

第1回 高知県海岸保全施設技術検討会

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

令和7年2月13日
高知県 土木部 港湾・海岸課



1. 基本的な考え方
2. 将来作用の設定方針
3. 事例紹介：全国港湾における将来作用
4. 参考資料（土佐湾沿岸海岸保全施設技術検討会概要）

1. 基本的な考え方

基本的な考え方

- 基本的な考え方は過年度の「気候変動を踏まえた土佐湾沿岸海岸保全施設技術検討会（以降、土佐湾検討会と記す）」に倣うものとし、将来の基準年における計画外力（将来の設計高潮位、将来の設計波、将来の設計津波）を設定する。
- この考え方に基づき、以下の3項目の将来作用を検討する。
 - ① 将来の潮位（平均海面水位の上昇量）※将来の設計高潮位、将来の設計津波に活用
 - ② 将来の潮位偏差 ※将来の設計高潮位に活用
 - ③ 将来の設計波

【基本的な考え方】

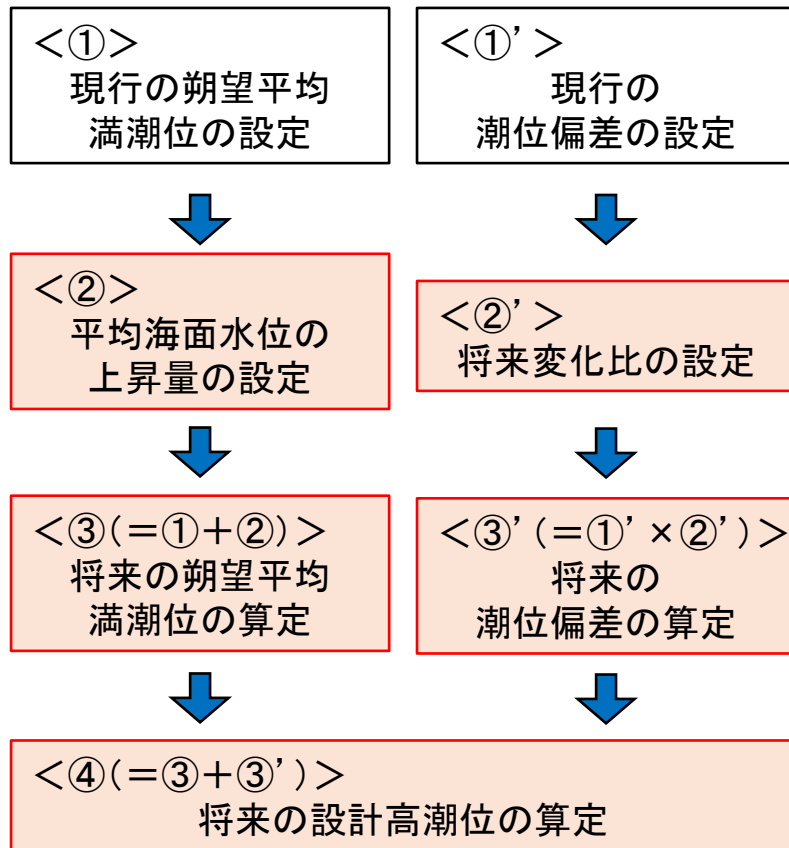
項目	本検討における外力設定に関する基本的な考え方
気候変動シナリオ （海岸保全の目標）	RCP2.6(2℃上昇相当)を基本とする。
検討の時点 （将来の基準年）	21世紀末(2100年)での平均海面水位、潮位偏差、波浪を検討する。
平均海面水位の上昇量 （朔望平均満潮位） （設計津波）	最新の朔望平均満潮位（直近10年程度の平均値）に、21世紀末(2100年)に予測される平均海面水位の上昇量を加える。 ※2100年の平均海面水位の上昇量0.33m （1996～2091年の上昇量0.39×80年/96年）
潮位偏差 （計画高潮位）	- 現行の計画外力に、気候変動の影響を考慮した大規模アンサンブル気候予測データベース(d4PDF)を活用して、将来的に予測される潮位偏差・波浪を考慮する。 - 具体的には、d4PDF過去実験と将来実験(2℃上昇)の外力の比率（将来変化比の平均）を現行の計画外力に乗算し、将来の基準年における計画外力を整理する。 ※(土佐湾中央部)潮位偏差の将来変化比:1.12、30年確率波高の将来変化比:1.02
波浪 （設計波）	

基本的な考え方

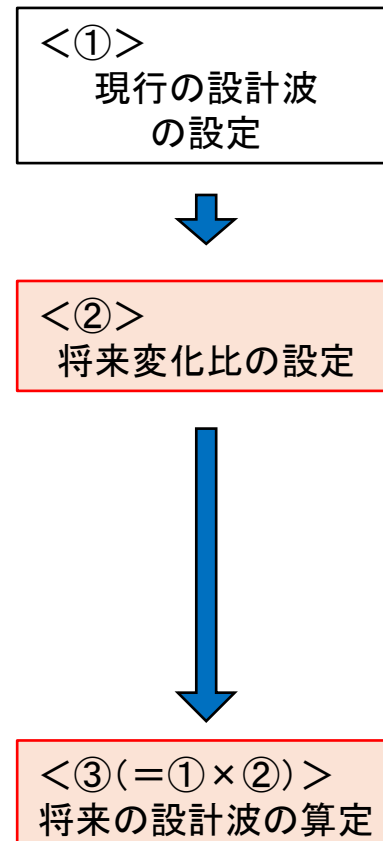
- 将来の基準年における計画外力(将来の設計高潮位、将来の設計波、将来の設計津波)は、以下の流れで設定する。

