

第2回

鳥取沿岸海岸保全基本計画の変更に関する技術検討会 説明資料

令和6年7月

鳥取県 

1	技術検討委員会の検討項目・検討スケジュール	・・・・・・・・ P2～3
2	第1回技術検討会における主な意見と対応他 (議事1～5、報告事項)	・・・・・・・・ P4～5
3	波浪観測方法の変遷及び変化傾向について	・・・・・・・・ P6～
4	議事1：将来の海面上昇量について	・・・・・・・・ P9～
5	議事2：津波の検討方針について	・・・・・・・・ P16～
6	議事4：潮偏差の検討方針について 議事5：波浪の検討方針について	・・・・・・・・ P20～

令和5年度	鳥取沿岸海岸保全基本計画の変更に関する技術検討会	将来の気候予測から想定される外力を設定するための技術的な検討	
		開催概要	主な決定方針（予定を含む）
令和6年度		■第1回（令和5年12月12日）【対面開催】 ①過去から現在における外力の変化実態の把握 ②気候変動を踏まえた計画外力の検討方針(概略)の提示	・ 海岸保全の目標年次（2100年） ・ 朔望平均満潮位の算出期間（直近5年間）
		■第2回（令和6年6月）【個別説明→書面開催】 ①第1回検討会意見に対する対応方針の提示 （海面上昇量、津波、海岸侵食等） ②潮位偏差(台風)及び波浪(台風、低気圧)推算の実施方針の提示	・ 平均海面水位の上昇量 ・ 津波シミュレーションの実施有無 ・ 潮位偏差及び波浪の推算方法
		■第3回（令和6年10月頃を想定）【対面開催予定】 ①潮位偏差及び波浪の将来予測の計算結果の提示 ②現行の設計外力の整理及び将来外力（潮位偏差、波浪）の提示	・ 将来の計画外力（潮位偏差、波浪）
		■第4回（令和7年1月頃を想定）【対面開催予定】 ①余裕高を含めた防護水準の提示 ②計画外力の運用方法の提示 ③要対策箇所への提示	・ 朔望平均満潮位（夏季、冬季）の取り扱い ・ 防護水準及びその運用方法

※第3～4回検討委員会の報告内容の詳細は、今後進んだ段階で再整理

令和7年度	海岸保全基本計画検討委員会(仮)	・ 気候変動に伴う海岸への影響を幅広く検討 ・ 基本計画を変更
		■第1回 ・ 海岸における影響の整理 ・ 見直し項目の検討
		■第2回 ・ 素案説明 ■第3回 ・ 原案説明

海岸保全基本計画変更までの検討スケジュール

実施項目	2023(R5)年度				2024(R6)年度				2025(R7)年度				備考
	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	
海岸の概要 気候変動の現状の整理	■												
気候変動を踏まえた計画 外力の検討方針の整理		■											
気候変動を踏まえた計画 外力の検討				■ 現在									・将来変化倍率の算出
防護水準の検討						■							
海岸保全基本計画の改定								■ パブリック コメント 公表				2025(R7)年中の公表 を目指す	
委員会	気候変動検討委員会			● 第1回 12/12	● 第2回 (書面)	● 第3回	● 第4回						
	海岸保全基本計画 検討委員会				● 平均海面水位の 上昇量の決定等	● (潮位、波浪) 外力の決定	● 防護水準の決定	● 第1回	● 第2回	● 第3回			

■第1回技術検討委員会における主な意見と対応

番号	意見	対応（案）	参照
①	波浪の観測値は、観測した年代によって観測間隔や観測方法が異なっている。その辺りも整理したうえで、波浪の変化傾向を確認したほうが良い。	観測間隔や観測方法を再整理した。観測間隔や観測方法の変更による傾向の変化は見られない。	7頁～
② 議事1： 将来の海面上昇量	<p>○海面上昇量について、仮に年変動や将来予測が大きくても、全国的に見れば2℃上昇の平均値を採用している自治体が多い。2℃上昇の上限値を採用するにあたっては、海面上昇量の平均値を上回る理由の更なる整理が必要である。</p> <p>○海面上昇の将来予測は、過去の潮位観測結果を参考に設定されているが、観測基準面の標高補正が十分実施されておらず、潮位観測結果に地盤変動の影響が内在している可能性がある。潮位観測結果と電子基準点のデータを時系列で比較するなどして、観測基準面の補正が十分行われていることが確認されれば、上限値を採用する理由になると考えられる。</p>	<p>国からの通知「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法について（令和3年8月2日 4省庁通知）」において、海面上昇量はIPCC第5次評価報告書の2℃上昇（RCP2.6）シナリオの平均的な値を前提とすることとされている。</p> <p>一方で鳥取県近傍の験潮所における地盤変動の影響を排除した潮位観測トレンドを整理すると、鳥取沿岸ではIPCC第6次評価報告書の2℃上昇（SSP1-2.6）シナリオの平均値と同程度となることを確認した。加えて、IPCC第6次評価報告書が令和5年3月に公表された最新の報告書であることや隣接する沿岸の検討事例も踏まえ、IPCC第6次評価報告書の2℃上昇（SSP1-2.6）シナリオの平均値を採用する。</p> <p>※第1回技術検討会からの変更点</p>	10頁～
③ 議事2： 津波	津波の検討において、津波高さが防護水準に与える影響を検討するのであれば、過去の計算結果に将来の海面上昇量を加算する方法でおおよそ把握できる。鳥取県の場合、堤防高は高潮・高波から設定されていることや津波の浸水計算を今回は実施しないことなどからも、津波ではなく高潮計算に注力したほうが良い。	<p>鳥取沿岸では、現在の計画堤防高は高潮・高波で設定しており、且つ現在の設計津波高（L1）に将来の海面上昇量を加えた高さが現行の計画堤防高以下となることを確認している。</p> <p>また、鳥取沿岸と同様に海岸線が比較的真っすぐな高知県（土佐湾沿岸中央部）の先行事例を参考にすると、将来の津波高（L1）は現在の津波高（L1）に将来の海面上昇量を加算した程度に概ね収まっていることが確認されている。以上より、第1回技術検討会の指摘を踏まえ、防護水準を検討している現時点においては、津波シミュレーションは実施しないこととする。ただし、今後、護岸や港湾・漁港施設等の詳細な検討・設計を行う際には、必要に応じて、津波シミュレーションを実施していく。</p> <p>※第1回技術検討会からの変更点</p>	17頁～

■第1回技術検討委員会における主な意見と対応

番号	意見	対応（案）	参照
④ 議事3： 海岸侵食	波浪推算の過程において、波向きの変化などが判明してくると思われる。海岸侵食においては、Bruun則による汀線後退量だけではなく、将来の波向きも考慮した分析などをお願いしたい。	第1回技術検討会で提示したBruun則による海面上昇を考慮した汀線後退量の算出を代表海岸で実施する。加えて、第1回技術検討会の指摘を踏まえ、波浪推算の過程における波向きの変化などを整理するなどして、将来の波向き変化等を考慮した検討を引き続き実施していく。	-
⑤ 議事4： 潮位偏差の 推算方法	鳥取沿岸では台風の最接近から遅れて、高潮位が観測されている。将来の潮位偏差を推算するにあたり、パラメトリック台風モデル（A-1）ではそのタイムラグを上手くモデルへ反映できないと考えており、領域気象モデルを用いた力学的計算（A-2）などによる推算が必要と思われる。	鳥取沿岸の特性（台風の最接近から遅れて高潮が発生すること）を踏まえ、第1回技術検討会で提示した「 <u>パラメトリック台風モデル（A-1）</u> 」から、「 <u>領域気象モデル台風（d4PDF5kmメッシュ）（B-1）</u> 」による方法へ変更する。 なお、d4PDF5kmメッシュデータを用いた変更後の方法による将来予測を試行した結果、コリオリ力を適切に考慮することで潮位偏差の遅れという鳥取沿岸の特性を概ね表現できることを確認しており、今後、再現検証を踏まえたモデルの構築を行ったうえで、将来予測を実施していく。 ※第1回技術検討会からの変更点	21頁～
⑥ 報告事項	鳥取沿岸の潮位は、冬場は低く、夏場は高い特徴がある。現行の朔望平均満潮位は、年平均値を採用しており、冬場では過大に、夏場では過小となっている。将来の台風の強大化を見据えると夏場が更に厳しい状況となる可能性がある。	【継続検討】 ご指摘を踏まえ、今後、気候変動を踏まえた計画外力の検討を行うとともに、設計高潮位を適切に設定していく。 ※第3～4回技術検討会で報告・審議を予定	-

■第1回技術検討委員会からの変更点

番号	対応（案）	参照
⑦ 議事5： 波浪の推算 方法	アンサンブルデータに基づく確率評価を適切に表現するため、将来予測に用いるデータを第1回技術検討会で提示したd4PDF60kmメッシュの1メンバから、d4PDF5kmメッシュの全（12）メンバへ変更する。 なお、その他の検討方法については、第1回技術検討会で提示したものを採用する。 ※第1回技術検討会からの変更点	21頁～

