモデルのうち、県全域の概略シミュレーションによる結果で津波高が高い東海・東南海・南海地震（2003年中央防災会議）（以下、「東海・東南海・南海地震（2003中防）」と記す。）を設計津波としている。

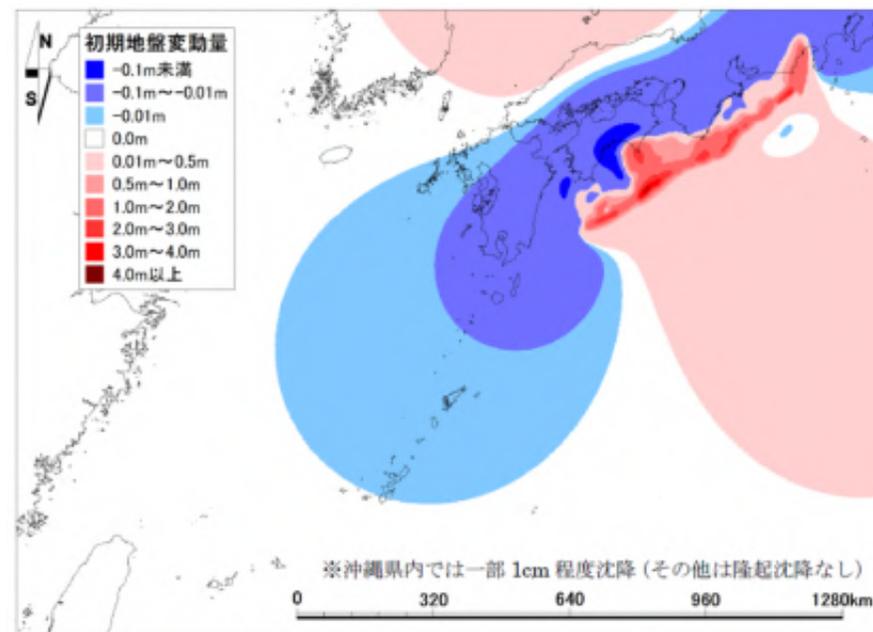


図10 初期地盤変動量 東海・東南海・南海地震（2003中防）

## 4.3 侵食に対する防護水準の検討方針（R7年度に詳細検討予定）

**【概要】** 気候変動進行時には、砂浜の勾配が緩くなることで平均海面上昇量以上に汀線が後退すると推測されている。この汀線後退量を、簡易的に予測する。**令和7年度に詳細検討を実施予定である。**

### (1) 侵食の検討が必要となる海岸の抽出

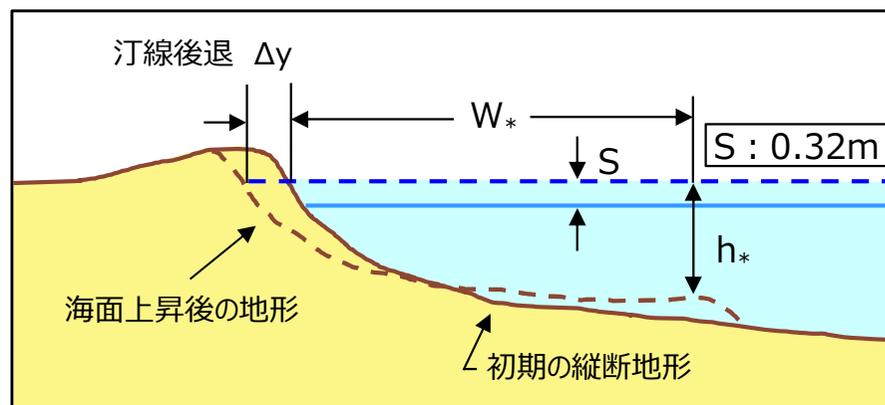
利用と環境に配慮して漂砂制御施設（侵食対策）の整備を実施している海岸等、砂浜の効果を加味して海岸の防護性能を確保している海岸を抽出する。

### (2) 浜幅後退量の算出

気候変動進行時には、砂浜の勾配が緩くなることで平均海面上昇量以上に汀線が後退すると推測されている。この汀線後退量を、Bruun則モデルによる簡易的に予測する予定である。