【将来の基準年における計画外力の設定方法】

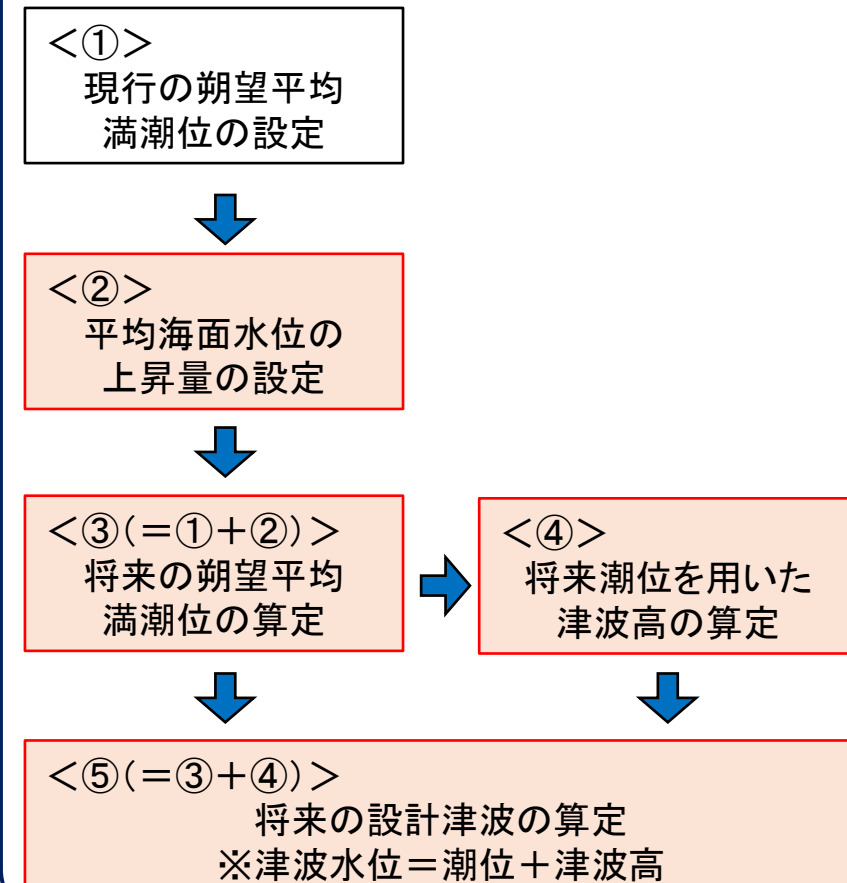
【将来の設計高潮位】



【将来の設計波】



【将来の設計津波】



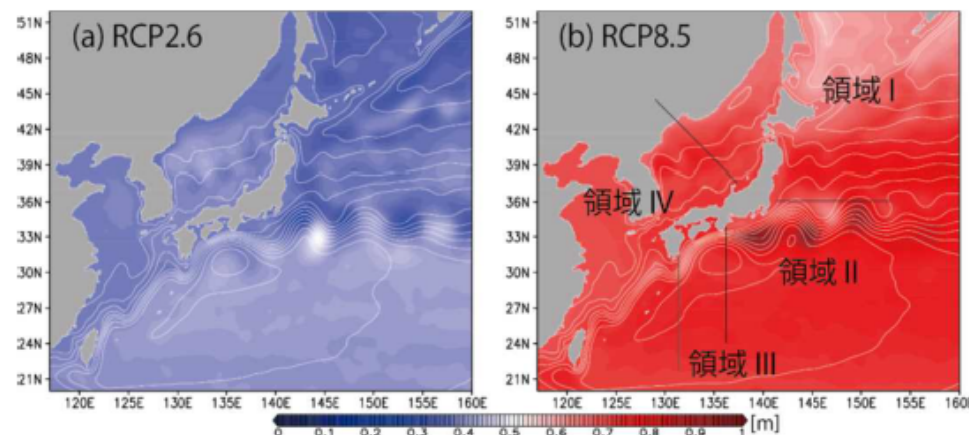
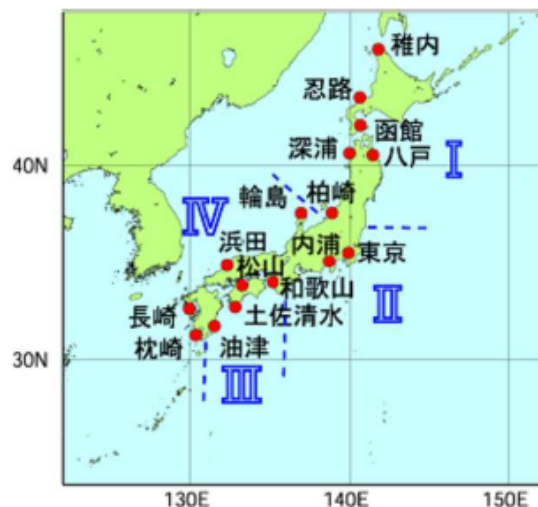
2. 将来作用の設定方針