波浪観測方法の変遷及び変化傾向について

波浪観測方法の変遷及び変化傾向について

【第1回技術検討会で頂いた意見】

➤ 波浪の観測値は、観測した年代によって観測間隔や観測方法が異なっている。その辺りも整理したうえで、波浪の変化傾向を確認したほうが良い。



鳥取県周辺の波浪観測所の位置

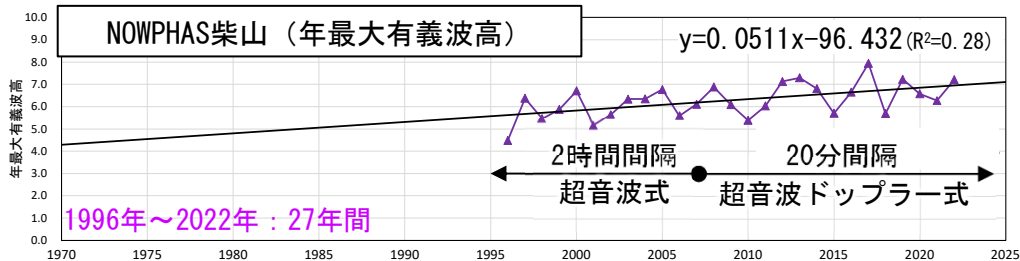
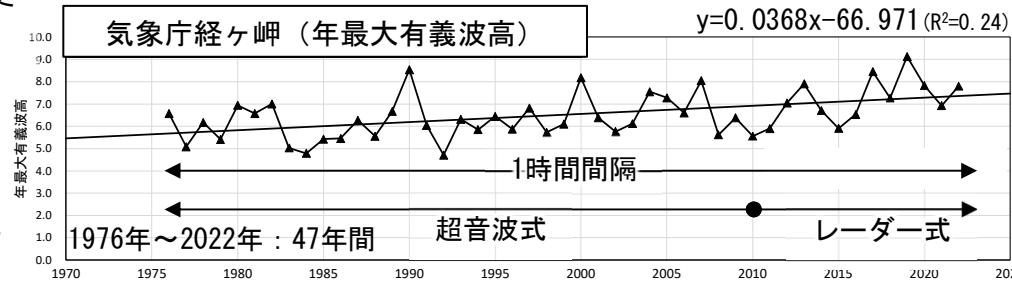
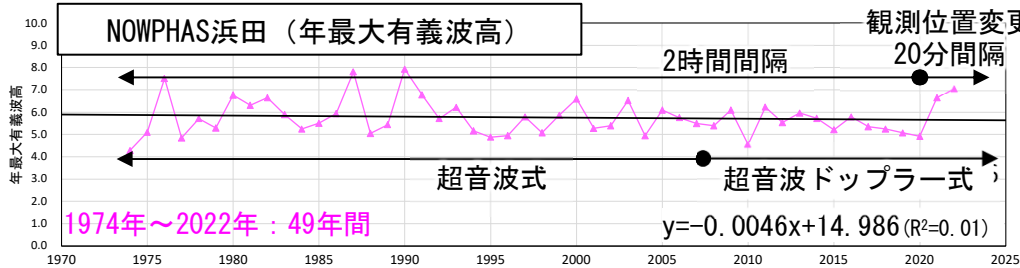
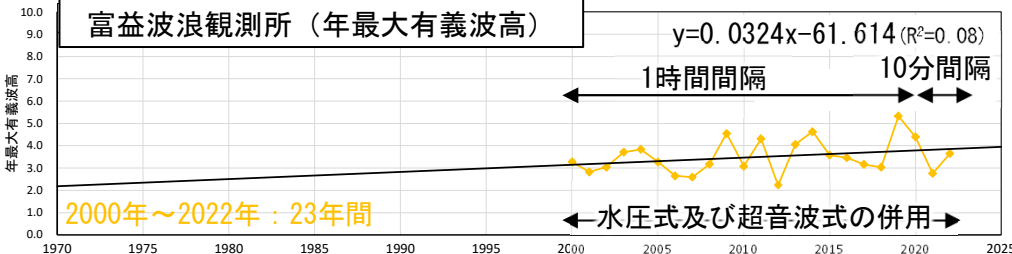
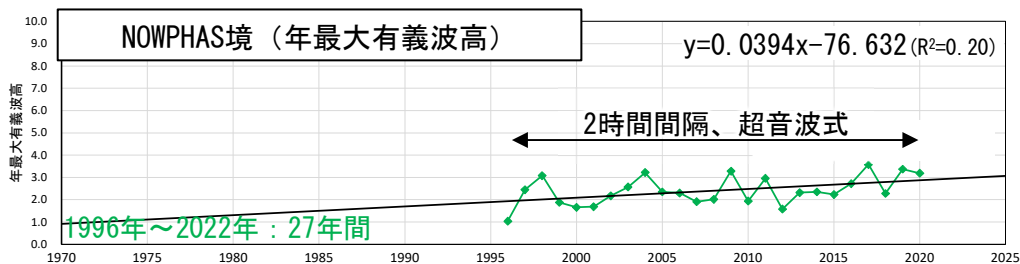
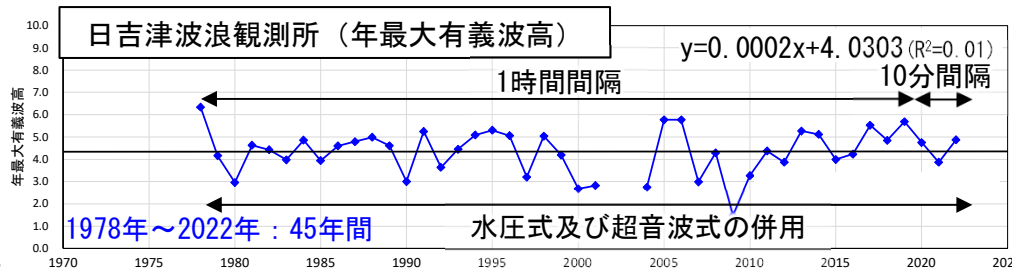
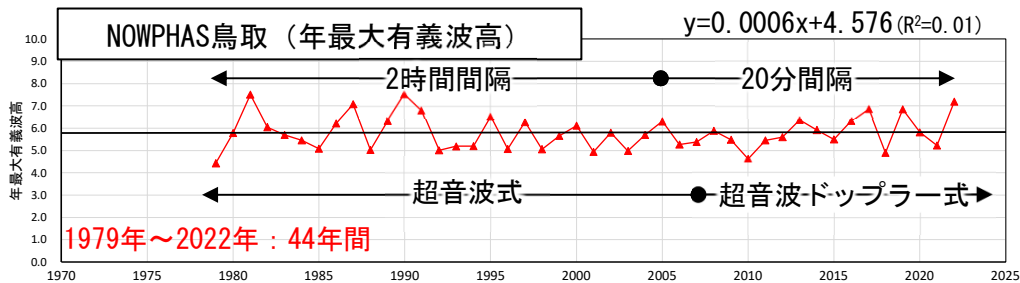
鳥取県周辺の波浪観測所一覧

機関	波浪観測場所	観測期間	観測間隔	観測方法
港湾局	鳥取港	1979年～2022年	～2005：2時間間隔 2005～：20分間隔	～2007：超音波式波高計 2007～：超音波ドップラー式波浪計
	柴山港	1996年～2022年	～2007：2時間間隔 2007～：20分間隔	～2007：超音波式波高計 2007～：超音波ドップラー式波浪計
	浜田港	1974年～2022年	～2021：2時間間隔 2021～：20分間隔 2020：観測位置の変更	～2007：超音波式波高計 2007～：超音波ドップラー式波浪計
	境	1996年～2020年	2時間間隔で観測	超音波式波高計
水管理・ 国土保全局	日吉津	1972年～2022年	～2020：1時間間隔 2021～：10分間隔 1995年から時系列データ存在	水圧式及び超音波式波高計の併用
	富益	2000年～2022年	～2020：1時間間隔 2021～：10分間隔	水圧式及び超音波式波高計の併用
気象庁	経ヶ岬	1976年～2022年	1時間間隔で観測	～2010：超音波式波高計 2010～：レーダー式波高計

※NOWPHAS境は、現時点で2020年までデータ収集可能

波浪観測方法の変遷及び変化傾向について

- ▶ 観測間隔や観測方法の変更に伴う傾向の大きな変化は見られない。
- ▶ 年最大有義波高は、年度ごとに変動はあるものの、概ね横ばいまたは緩やかな上昇傾向となっている。



年最大有義波高の経年変化

議事 1 : 将来の海面上昇量について

【第1回技術検討会で頂いた意見】

- 海面上昇量について、仮に年変動や将来予測が大きくても、全国的に見れば2℃上昇の平均値を採用している自治体が多い。2℃上昇の上限值を採用するにあたっては、海面上昇量の平均値を上回る理由の更なる整理が必要である。
- 海面上昇の将来予測は、過去の潮位観測結果を参考に設定されているが、観測基準面の標高補正が十分実施されておらず、潮位観測結果に地盤変動の影響が内在している可能性がある。潮位観測結果と電子基準点のデータを時系列で比較するなどして、観測基準面の補正が十分行われていることが確認されれば、上限値を採用する理由になると考えられる。

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

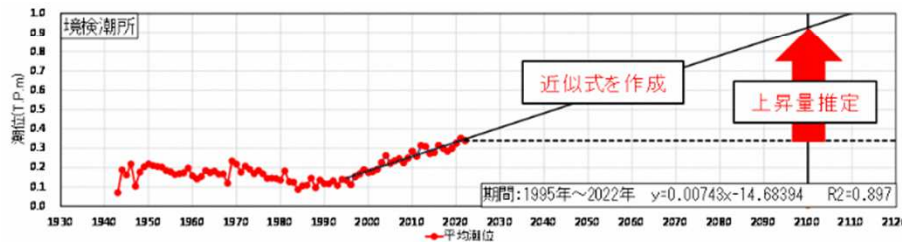
第1回技術検討会資料再掲

45

■ 将来予測される平均海面水位の上昇量の設定（観測結果からの推定）

- 各検潮所の観測結果を基に線形近似を作成し、将来予測される平均海面上昇量を推定した。推定期間によって推定海面上昇量が異なるため、IPCC第6次評価報告書の算出開始時点を変更して、線形近似を各20ケース※1、2作成した。
- 2100年時点で、各検潮所における海面上昇量（平均値）は、35～55cm程度が想定される。

※1 IPCC第6次評価報告書では1995年～2014年の平均海面水位を基準に海面上昇量を予測していることから、それぞれの期間を踏まえ、各20ケースの線形近似を作成
 ※2 線形近似より、推定した上昇量について、上限値・平均値・下限値を算定



将来予測される平均海面上昇量の推定イメージ

線形近似による推定期間（IPCC第6次評価報告書基準）

No	期間(年)	No	期間(年)
1	1995～2022	11	2005～2022
2	1996～2022	12	2006～2022
3	1997～2022	13	2007～2022
4	1998～2022	14	2008～2022
5	1999～2022	15	2009～2022
6	2000～2022	16	2010～2022
7	2001～2022	17	2011～2022
8	2002～2022	18	2012～2022
9	2003～2022	19	2013～2022
10	2004～2022	20	2014～2022

観測結果からの推定した将来予測される海面上昇量

		上昇量(cm)			備考 (上昇速度)	No
		2050年	2075年	2100年		
境	上限	+23cm	+44cm	+65cm	+8.4mm/年	20
	平均	+17cm	+33cm	+48cm	+6.2mm/年	-
	下限	+12cm	+22cm	+33cm	+4.2mm/年	18
田後	上限	+26cm	+49cm	+72cm	+9.3mm/年	20
	平均	+20cm	+38cm	+55cm	+7.1mm/年	-
	下限	+15cm	+29cm	+43cm	+5.5mm/年	1
浜田	上限	+28cm	+53cm	+77cm	+9.9mm/年	20
	平均	+18cm	+34cm	+50cm	+6.4mm/年	-
	下限	+13cm	+25cm	+37cm	+4.7mm/年	3
西郷	上限	+22cm	+42cm	+61cm	+7.9mm/年	20
	平均	+17cm	+32cm	+47cm	+6.1mm/年	-
	下限	+14cm	+26cm	+38cm	+4.9mm/年	4
舞鶴	上限	+17cm	+33cm	+48cm	+6.2mm/年	20
	平均	+12cm	+24cm	+35cm	+4.4mm/年	-
	下限	+8cm	+15cm	+22cm	+2.9mm/年	18

※左表の期間別に海面上昇速度を算出し、2023年を起点として将来予測を行ったもの。
 ※近年の上昇速度が大きいことから、上限値には直近のNo.20が位置している。

【第1回技術検討会で頂いた意見】

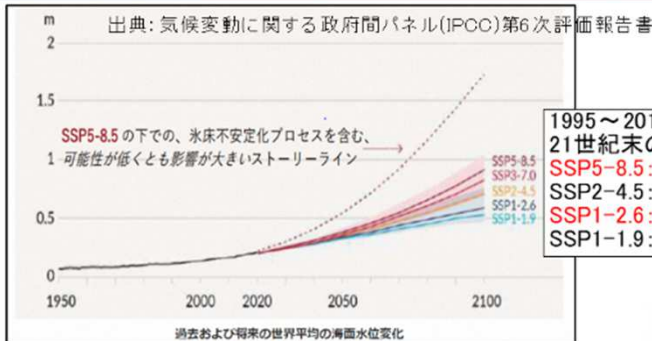
- 海面上昇量について、仮に年変動や将来予測が大きくても、全国的に見れば2℃上昇の平均値を採用している自治体が多い。2℃上昇の上限値を採用するにあたっては、海面上昇量の平均値を上回る理由の更なる整理が必要である。
- 海面上昇の将来予測は、過去の潮位観測結果を参考に設定されているが、観測基準面の標高補正が十分実施されておらず、潮位観測結果に地盤変動の影響が内在している可能性がある。潮位観測結果と電子基準点のデータを時系列で比較するなどして、観測基準面の補正が十分行われていることが確認できれば、上限値を採用する理由になると考えられる。

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

第1回技術検討会資料再掲 46

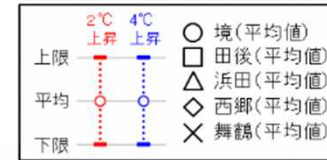
■ 将来予測される平均海面水位の上昇量の設定(IPCC第6次評価報告書)

- 「IPCC第6次評価報告書」の世界の平均海面上昇量の平均値は、0.47m(2℃上昇シナリオ)、0.82m(4℃上昇シナリオ)と予測されている。
- 舞鶴検潮所を除き、観測結果から推定した海面上昇量の平均値は、概ね2℃上昇シナリオの上限値と同程度の海面上昇量となっていることから、海面上昇量はIPCC第6次評価報告書の2℃上昇シナリオの上限値で設定する。



1995年～2014年の平均海面水位を基準とした21世紀末の世界の海面上昇量

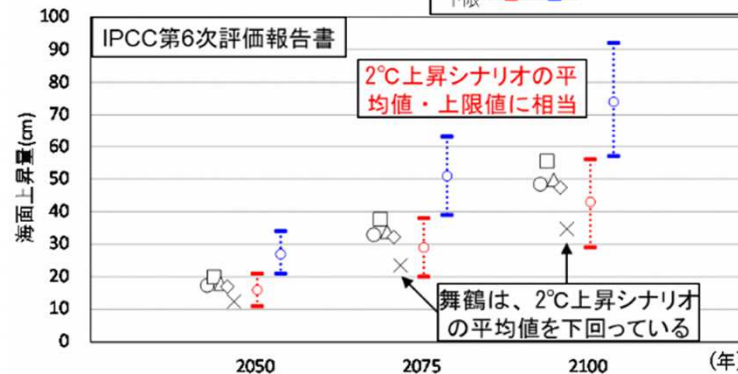
1995～2014年の平均海面を基準とした21世紀末の世界の海面上昇量
 SSP5-8.5:0.63～1.01m(平均値:0.82m)
 SSP2-4.5:0.44～0.76m(平均値:0.60m)
 SSP1-2.6:0.32～0.62m(平均値:0.47m)
 SSP1-1.9:0.28～0.55m(平均値:0.42m)