### 汀線後退量の予測イメージ

- 海面が上昇すると、縦断地形は新しい水位に対する平衡地形に向かって変化するため、汀線は海面上昇量に応じた水没以上に後退する。



下式（平衡縦断地形）を用いて、海面上昇量に応じた汀線後退量を算出する。

$$h = ay^{2/3}$$

$h$  : 水深、 $a$  : 各海岸毎に設定する定数、 $y$  : 汀線からの沖方向距離

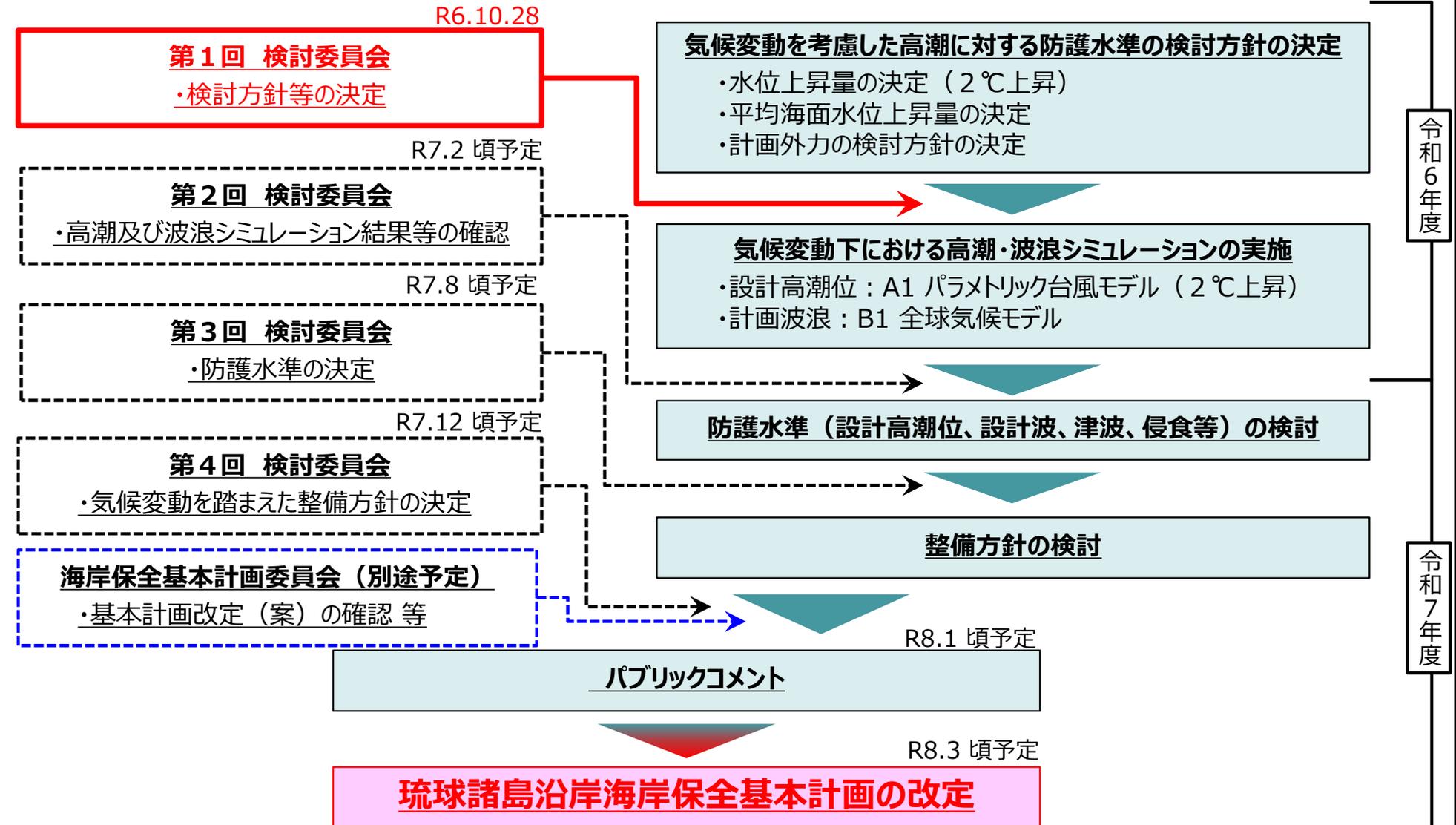
$h_*$  : 断面変化が生じる限界水深

出典：三村ら（1994）

## 5. 今後の予定

## 5. 今後の予定

【概要】 本検討委員会の今後の予定を以下に示す。



注：パブリックコメントの結果次第では、検討委員会（第5回）を行う可能性がある。