将来の潮位

- 将来の潮位は、過年度の土佐湾検討会を踏まえ、最新の朔望平均満潮位(2020年)に、今後の平均海面水位の上昇量を加算して設定する。
- すなわち、2020年を起点とした場合、**2100年の朔望平均満潮位には、2100年までの平均海面水位の上昇量0.33m(1996～2091年の上昇量 $0.39 \times 80\text{年}/96\text{年}$)を加算する。**

時期	20世紀末(1986～2005年の平均) ～ 21世紀末(2081～2100年の平均) ※96年間					
シナリオ	日本沿岸の平均海面水位の上昇量				検潮所16地点の 平均値	世界の 平均海面水位 の上昇量
	領域Ⅰ	領域Ⅱ	領域Ⅲ	領域Ⅳ		
2℃上昇シナリオ (RCP2.6)	0.38m (0.22～0.55m)	0.38m (0.21～0.55m)	0.39m (0.22～0.56m)	0.39m (0.23～0.55m)	0.39m (0.22～0.55m)	0.39m (0.26～0.53m)
4℃上昇シナリオ (RCP8.5)	0.70m (0.45～0.95m)	0.70m (0.45～0.95m)	0.74m (0.47～1.00m)	0.73m (0.47～0.98m)	0.71m (0.46～0.97m)	0.71m (0.51～0.92m)

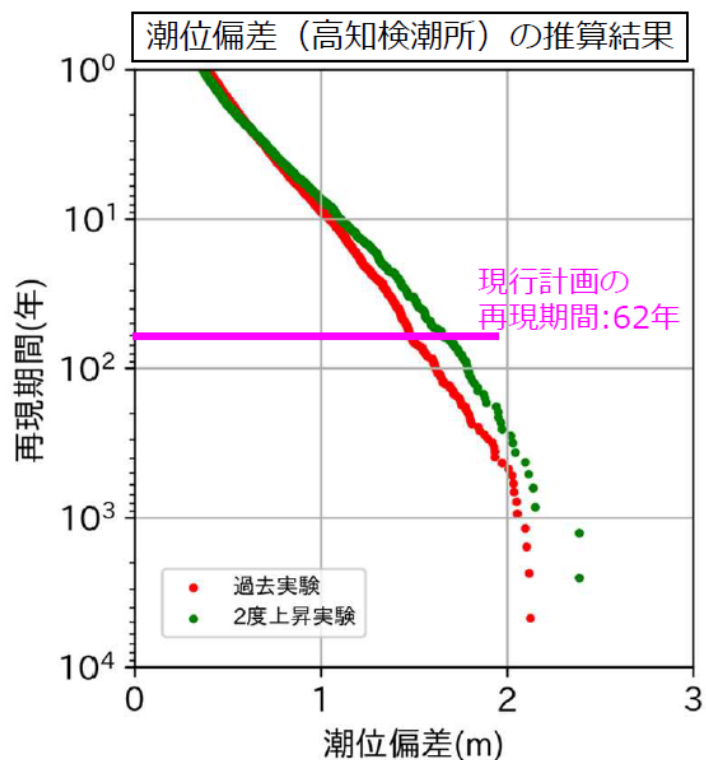
出典:「日本気候変動2020 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書(詳細版)(2020年12月) pp.154～156 気象庁」
「気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 変化する気候下での海洋・雪氷圏に関するIPCC特別報告書(2020年度) p.73 環境省」



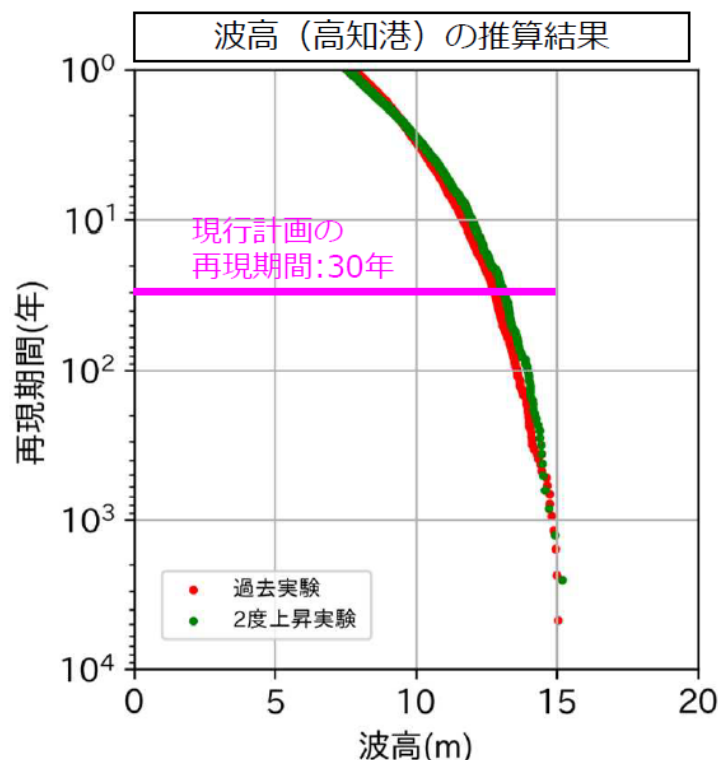
SI-CAT海洋モデルによる21世紀末における
日本近海の海面水位(年平均)の20世紀末からの上昇幅(m)