海面上昇量の推定

		上昇量(cm)			備考 (上昇速度)
		2050年	2075年	2100年	
2℃上昇 (SSP1-2.6)	上限	+21cm	+38cm	+56cm(※1)	+7.1mm/年
	平均	+16cm	+29cm	+43cm	+5.4mm/年
	下限	+11cm	+20cm	+29cm	+3.7mm/年
4℃上昇 (SSP5-8.5)	上限	+34cm	+63cm	+92cm	+11.6mm/年
	平均	+27cm	+51cm	+74cm	+9.4mm/年
	下限	+21cm	+39cm	+57cm	+7.2mm/年

※ IPCC第6次評価報告書の数値を2014～2100年の87年間の上昇量とし、1年あたりの上昇量を算定したうえで、2022年を基準とした海面上昇量を掲載
 ※1 56cm=0.62m/(2100-2014)×(2100-2022)
 0.62mはSSP1-2.6の上限値

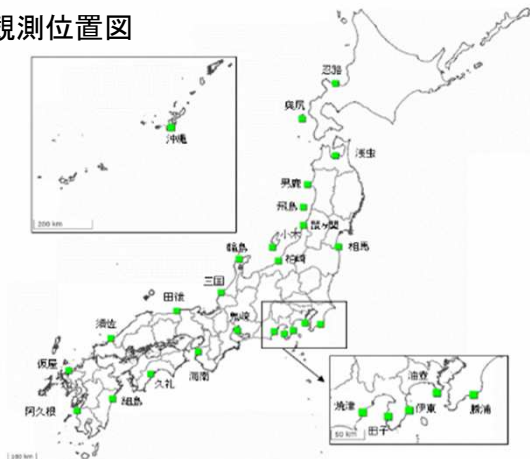


観測結果からの推定した将来予測される海面上昇量とIPCC第6次評価報告書の予測値との比較
 ※ 95%信頼区間の上限値または下限値を記載

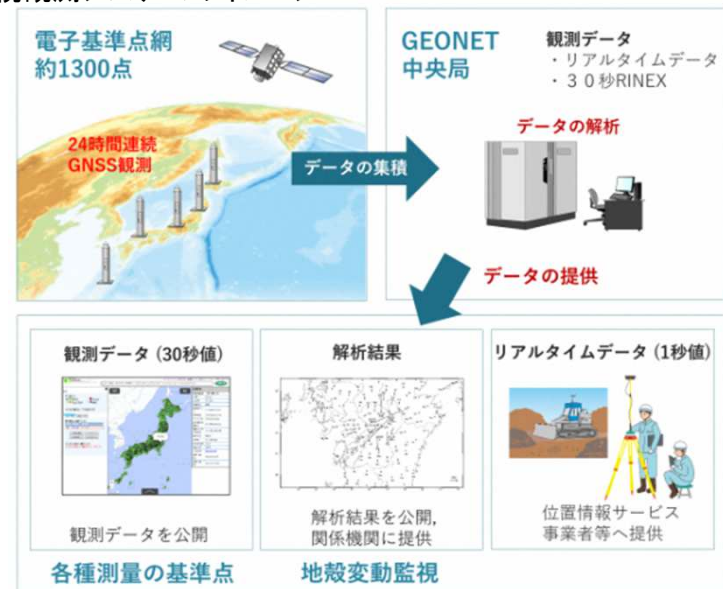
気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（海面上昇量）

- ▶ 国土地理院の検潮所では、2002年から検潮場に取り付けたGNSS連続観測点の日々の座標値（F5解）を用いて、検潮所の地盤変動を補正し、さらに気圧補正、潮汐補正を行った絶対的潮位データを作成し、日本周辺の海面変動トレンドを算出している。
- ▶ 地盤変動補正後のデータが公開されている2004～2022年のデータを整理した。

観測位置図



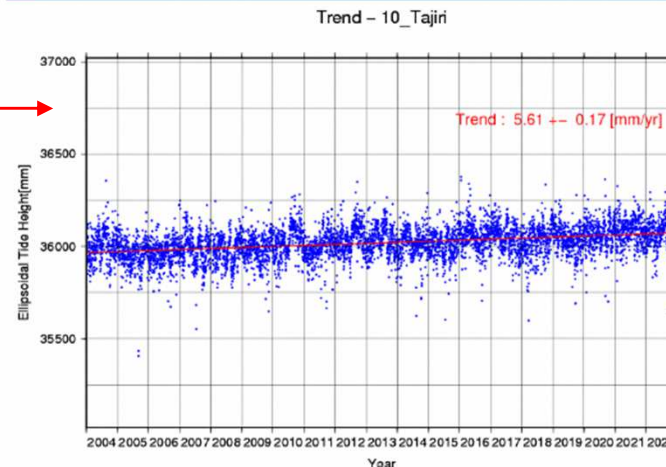
GNSS連続観測システムのイメージ



GNSS連続観測点日々の座標値（F5解）と潮位データから求めた海面変動
(期間:2004年1月～2022年12月)

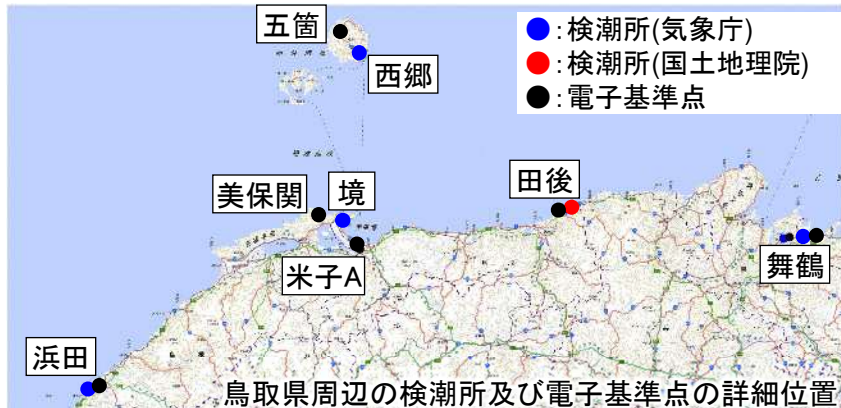
番号	観測場名	所在地	北緯	東経	海面変動トレンド (mm/yr)	標準偏差 (mm/yr)
1	浦佐	神奈川県三浦市三崎町	35°10'	139°37'	7.37	0.13
2	浦島	宮崎県日向市湯島町	32°26'	131°40'	4.11	0.14
3	磯島	石川県輪島市磯島町	37°24'	136°54'	4.06	0.18
4	磯路	北海道小樽市磯路	43°13'	140°52'	3.08	0.12
5	海濱	和歌山県海南市海浜	34°09'	135°12'	6.21	0.18
6	浜中	香川県香川県市浜中	40°54'	140°52'	3.86	0.11
7	磯崎	山形県鶴岡市磯崎	38°34'	139°33'	4.38	0.16
8	佐崎	新潟県柏崎市佐崎	37°21'	138°31'	4.52	0.18
9	磯崎	宮城県栗原市磯崎	38°55'	143°05'	10.15	0.20
10	田後	鳥取県岩美郡岩美町田後	35°36'	134°19'	5.61	0.17
11	田後	鳥取県岩美郡岩美町田後	35°36'	134°19'	5.61	0.17
12	三国	福井県坂井市三国町	36°15'	136°09'	1.33	0.20
13	久礼	高知県高岡郡中土佐町久礼	33°20'	133°15'	5.71	0.17
14	易原	林田県男鹿市戸賀堤浜	39°57'	139°42'	4.20	0.16
15	阿久根	鹿児島県阿久根市波留	32°01'	130°11'	5.36	0.13
16	浦佐	山口県萩市浦佐	34°38'	131°36'	4.88	0.14
17	原屋	佐賀県基山郡玄海町原屋	33°28'	129°51'	4.34	0.12
18	相馬	福島県相馬市原差	37°50'	140°58'	4.71	0.09
19	津屋	静岡県伊東市津屋	34°54'	139°08'	7.40	0.14
20	小生	新潟県佐渡市小生町	37°49'	138°17'	3.02	0.13
21	津屋	沖縄県南城市知念安福寺	26°11'	127°49'	2.62	0.13
22	田子	静岡県浜岡郡西伊豆町田子	34°48'	138°46'	10.21	0.17
23	津屋	静岡県浜岡郡津屋中港	34°52'	138°20'	7.56	0.18
24	津屋	北海道虻田郡虻田町津屋	42°05'	139°29'	4.29	0.12
25	飛島	山形県酒田市飛島	39°11'	139°33'	4.18	0.13

地盤上下変動を補正した海面水位変化(田後観潮場)

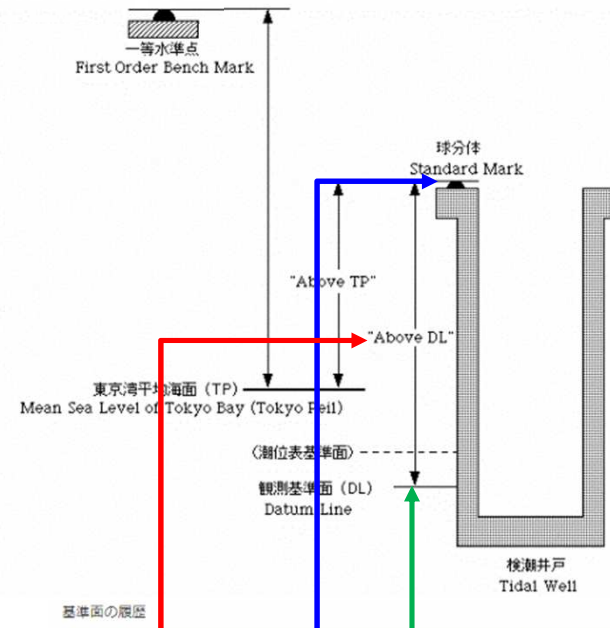


気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（海面上昇量）

- 気象庁の検潮所は、定期的に基準標高の見直しが行われている。
- 国土地理院で地盤変動補正後のデータが公開されている2004～2022年を対象に、境検潮所（気象庁）のデータを整理した。



気象庁検潮所の観測方法



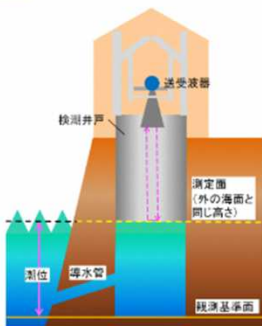
■一等水準点 (出典: 国土地理院)
主に主要国道沿いに約2キロメートルに設置され、標石または金属標のもの。



番号	観測地点名	所管機関名	観測の方式
1	浜田	気象庁	電波式
2	西郷	気象庁	電波式
3	境	気象庁	電波式
4	田後	国土地理院	フロート式
5	舞鶴	気象庁	電波式

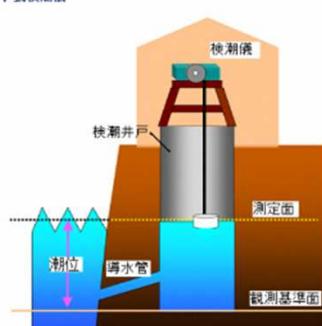
観測地点における観測方法

電波式検潮儀



電波式検潮儀の模式図

フロート式検潮儀



フロート式検潮儀の模式図

出典: 気象庁HP

期間	球分体の高さ (センチ)		観測基準面の標高 (センチ)	備考
	観測基準面 (DL) 上	標高上		
1924-	-	-	-	
1931.10.20-	-	-	-	検潮所移設 DL=井戸側基準点下374.1センチ
1933-	-	-	-	DL=器城零点下373.0センチ
1943-	277.0	159.1	-117.9	DL=器城零点下373.0センチ
1950-	277.0	159.0	-118.0	
1950.07-	277.0	161.9	-115.1	
1958-	277.0	162.8	-114.2	
2003-	329.9	214.0	-115.9	基本水準点成果の2000年度平均成果への改定
2004-	329.9	215.0	-114.9	
2008-	329.9	214.9	-115.0	
2012-	329.9	215.2	-114.7	
2015-	329.9	215.8	-114.1	
2016-	329.9	214.3	-115.6	
2021-	329.9	214.9	-115.0	