将来の潮位偏差・設計波

- 過年度の土佐湾検討会では、土佐湾中心部の潮位偏差の将来変化比を1.12、波高の将来変化比を1.02として算定している。
- 過年度の土佐湾検討会に倣い、100ケース程度のサンプルを用いた潮位偏差・波浪を推定できる簡易推定式を構築し、効率的に多くのサンプル数を確保した確率評価を実施する。



現行計画 再現期間	高知検潮所 (62年)
過去実験	1.49m
2℃上昇	1.67m
変化量 (変化率)	0.18m (1.12倍)



現行計画 再現期間	高知港 (30年)
過去実験	12.79m
2℃上昇	13.10m
変化量 (変化率)	0.31m (1.02倍)

将来の設計津波

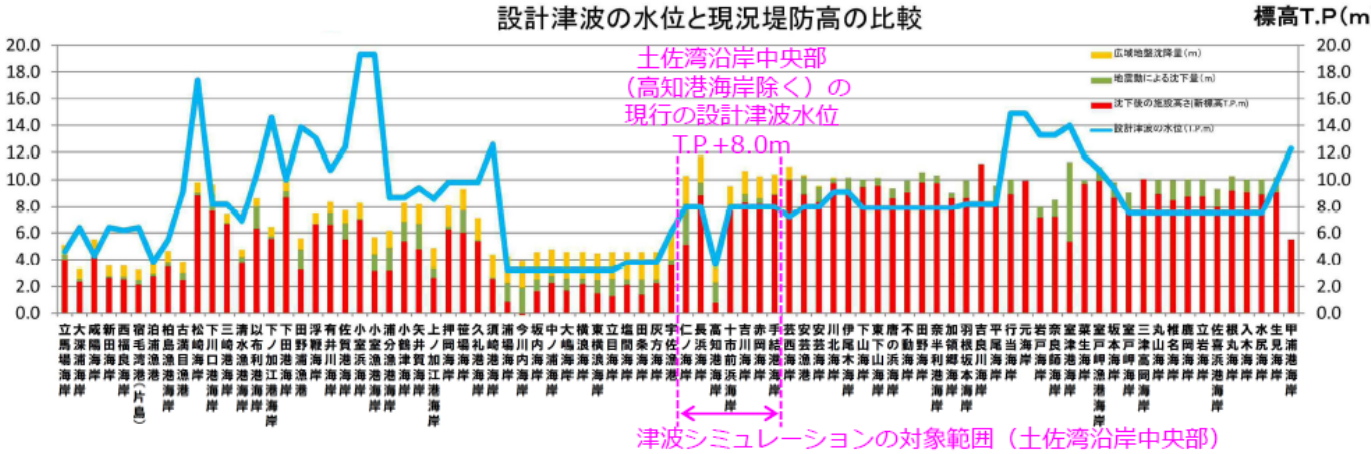
- 土佐湾検討会に倣い、2100年時点の平均海面水位の上昇量を考慮した朔望平均満潮位を初期潮位に設定した2003年中央防災会議公表の津波断層モデル(東南海・南海:二連動)のシミュレーションを実施する(現行の津波断層モデルに倣う)。
- 本検討会では、地震・津波対策施設への気候変動による影響に関する検証を行う。

<土佐湾検討会の検討事例>

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侵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朔望平均満潮位※2に、2100年に予測される2℃上昇時の平均海面水位の上昇量を考慮した朔望平均満潮位※3を設定
対象津波	2003年中央防災会議公表の東南海・南海地震連動※



- ※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: 高知検潮所の朔望平均満潮位の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年時点の朔望平均満潮位(第1回検討会 資料-5 P3参照)

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」

3. 事例紹介：全国港湾における将来作用

将来の潮位偏差・設計波の参考事例

- 過年度の土佐湾検討会では、d4PDFを活用し、サンプルを相当数確保したシミュレーションを実施し、土佐湾中心部の潮位偏差・波高の将来変化比を算出している。
- 一方、土佐湾検討会と同様に、サンプルを相当数確保したシミュレーションを実施し、全国の主要港湾の潮位偏差・波高の将来変化比を整理された事例として、本多ら(2025)による国土技術政策総合研究所資料No.1302「日本沿岸の主要港湾における高潮・波浪の気候変動の影響評価(令和7年2月公表)」がある。
- いずれの成果も、d4PDFの取り扱いにおいて重要となるバイアス補正や確率評価をするための十分なサンプル数の確保がなされている。

【主要な検討方法】

項目	土佐湾技術検討会	本多ら(2025)
d4PDFの台風中心気圧のバイアス補正	○ 南北:2.5° 間隔で分割したクオンタイルマッピング法	○ 南北:2.5° × 東西:2.5° 間隔で分割したクオンタイルマッピング法
d4PDFの台風発生個数のバイアス補正	○ 極値統計解析において平均発生率 λ を係数(a)で補正 ($R=1/[a * \lambda [1-F(x)]]$)	○ クオンタイルマッピング法において、再現期間に対する補正値を評価することによって補正
高潮におけるWave-setupの間接的考慮	○ 重回帰式に使用する高潮推算結果にWave-setupを考慮	○ 水深波高比、波形勾配による簡易式を用いて面的にWave-setupを考慮
確率評価のためのサンプルの相当数確保	○ 平均発生率 $\lambda=2\sim4$ 程度 (最小0.5年確率程度) ※標本データは100ケースサンプルから作成した重回帰分析によって算定	○ 平均発生率 $\lambda=0.3$ 程度 (最小3.3年確率程度) ※標本データはシミュレーションによって直接算定

将来の潮位偏差・設計波の参考事例



将来変化比の海域平均

5. まとめ

この海域別の将来変化比(海域平均)を用いることが基本

海岸保全施設の検討(海岸保全基本計画改訂)で、都道府県等から「30年確率波高」の要望あり

海域	潮位偏差 (100年確率)			波高 (50年確率)			波高 (30年確率)			対象港湾
	平均	10%	90%	平均	10%	90%	平均	10%	90%	
陸奥湾	1.02	0.99	1.05	1.04	0.98	1.09	1.04	0.99	1.10	青森港
東北太平洋側 (北側)	1.05	0.94	1.14	1.02	0.95	1.09	1.02	0.96	1.08	むつ小川原港・八戸港・久慈港・宮古港
東北太平洋側 (南側)	1.06	0.97	1.13	1.06	1.02	1.11	1.04	1.00	1.09	釜石港・大船渡港・仙台塩釜港・相馬港・小名浜港
北関東	1.06	1.03	1.10	1.08	1.04	1.12	1.06	1.02	1.12	茨城港・鹿島港
東京湾	1.10	1.03	1.15	1.02	0.98	1.06	1.03	0.98	1.08	木更津港・千葉港・東京港・川崎港・横浜港・横須賀港
駿河湾	1.02	0.96	1.09	1.01	0.98	1.06	0.99	0.96	1.04	御前崎港・田子の浦港・清水港
伊勢湾	1.07	1.03	1.10	1.00	0.98	1.03	1.01	0.98	1.05	三河港・衣浦港・名古屋港・四日市港・津松阪港
紀伊半島	1.03	0.99	1.06	1.00	0.98	1.02	1.00	0.98	1.02	尾鷲港・日高港・和歌山下津港
大阪湾	1.06	0.99	1.13	1.04	0.97	1.08	1.04	0.98	1.08	阪南港・堺泉北港・大阪港・尼崎西宮芦屋港・神戸港
四国太平洋側	1.07	1.02	1.10	1.02	1.01	1.03	1.02	1.00	1.03	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・宍道灘)	1.02	1.00	1.05	1.02	1.00	1.04	1.02	1.00	1.05	東播磨港・姫路港・岡山港・宇野港・水島港・福山港・尾道糸崎港・今治港・東予港・新居浜港・三島川之江港・坂出港・高松港
瀬戸内海 (西部: 伊予灘・周防灘)	1.01	0.98	1.05	1.02	1.00	1.03	1.02	1.00	1.03	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	1.01	1.07	0.99	0.96	1.02	0.99	0.97	1.02	細島港・宮崎港・油津港・志布志港・佐伯港・津久見港
薩南	1.06	1.03	1.10	1.02	0.99	1.05	1.01	0.98	1.04	鹿児島港・西之表港
琉球諸島	1.01	0.98	1.04	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.02	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	1.04	1.08	1.02	1.00	1.03	1.02	1.00	1.04	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	1.03	1.11	1.06	1.01	1.11	1.06	1.01	1.11	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	1.06	1.03	1.09	1.02	0.99	1.06	1.02	0.99	1.06	三隅港・浜田港・西郷港・境港・鳥取港
若狭湾	1.05	1.01	1.09	1.02	0.98	1.06	1.03	0.99	1.08	舞鶴港・敦賀港・金沢港
富山湾	1.04	1.01	1.08	1.01	0.98	1.06	1.02	0.98	1.07	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	0.98	1.04	1.02	1.00	1.04	1.01	0.99	1.04	能代港・秋田港・船川港・酒田港

【3大湾】 国総研資料No.1266

【全国版】 国総研資料No.1302(R7年2月公表)

【将来変化比の平均値】

100年確率潮位偏差 : 単純平均1.04(4%増)

50年確率波高 : 単純平均1.02(2%増)

【将来変化比の90%tile】

100年確率潮位偏差 : 単純平均1.09(9%増)

50年確率波高 : 単純平均1.06(6%増)

4. 参考資料(土佐湾沿岸海岸保全施設技術検討会概要)