出典: 気象庁HP

- ▶ 地盤変動の影響を除いた国土地理院の検潮所（鳥取沿岸の田後）及び同期間で整理した気象庁の検潮所（境）では、海面上昇のトレンドは、概ねIPCC6次評価報告書における2°C上昇シナリオの平均値程度であった。
- ▶ このことから、**2°C上昇シナリオの平均値を採用することへ変更**したい。

観測位置図



海面上昇量の推定

		上昇量 (cm)			備考 (上昇速度)		
		2050年	2075年	2100年			
観測データ	国土地理院	須佐	+13.7cm	+25.9cm	+38.0cm	+4.88mm/年	
		田後	+15.7cm	+29.7cm	+43.8cm(※1)	+5.61mm/年	
		三国	+3.7cm	+7.0cm	+10.4cm	+1.33mm/年	
IPCC6次レポート(※3)	気象庁(※2)	境	+16.0cm	+30.4cm	+44.7cm	+5.73mm/年	
		2°C上昇 (SSP1-2.6)	上限	+21cm	+38cm	+56cm	+7.1mm/年
			平均	+16cm	+29cm	+43cm	+5.4mm/年
下限	+11cm		+20cm	+29cm	+3.7mm/年		
	4°C上昇 (SSP5-8.5)	上限	+34cm	+63cm	+92cm	+11.6mm/年	
		平均	+27cm	+51cm	+74cm	+9.4mm/年	
		下限	+21cm	+39cm	+57cm	+7.2mm/年	

※1 鳥取沿岸における地盤変動・気圧・潮汐補正を実施した2100年における海面変動量
(計算例) 田後検潮所：5.61mm/年 × (2100-2022)=43.8cm

※2 国土地理院の推計に用いた観測期間（2004年～2022年）と同じ期間で、上昇速度を算出し、将来推計を実施

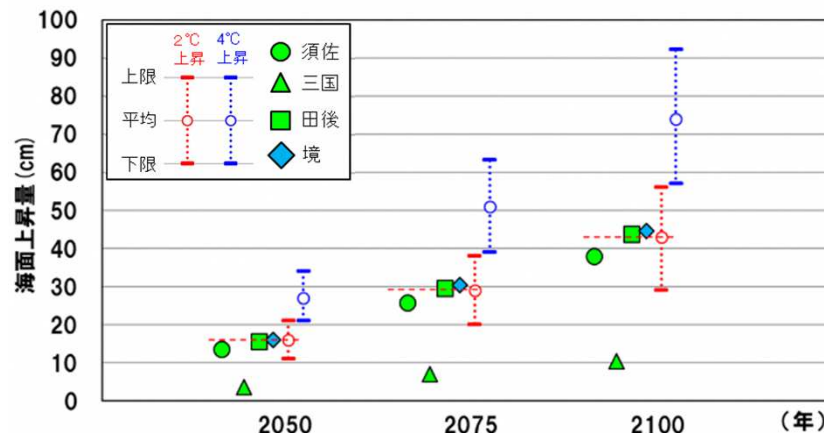
※3 IPCC第6次評価報告書の数値を2014～2100年の87年間の上昇量とし、1年あたりの上昇量を算定したうえで、2022年を基準とした海面上昇量を掲載

GNSS連続観測点日々の座標値(F5解)と潮位データから求めた海面変動

(期間:2004年1月～2022年12月)

番号	観測場名	所在地	北緯	東経	海面変動トレンド (mm/yr)	標準偏差 (mm/yr)
10	田後	鳥取県岩美郡岩美町田後	35°36'	134°19'	5.61	0.17
12	三国	福井県坂井市三国町	36°15'	136°09'	1.33	0.20
16	須佐	山口県萩市須佐	34°38'	131°36'	4.88	0.14

出典:国土地理院HP



観測結果からの推定した将来予測される海面上昇量とIPCC第6次評価報告書の予測値との比較

▶ IPCC第6次評価報告書における2°C上昇シナリオの平均値を用いて、最新の朔望平均満潮位（2018～2022年の近5年の平均値）に目標とする年までの平均海面上昇量を加えて、将来気候下における朔望平均満潮位を設定する。

第1回技術検討会提示 2022年を基準とした2050年、2075年、2100年の海面上昇量と朔望平均満潮位の設定

検潮所		朔望平均満潮位 2018～2022年 平均値	2022年を基準とした海面上昇量※ (IPCC第6次評価報告書)			将来気候下における 朔望平均満潮位		
			2050年	2075年	2100年	2050年	2075年	2100年
鳥取県	境	0.558m	+21cm	+38cm	+56cm	0.768m	0.938m	1.118m
	田後	0.566m				0.776m	0.946m	1.126m

変更(案)

検潮所		朔望平均満潮位 1993～2022年 平均値	2022年を基準とした海面上昇量※ (IPCC第6次評価報告書)			将来気候下における 朔望平均満潮位		
			2050年	2075年	2100年	2050年	2075年	2100年
鳥取県	境	0.558m	+16cm	+29cm	+43cm	0.718m	0.848m	0.988m
	田後	0.566m				0.726m	0.856m	0.996m

※ IPCC第6次評価報告書の数値を2014～2100年の87年間の上昇量とし、1年あたりの上昇量を算定したうえで、2022年を基準とした海面上昇量を掲載

議事 2 : 津波の検討方針について

【第1回技術検討会で頂いた意見】

- 津波の検討において、津波高さが防護水準に与える影響を検討するのであれば、過去の計算結果に将来の海面上昇量を加算する方法でおおよそ把握できる。鳥取県の場合、堤防高は高潮・高波から設定されていることや津波の浸水計算を今回は実施しないことなどからも、津波ではなく高潮計算に注力したほうが良い。

鳥取県の海岸の概要

第1回技術検討会資料再掲

15

■ 現行の防護水準

- 鳥取沿岸海岸保全基本計画 (R2. 3) では、防護水準を以下の通り定めている。
- 鳥取沿岸の堤防高は、津波ではなく、**高潮・高波に対する必要高から設定**されている。

・海岸侵食に対する防護水準

海岸侵食の防護水準は、現況の汀線を基本とし海岸線を保全し維持する。

・高潮・波浪に対する防護水準

高潮の防護水準は、既往最大潮位とし、家屋等の浸水被害を防ぐ。
波浪の防護水準は、50年確率波とし、越波被害から生命・財産を守る。

・津波に対する防護水準

比較的発生頻度の高い津波 (L1 津波) を防護の水準とする。

ゾーン毎の計画堤防高、背後地盤高

ゾーン	計画堤防高 又は背後地盤高	侵食	津波 (L1 津波) 日本海中部地震
岩美ゾーン	T.P.+4.50~8.50m	現状の汀線維持 もしくは 必要に応じた汀線の回復	T.P.+2.20m
千代川周辺ゾーン			T.P.+2.60m
長尾鼻ゾーン			T.P.+2.80m
天神川周辺ゾーン			T.P.+2.80m
大山ゾーン			T.P.+3.20m
日野川周辺ゾーン	T.P.+2.90~4.50m		T.P.+2.50m

出典: 鳥取沿岸海岸保全基本計画 鳥取県 令和2年3月

鳥取沿岸では、現在の計画堤防高は高潮・高波で設定されており、L1津波水位より高いこと、また、高知県の例（第3回技術検討会）を参考にすると、津波水位の上昇量は、概ね海面上昇量程度に収まっていることから、現時点では津波シミュレーションは実施しない（今後必要があれば実施していく）。

気候変動を踏まえた津波水位の検討方法

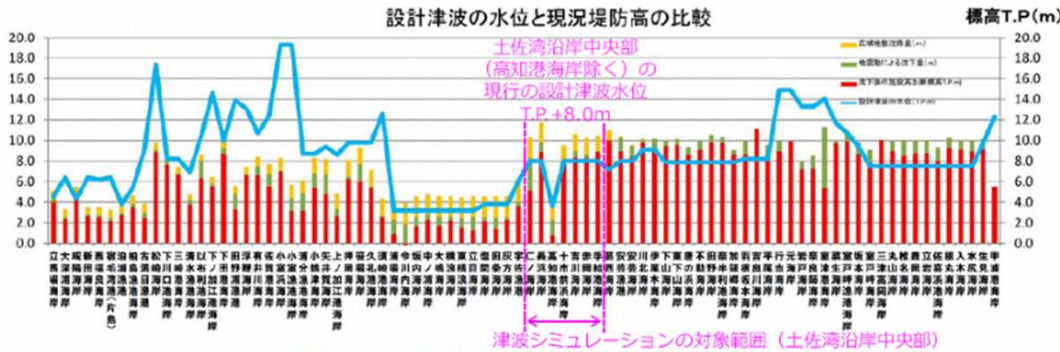
第2回検討会資料に加筆

- 土佐湾沿岸中央部※1を対象に、平均海面水位の上昇を考慮した津波シミュレーションを実施した。
- 検討方法は現行の設計津波水位の設定方法に準拠したうえで、初期潮位条件として既往の期望平均満潮位※2に、2100年に予測される平均海面水位の上昇量を加えた、期望平均満潮位(T.P.+1.30m)※3を設定した。

現行の設計津波水位



項目	解析条件（現行計画に準拠）
支配方程式	非線形長波方程式
計算格子間隔	波源域から沿岸まで 2,430m→810m→270m→90m→30m→10m
海底地形条件	2012年内閣府公表データ
計算時間	6時間（時間間隔:0.1秒）
堤防条件	現況の海岸堤防の位置において津波浸入を防ぐ境界条件を設定
初期潮位	現行の設計津波水位の設定に用いられた既往の期望平均満潮位※2に、2100年に予測される2°C上昇時の平均海面水位の上昇量を考慮した期望平均満潮位※3を設定
対象津波	2003年中央防災会議公表の東南海・南海地震運動※4



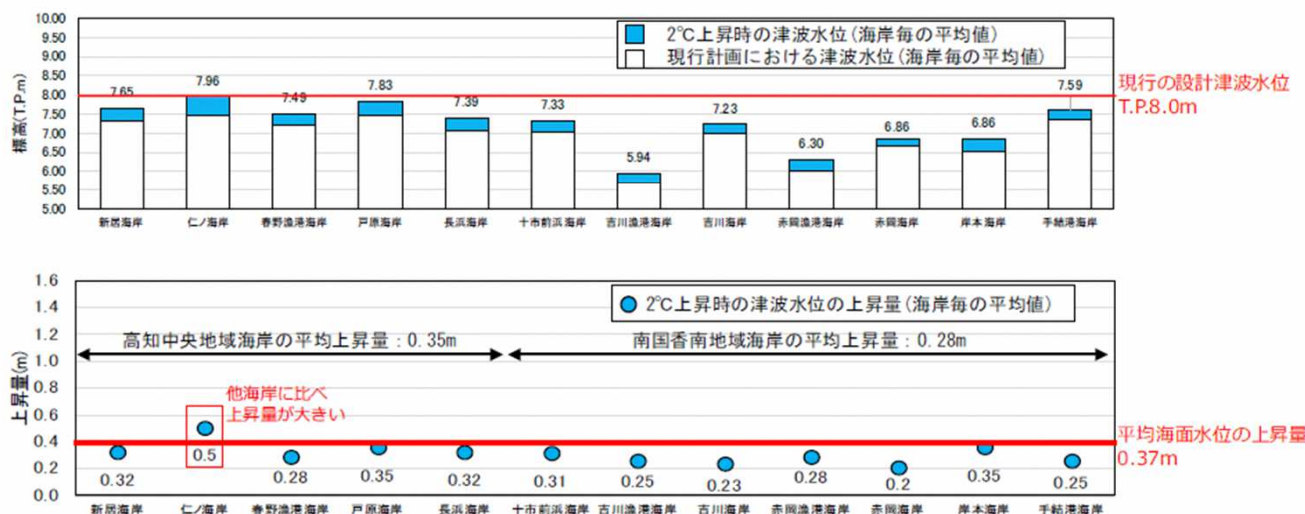
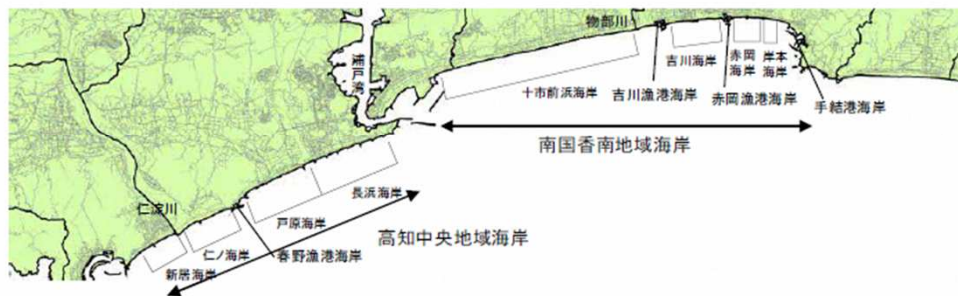
- ※1: 高知中央地域海岸(新居海岸～長浜海岸)と南国香南地域海岸(十市前浜海岸～手結港海岸)を対象
- ※2: 高知検潮所の期望平均満潮位の10ヶ年(2002～2011)の平均値(T.P.0.93m)
- ※3: 第1回検討会で設定した2100年時点の期望平均満潮位(第1回検討会資料-5 P3参照)
- ※4: 現行計画では東南海・南海地震運動と東海・東南海・南海地震運動のうち津波水位が高い方を設定しており、対象範囲については東南海・南海地震運動を採用