参考資料：土佐湾検討会の概要【基本的な考え方】

①外力設定に向けた基本的な考え方

項 目	「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」本文の抜粋内容	本検討会における外力設定に関する基本的な考え方
気候変動シナリオ (海岸保全の目標)	気候変動を踏まえた海岸保全の基本的な方針(本文P12,4.) 海岸保全の目標は、2℃上昇相当(RCP2.6)を前提としつつ、広域的・総合的な視点からの取組は、平均海面水位が2100年に1m程度上昇する予測	・ RCP2.6(2℃上昇相当)を基本 とする。 ※RCP8.5(4℃上昇相当)も考慮。
検討の時点	(4℃上昇相当(RCP8.5))も考慮し、長期的視点から関連する分野とも連携することが重要である。	・「日本の気候変動2020」等で想定されている 21世紀末(2100年)での海面水位、潮位偏差等を検討する。
海面水位 (朔望平均満潮位) (設計津波)	高潮対策・津波対策(本文P15,(1)) 平均海面水位は徐々に上昇し、その影響は継続して作用し、計画高潮位にも設計津波の水位にも影響する。長期的に、平均海面水位は上昇し、数百年単位で元に戻ることがないと予測されることから、ハード対策とソフト対策を組み合わせ、今後整備・更新していく海岸保全施設(堤防、護岸、離岸堤等)については、手戻りのないように整備・更新時点における最新の朔望平均満潮位に、施設の耐用年数の間に将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加味するべきである。	・最新の朔望平均満潮位(近10ヵ年程度の平均値等)に、 21世紀末(2100年)に予測される平均海面水位の上昇量を加える。
潮位偏差 (計画高潮位)	高潮対策・津波対策(本文P15,(1)) 潮位偏差や高波は、台風や低気圧が発生した場合に顕著に影響が現れるため、いつ想定した極値が生起するかはわからない。また、現時点では、 <u>将来の潮位偏差や波浪の長期変化量の予測は平均海面水位の上昇量に比べて不確実性が高いが施設設計への影響は大きい。</u> 今後、研究成果の蓄積を踏まえ、最新の研究成果やd4PDF等による気候予測結果を活用し、将来的に予測される潮位偏差や波浪を推算し対策を検討すべきである。	・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(d4PDF等)を活用して、 将来的に予測される変動量を推算 する。
波浪 (設計波)		※現行計画の水準(安全度)を下回らないよう留意する。

※将来予想される南海トラフ地震の発生に伴う地殻変動等の影響についても考慮。

※計画外力を踏まえ、施設の耐用年数等も考慮した段階的な防護水準の設定についても検討。

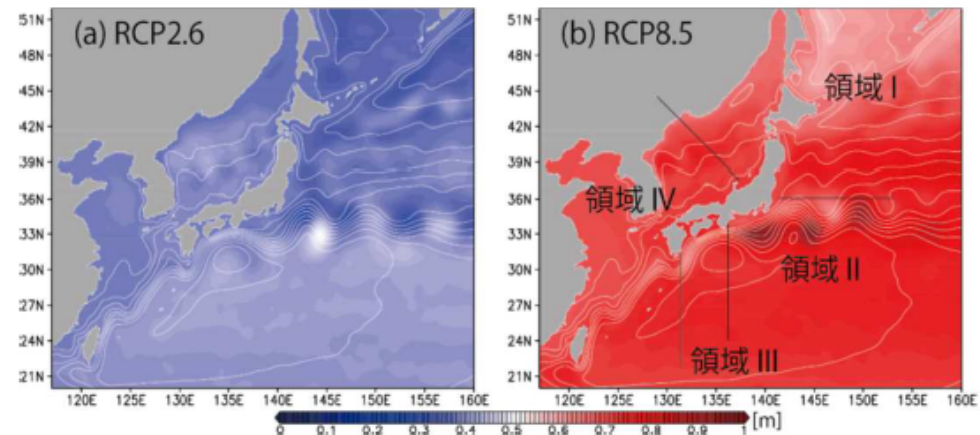
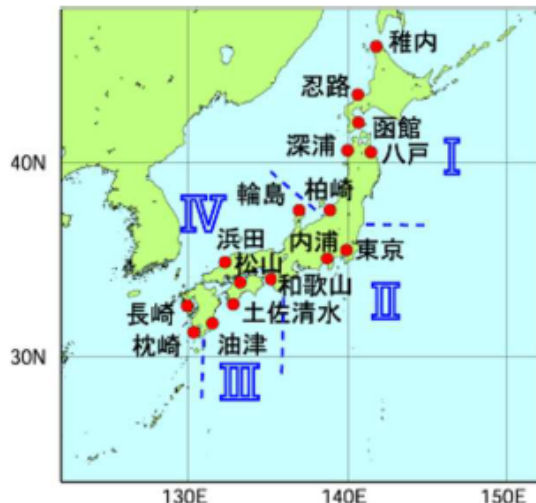
参考資料：土佐湾検討会の概要【平均海面水位の上昇量】