出典:「第3回 高知県地震・津波防災技術検討委員会(平成25年11月1日開催)
 資料3 設計津波の水位の設定結果と海岸・河川堤防の今後の整備について p.2」

- 鳥取沿岸では、現在の計画堤防高は高潮・高波で設定されており、L1津波水位より高いこと、また、高知県の例（第3回技術検討会）を参考にすると、津波水位の上昇量は、概ね海面上昇量程度に収まっていることから、現時点では津波シミュレーションは実施しない（今後必要があれば実施していく）。

気候変動を踏まえた津波水位の検討結果

■ 2°C上昇時の津波水位の上昇量(海岸毎の平均値)は、平均海面水位の上昇量と同程度であり、現行の設計津波水位を下回る。(ただし、局所的には上昇量が大きい箇所もある。)



議事4：潮偏差の検討方針について
議事5：波浪の検討方針について

- 【第1回技術検討会で提示した方法からの見直し】
- 鳥取沿岸の特徴（台風の最接近から遅れて高潮が発生すること）を踏まえ、第1回検討会で提示した検討方法を見直し。
 - 使用する潮位偏差の長期変化量の推算方法は、不特定多数の台風を対象とする「領域気候モデル台風（d4PDF5kmメッシュ）（B-1）」へ変更。（第1回検討会では、想定台風を対象とする「パラメトリック台風モデル（A-1）」を提案）

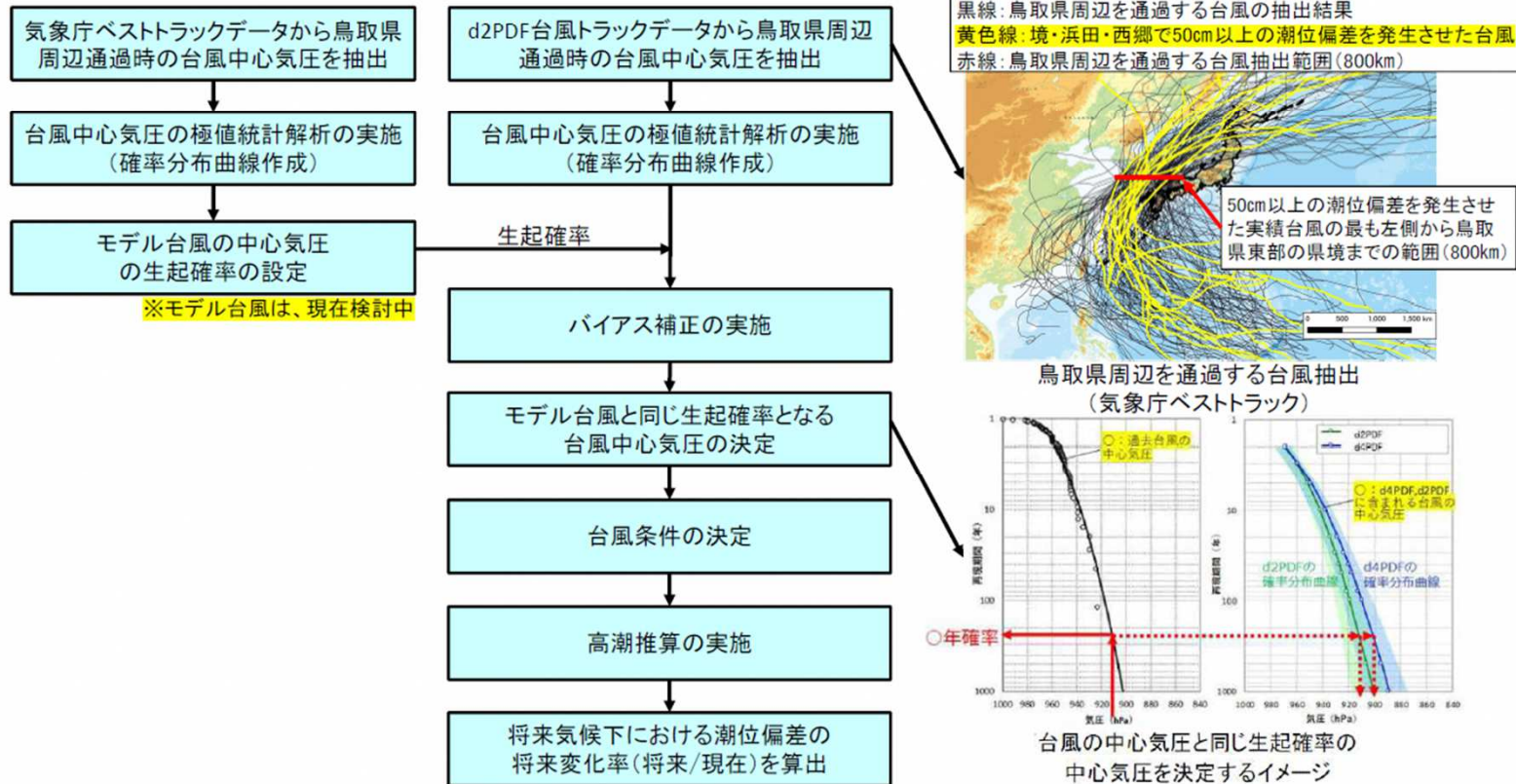
気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

第1回技術検討会資料再掲

50

■気候変動を踏まえた潮位偏差の設定に向けた検討方針

- 将来気候下において、設定するモデル台風と同等の生起確率となる台風中心気圧を設定し、現在気候と将来気候の高潮推算を実施する。高潮推算結果から潮位偏差の将来変化率(将来/現在)を整理し、現在の潮位偏差に将来変化率を乗じて将来気候下における潮位偏差を算出する。



出典: 第1回気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 資料(令和5年3月)

■気候変動を踏まえた高潮(潮位偏差)の検討方法の比較

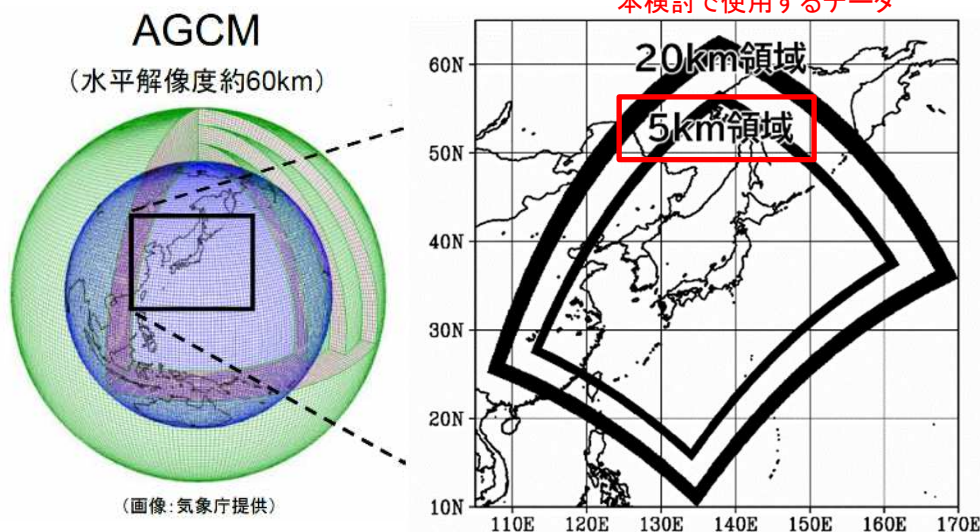
手法	考え方	メリット	デメリット	備考
A-1	パラメトリック台風モデル ・Myersモデル(経験的台風モデル) ・想定台風(一般には現行計画の設定根拠となる実績台風)を対象に、d4PDFより将来気候下での台風の中心気圧(低下量)を設定し、潮位偏差(将来変化率)を推算	・全国的に適用事例が多く、比較的簡単に検討が可能。	・鳥取沿岸で発生する台風通過後の潮位偏差のタイムラグを再現できない。 ・台風以外には適用できない。 ・台風経路の変化は考慮できない(中心気圧の将来変化のみ)。 ・確率評価が困難。	・第1回検討会の提示案 ・事例: 島根県など(全国多数)
A-2	領域気象モデルを用いた力学的計算 ・WRF等 ・d4PDFより将来の気候場の変化を設定し、疑似温暖化実験を行う	・将来の気候場を考慮した詳細な検討が可能。 ・潮位偏差のタイムラグを再現可能と想定される。	・全国的に実務での事例がなく、条件設定等の詳細が不明。 ・計算負荷が大きく、モデル構築も含めて検討に長期間を要す。 ・実績やd4PDFの台風と異なる結果になる可能性がある(モデル調整が難しい)。 ・確率評価が困難。	
B-1	全球気候モデル台風 ・d4PDF(60km)の気圧・風場を直接使用し、高潮シミュレーションを行い、潮位偏差(将来変化率)を推算	・将来の気候場を考慮した詳細な検討が可能。 ・潮位偏差のタイムラグを再現可能と想定される。 ・確率評価が可能。	・解像度が粗い(ダウンスケールや内挿等の検討が必要)。 ・全台風の検討は困難(ケース数の絞り込み等が必要)。	・過去: 6000年、2°C: 3240年 ・事例: 北海道(波浪)など
B-1	全球気候モデル台風 ・気候解析データ(JRA-55等)の気圧・風場を用いて推算点の潮位偏差を再現可能な推定式を構築 ・d4PDF(60km)の気圧・風場を直接使用し、構築した推定式から、潮位偏差(将来変化率)を推算	・将来の気候場を考慮した詳細な検討が可能。 ・比較的簡単に検討が可能。 ・全台風の検討が可能。 ・確率評価が可能。	・潮位偏差のタイムラグを再現可能か不明(検討を実施してみなければ適用性が判断できず、手戻りが生じる恐れがある)。 ・全台風の検討には時間を要す。	・過去: 6000年、2°C: 3240年 ・事例: 石川海岸(中園ら、2023土木学会論文集B2)など
B-1 採用	領域気候モデル台風 ・d4PDF(5km)の気圧・風場を直接使用し、高潮シミュレーションを行い、潮位偏差(将来変化率)を推算	・将来の気候場を考慮した詳細な検討が可能。 ・潮位偏差のタイムラグを再現可能(試算結果より確認済)。 ・全台風の検討が可能。 ・確率評価が可能。	・データ容量が膨大で入手や処理に時間を要す。 ・全台風の検討には時間を要す。	・過去: 732年、2°C: 732年 ※d4PDF(60km)のダウンスケールデータ(60kmと同様に6つのSSTが使用されている)

■d4PDF(5kmメッシュデータ)の概要

- ▶ d4PDF(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)は、海面水温等の条件に応じた多数の数値実験結果(気圧・風速等)であり、現在気候に当たる過去実験、将来気候に当たる2°C上昇実験などが存在する。
- ▶ 本検討では、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)を使用する。

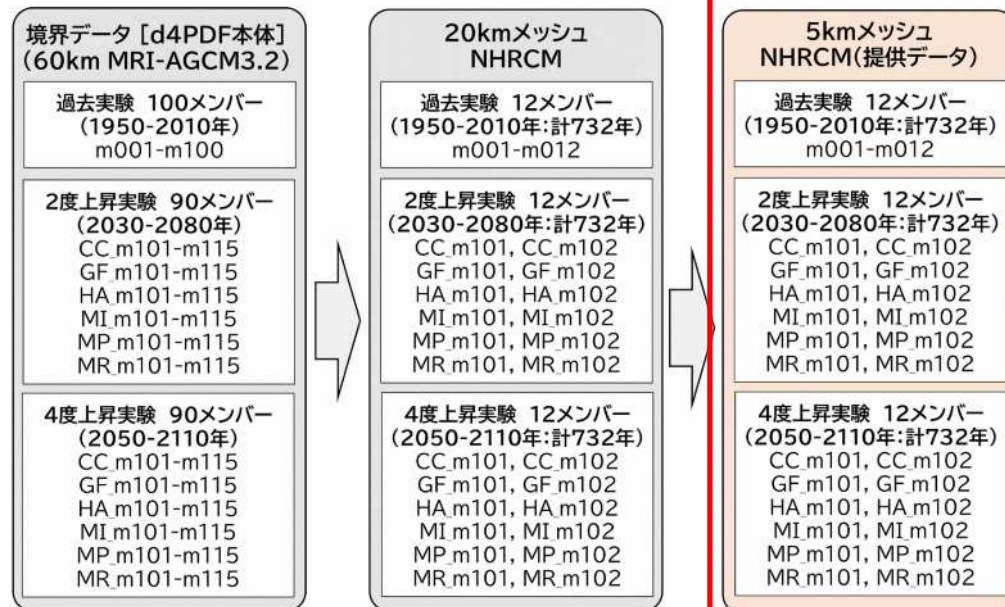
d4PDF(5kmメッシュデータ)の概要

- ◆ 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)^{※1} × 2摂動^{※2}
- ・4°C上昇実験: 732年 = 61年間 × 6モデル(SST)^{※1} × 2摂動^{※2}
(開始年は9月～終了年は12月まで)



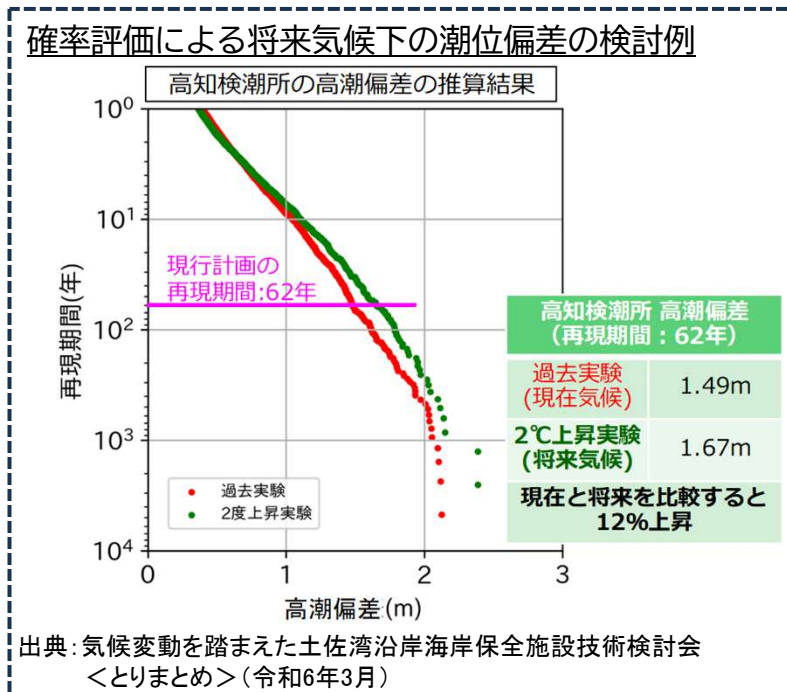
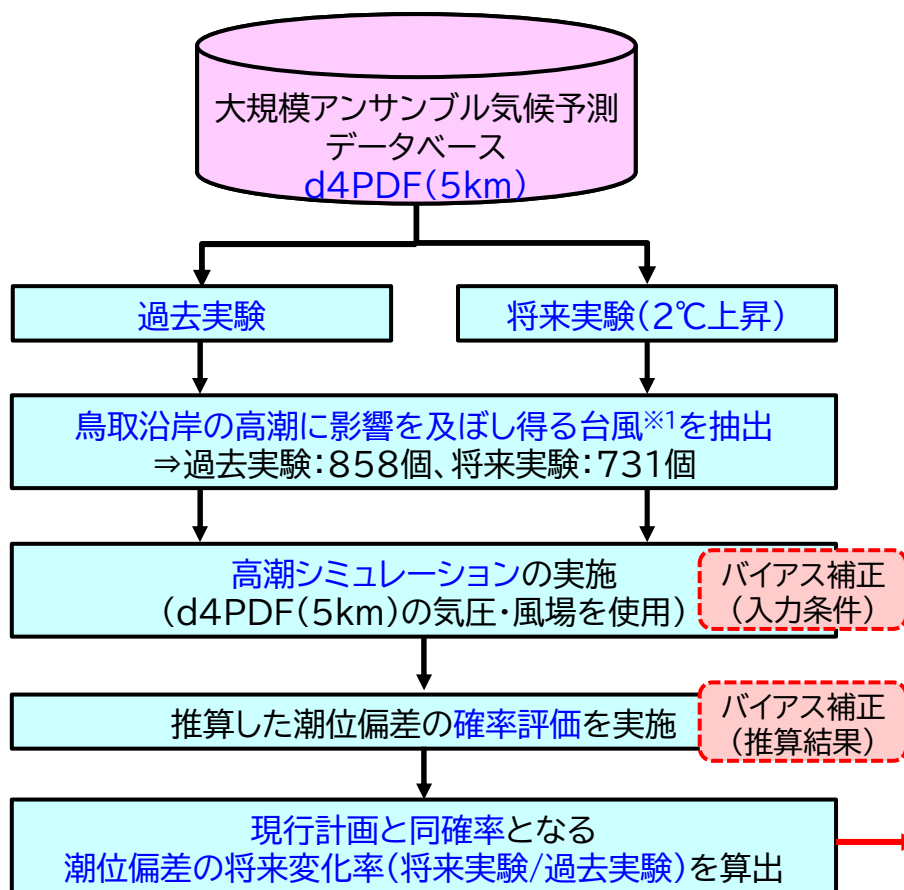
※1 モデル(SST:海面水温将来変化パターン)
将来実験で使用している主要6モデル
(CCSM4,GFDL-CM3,HadGEM2-AO,MIROC5,MPI-ESM-MR,MRI-CGCM3)。

※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。

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

■気候変動を踏まえた高潮(潮位偏差)の設定に向けた検討方法

▶ d4PDF(5km)より、鳥取沿岸の高潮に影響を及ぼし得る台風を、過去実験・将来実験(2℃上昇)それぞれで抽出し、全台風を対象にd4PDF(5km)の気圧・風場を使用した高潮シミュレーションを実施する。その結果から確率評価を行い、潮位偏差の将来変化率を整理し、現行計画の潮位偏差に将来変化率を乗じて、将来気候下における潮位偏差を算出する。



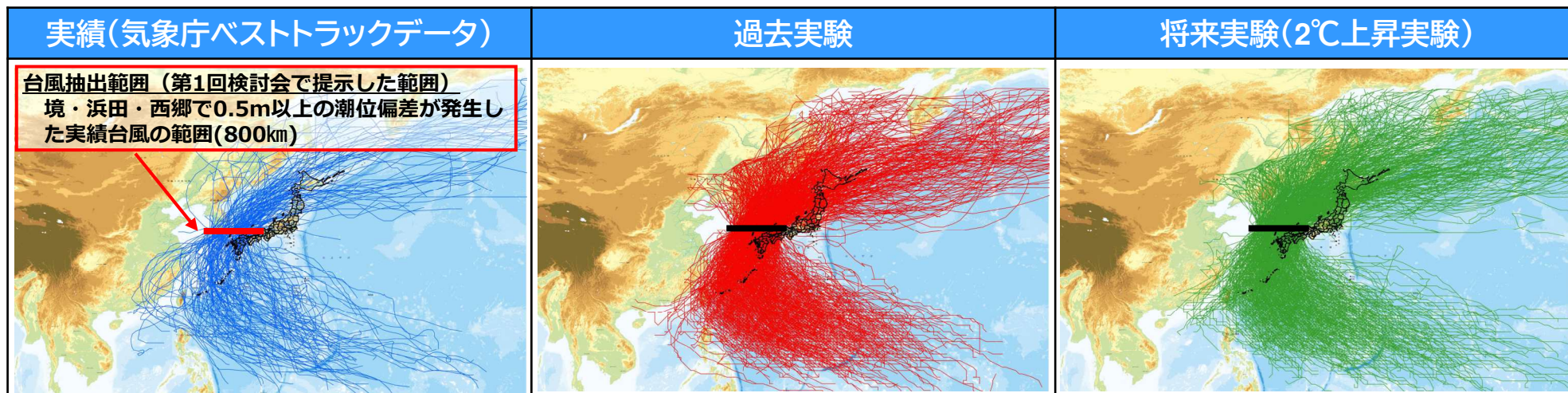
※バイアス補正の方法・必要性等については今後検討。

現行計画の潮位偏差に将来変化率を乗じて将来気候下における潮位偏差を設定

※1: 第1回検討会で提示した範囲(境・浜田・西郷で0.5m以上の潮位偏差が発生した実績台風の範囲(800km))より抽出

■鳥取沿岸の高潮に影響を及ぼし得る台風の抽出

- d4PDF (5km) 及び気象庁ベストトラックデータ(実績)より、鳥取沿岸の高潮に影響を及ぼし得る台風を抽出。
- 抽出した結果、実績は141個、過去実験は858個、2℃上昇実験は731個。年間発生個数は、実績は1.93個/年、過去実験は1.19個/年、2℃上昇実験は1.02個/年となり、設定した範囲を通過する台風は将来的に減少傾向。
- 以上で抽出した過去実験及び2℃上昇実験の全台風を対象に、高潮シミュレーションを実施。



データ	条件	年数	抽出台風個数	年間発生個数
気象庁 ベストトラック	実績 (1951年～2023年)	73年	141個	1.93個/年 ^{※3}
d4PDF 5kmメッシュ	過去実験 (1951年～2010年)	12メンバ(12摂動 ^{※2})×60年=720年	858個	1.19個/年
	将来実験(2℃上昇) (2031年～2090年)	12メンバ(6モデル ^{※1} ×2摂動 ^{※2})×60年=720年	731個	1.02個/年

※1 将来実験で使用している主要6モデル (CCSM4、GFDL-CM3、HadGEM2-A0、MIROC5、MPI-ESM-MR、MRI-CGCM3)

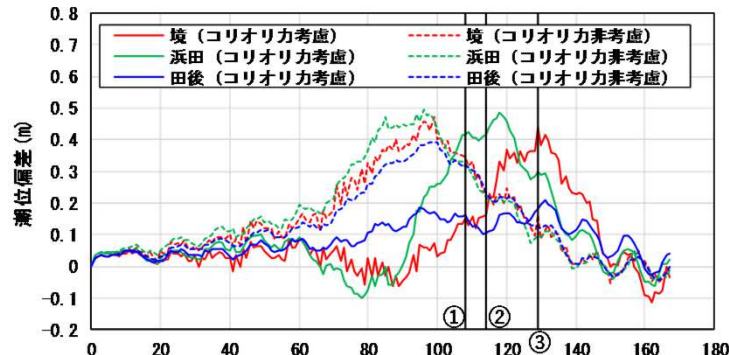
※2 海面水温解析の推定誤差と同等の振幅をもつ海面水温摂動（過去実験は任意に選んだ12個、2℃上昇実験は2個）