②将来予測される平均海面水位の上昇量の設定

■20世紀末(1986～2005 年の平均)から21世紀末(2081～2100年の平均)までの平均海面水位の上昇量は、「日本の気候変動2020」に示されるRCP2.6(2℃上昇相当)における予測結果のうち、土佐湾沿岸が位置する領域Ⅲの平均値である0.39mを設定する。

時期	20世紀末(1986～2005年の平均) ～ 21世紀末(2081～2100年の平均) ※96年間					
シナリオ	日本沿岸の平均海面水位の上昇量				検潮所16地点の平均値	世界の平均海面水位の上昇量
	領域Ⅰ	領域Ⅱ	領域Ⅲ	領域Ⅳ		
2℃上昇シナリオ(RCP2.6)	0.38m (0.22～0.55m)	0.38m (0.21～0.55m)	0.39m (0.22～0.56m)	0.39m (0.23～0.55m)	0.39m (0.22～0.55m)	0.39m (0.26～0.53m)
4℃上昇シナリオ(RCP8.5)	0.70m (0.45～0.95m)	0.70m (0.45～0.95m)	0.74m (0.47～1.00m)	0.73m (0.47～0.98m)	0.71m (0.46～0.97m)	0.71m (0.51～0.92m)

出典：「日本気候変動2020 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書(詳細版)(2020年12月) pp.154～156 気象庁」
「気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 変化する気候下での海洋・雪氷圏に関するIPCC特別報告書(2020年度) p.73 環境省」



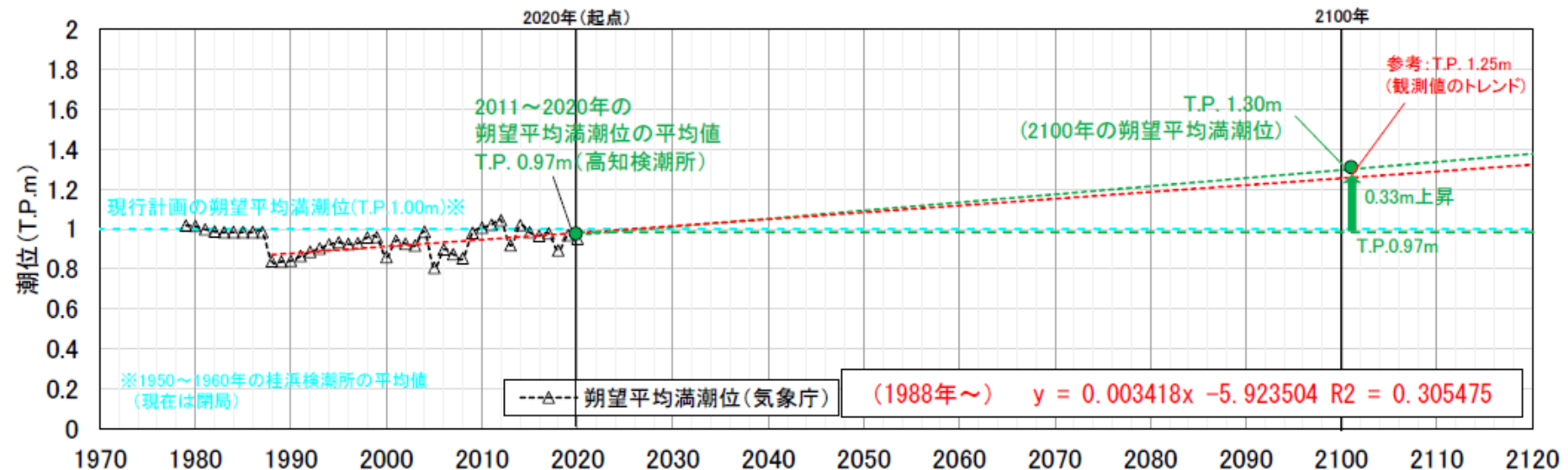
SI-CAT海洋モデルによる21世紀末における
日本近海の海面水位(年平均)の20世紀末からの上昇幅(m)