※3 実績台風の年間発生個数は過去実験の1.62倍であり、確率評価において年間発生個数のバイアスを考慮する

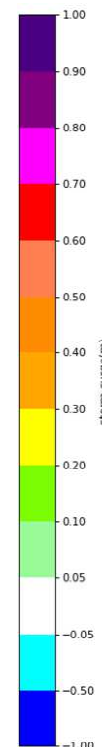
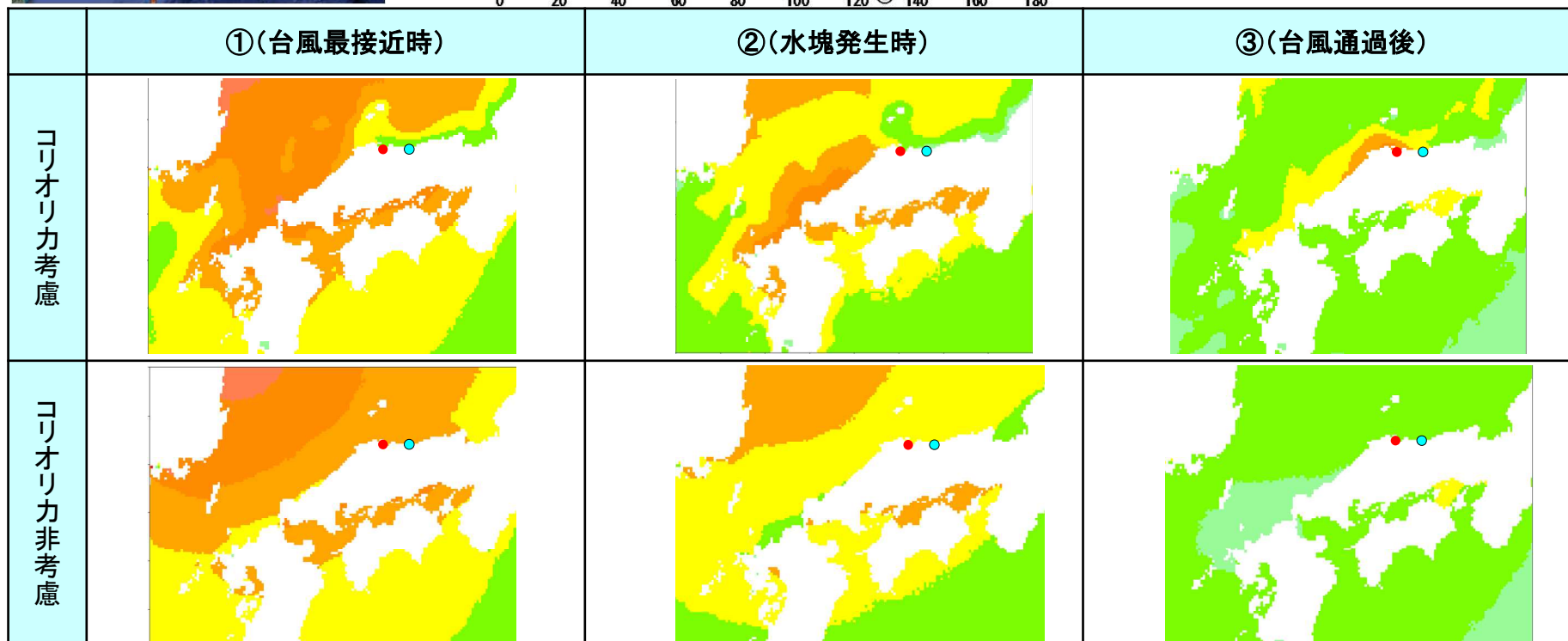
潮位偏差の将来予測の状況（試算結果）

■対象台風における試算結果(d4PDF5kmを用いた高潮シミュレーション結果、気圧・風場のバイアス補正は未実施)

- 今後、抽出した過去実験(858個)及び2°C上昇実験(731個)の全台風を対象に、高潮シミュレーションを実施予定。
- d4PDF5kmを用いた将来予測(メッシュサイズは5,000m、気圧・風場のバイアス補正は未実施)を試行した結果、コリオリ力を考慮することで、エクマン輸送によって台風の最接近から遅れて高潮が発生する状況を表現可能であることを確認。



●: 境港 ●: 鳥取港



【第1回技術検討会で提示した方法からの見直し】

- アンサンブルデータに基づく確率評価を適切に実施するため、第1回検討会で提示した検討条件を見直し。
- 使用する将来予測データをd4PDF5kmメッシュへ変更し、波浪推算の対象を全メンバの年最大の台風・低気圧へ変更。
(第1回検討会では、d4PDF60kmメッシュを使用し、1メンバを対象とした波浪推算を実施することを提案)

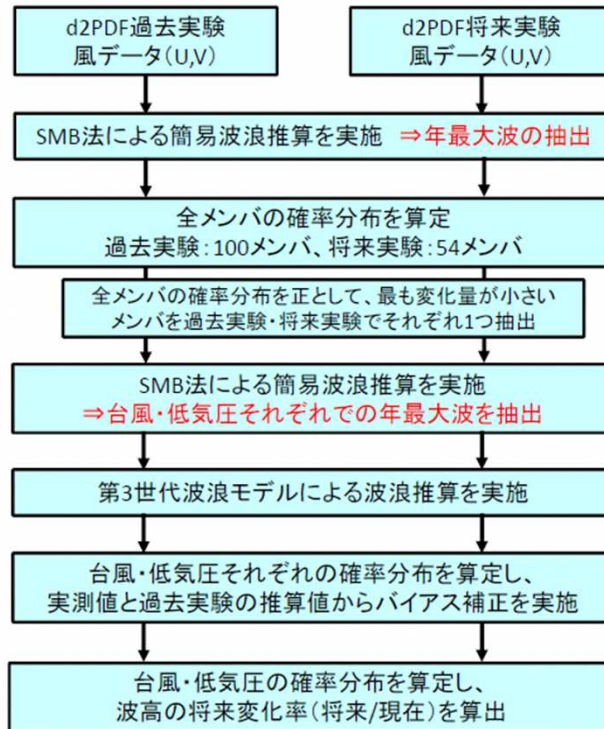
気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

第1回技術検討会資料再掲

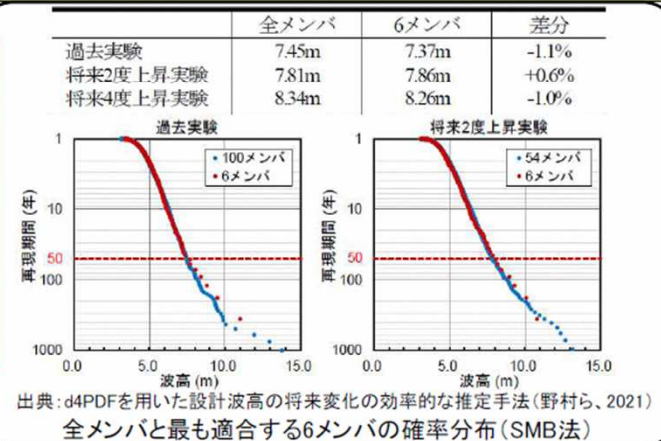
53

■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討方針

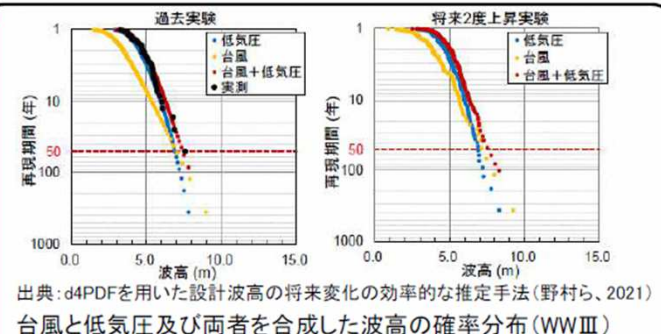
➤ d2PDFのデータは、過去実験で6000年分、将来実験(2度上昇)で3240年分のデータが存在している。全データを対象に波浪推算を実施すると計算負荷が大きいことから、先事例を参考にSMB法により波浪推算を実施するメンバの絞り込みを行い、抽出した気象擾乱を対象に第3世代波浪モデル(WAVEWATCHⅢ・SWAN等)による波浪推算を実施する。波浪推算結果から波浪の将来変化率(将来/現在)を整理し、現在の設計沖波に将来変化率を乗じて将来気候下における設計沖波を算出する。



波浪推算の対象メンバの選定

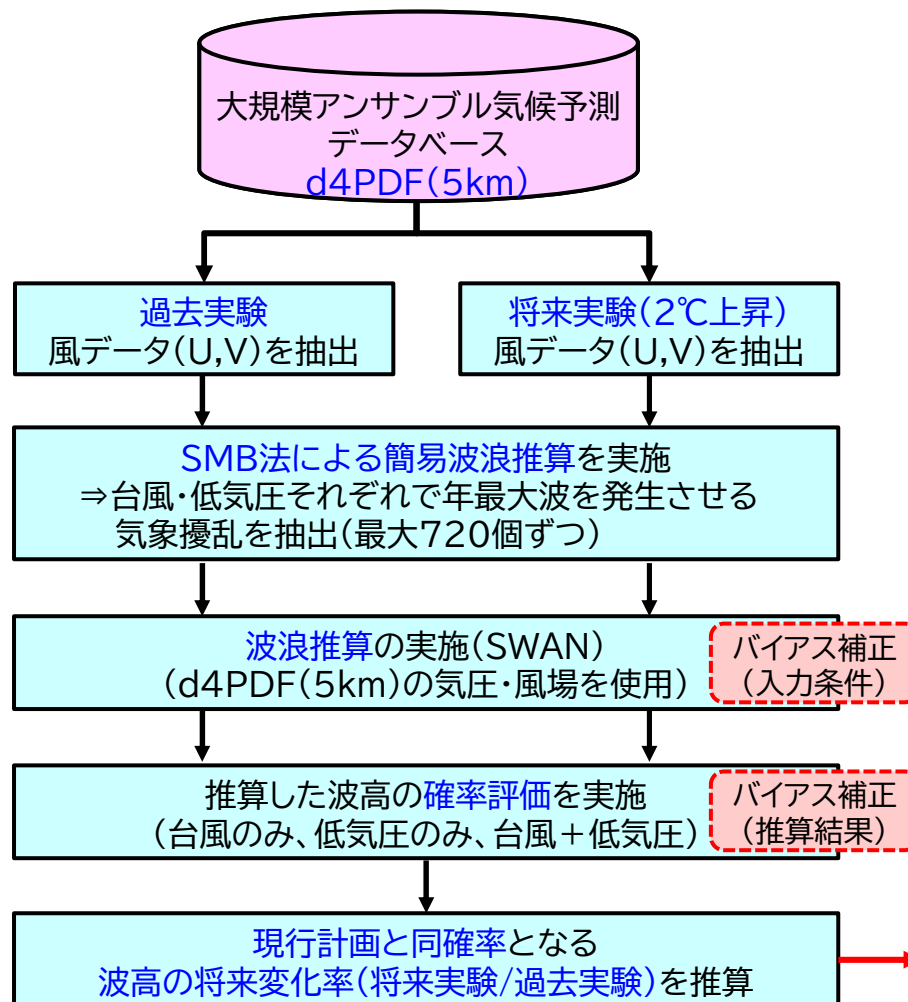


波浪推算及び確率波高の評価

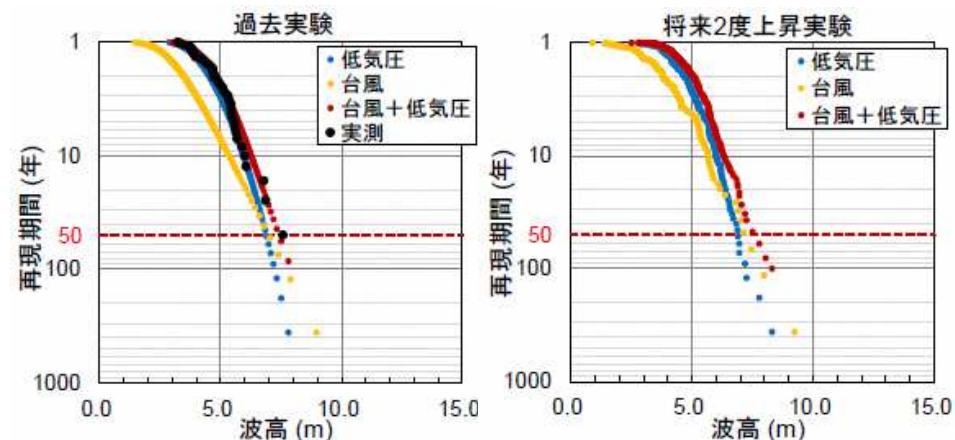


■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討方法

- d4PDF(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(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、d4PDF(5km)の気圧・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行い、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波浪を算出する。



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)

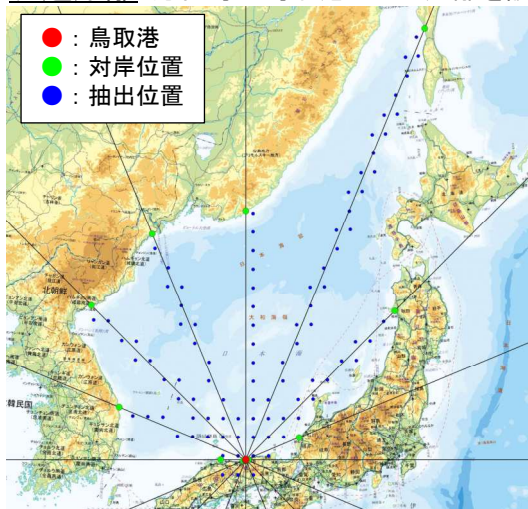
※バイアス補正の方法・必要性等
については今後検討。

■SMB法による簡易波浪推算の概要(推算方法の妥当性の確認)

- 波浪の将来予測の対象(年最大波を発生させる台風・低気圧)を抽出するため、SMB法による簡易推算を実施。
- 推算方法の妥当性を確認するため、長期再解析値(JRA-3Q)を用いた実績再現(鳥取港の年最大波高を対象)を実施。
- 実績再現の結果、鳥取港の年最大波高を概ね再現しており、推算方法は妥当(将来の簡易推算へ適用可能)と判断。

【SMB法の検討条件】

吹送距離: 方位毎に鳥取港までの距離を設定



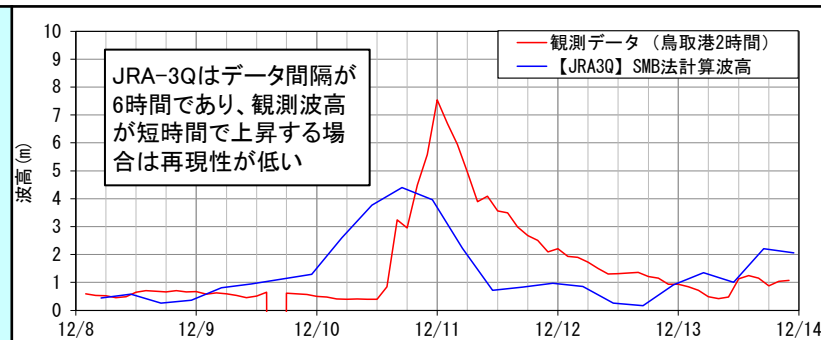
方位	吹送距離(km)
N	831.10
NNE	1556.12
NE	701.19
ENE	191.95
E	8.33
ESE	4.22
SE	3.06
SSE	2.45
S	2.44
SSW	2.94
SW	4.23
WSW	10.03
W	83.59
WNW	456.59
NW	727.15
NNW	815.08

風速

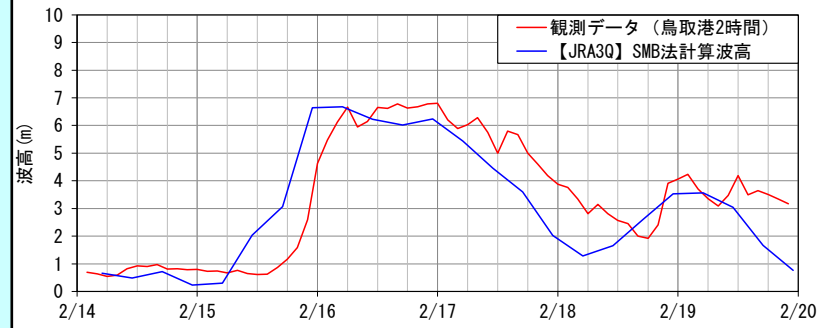
JAR-3Q(60km格子)より、方位毎に、吹送距離を設定したライン上の風向・風速をメッシュ毎に抽出。抽出データを基に、方位毎に、鳥取港方向の風速をメッシュ毎に整理し、全てを平均化した平均風速を算出。

【SMB法による算定結果(実績再現)】

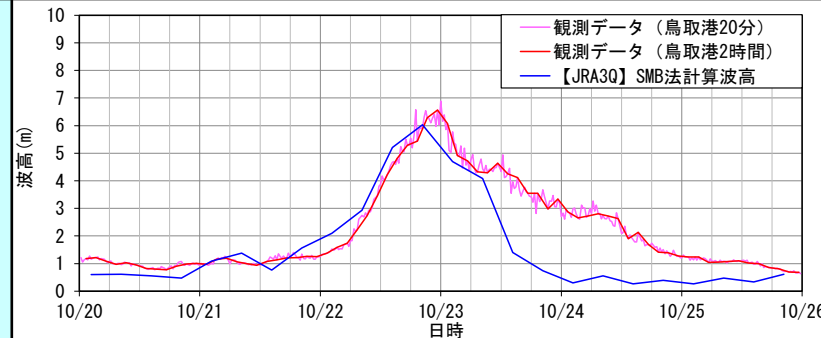
低気圧
1990年12月



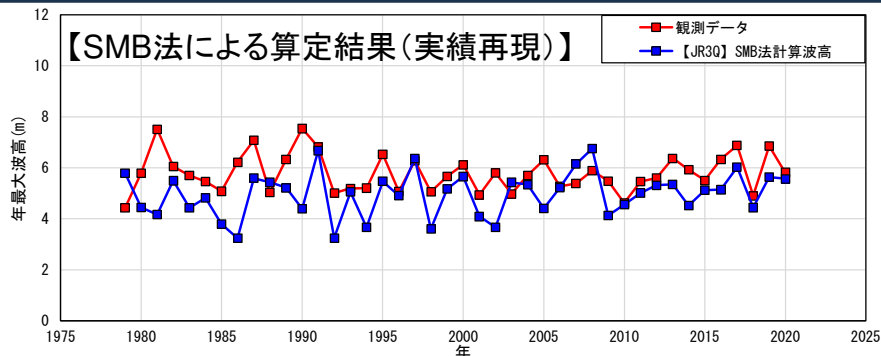
低気圧
1991年2月



台風
2017年15号



【SMB法による算定結果(実績再現)】



■d4PDF(5km)を用いたSMB法による将来予測の対象台風・低気圧の抽出

- ▶ 実績再現で設定した条件に基づき、以下に示す手順により、d4PDF(5km)を用いたSMB法による簡易波浪推算を実施し(全720年を対象)、波浪の将来予測の対象(台風・低気圧それぞれで年最大波を発生させる気象擾乱)を抽出。
- ▶ この結果、低気圧は720擾乱(各年1擾乱)、台風は過去実験710個、2℃上昇実験698個(台風が発生しない年あり)を設定。

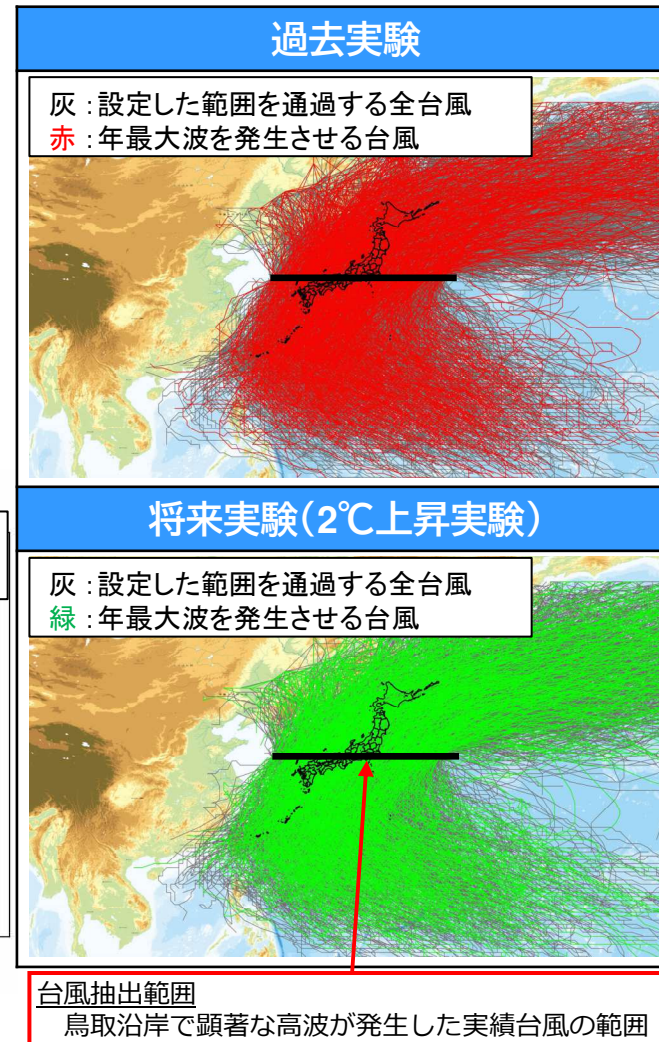
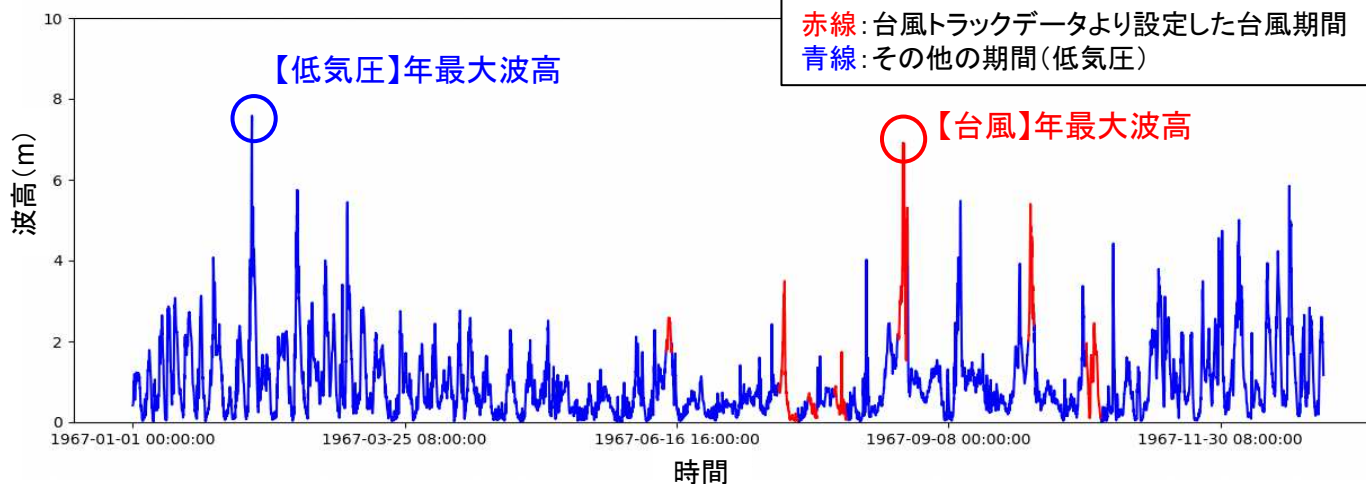
【波浪の将来予測の対象(台風・低気圧)の抽出手順】

手順1 d4PDF(5km)を用いて、SMB法による簡易波浪推算を実施し、全720年の時刻毎の波高を算出

手順2 d4PDF台風トラックデータ(d4PDF5kmに含まれるメンバのみを対象)より、右図に示す範囲(鳥取沿岸で顕著な高波が発生した実績台風の範囲)を通過する台風を抽出。
抽出結果を基に、各台風の期間(低気圧と台風を分類する期間)※を設定。
※台風期間: 台風が本州(鹿児島南端～北海道北端)の緯度に存在する期間を設定

手順3 各年で、台風・低気圧それぞれで年最大波を発生させる気象擾乱を抽出

年最大波を発生させる気象擾乱の抽出例(過去実験:HPB_m002-1967年)



波浪の将来予測の状況（試算結果）

■対象擾乱における試算結果(d4PDF5kmを用いた波浪シミュレーション結果、気圧・風場のバイアス補正は未実施)

- 今後、抽出した気象擾乱(低気圧:720擾乱、台風:過去710個、2°C上昇698個)を対象に、波浪シミュレーションを実施予定。
- 抽出した気象擾乱の中から1台風及び1低気圧を対象に、d4PDF5kmを用いた将来予測(メッシュサイズは5,000m、気圧・風場のバイアス補正は未実施)を試行した結果(有義波高の時間変化)を以下に提示。