参考資料：土佐湾検討会の概要【朔望平均満潮位の設定】

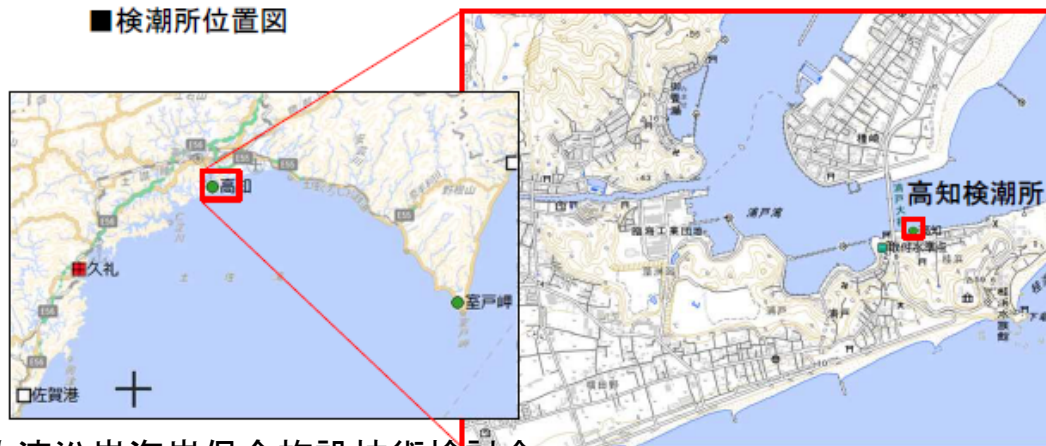
③気候変動を踏まえた朔望平均満潮位の設定

- 朔望平均満潮位(現行計画を踏襲し高知検潮所で設定)は、最新の朔望平均満潮位(観測値の年変動を考慮して近10カ年の平均値を採用)に、今後の平均海面水位の上昇量を加えて設定する。
- 2020年を起点とした場合、**2100年の朔望平均満潮位は**、2011～2020年の朔望平均満潮位の平均値T.P.0.97m+2100年までの平均海面水位上昇量0.33m(1996～2091年の上昇量0.39m×80年/96年)) = **T.P.1.30m**となる。

■高知検潮所(気象庁所管)における朔望平均満潮位の経年変化



■検潮所位置図



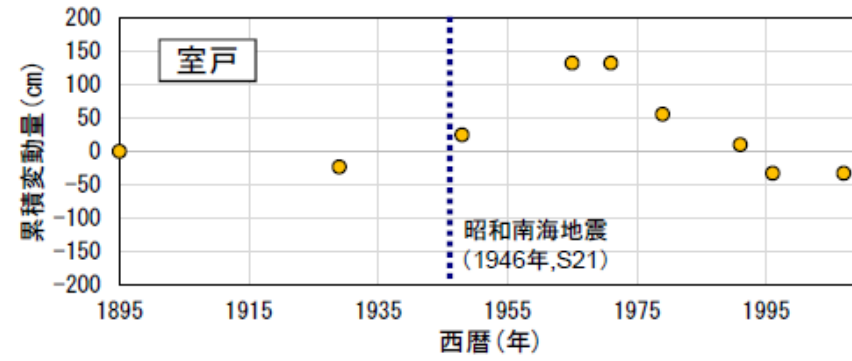
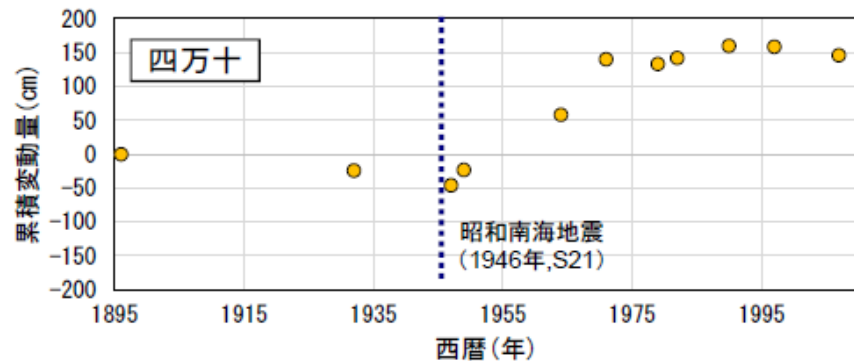
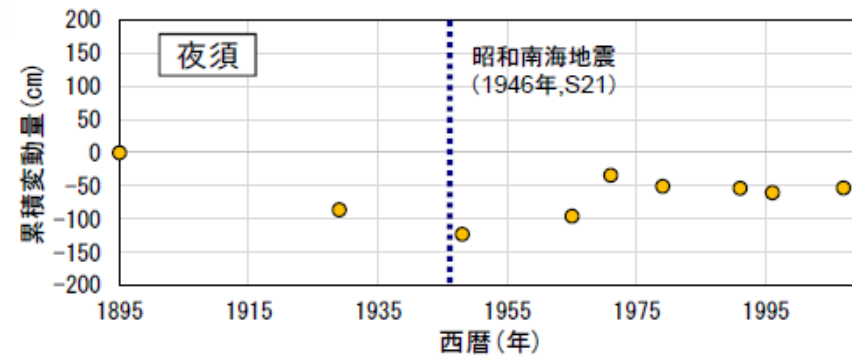
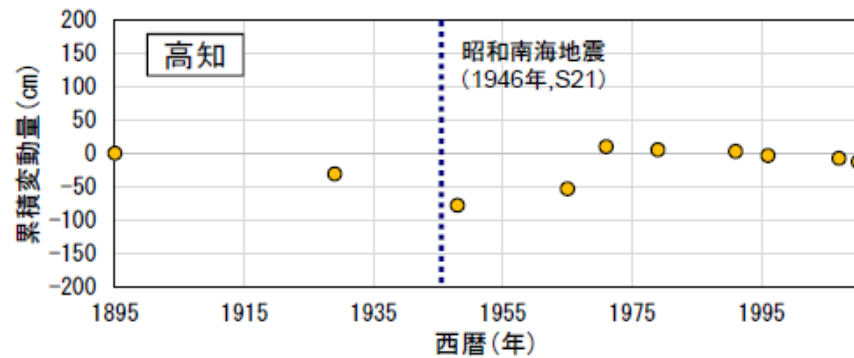
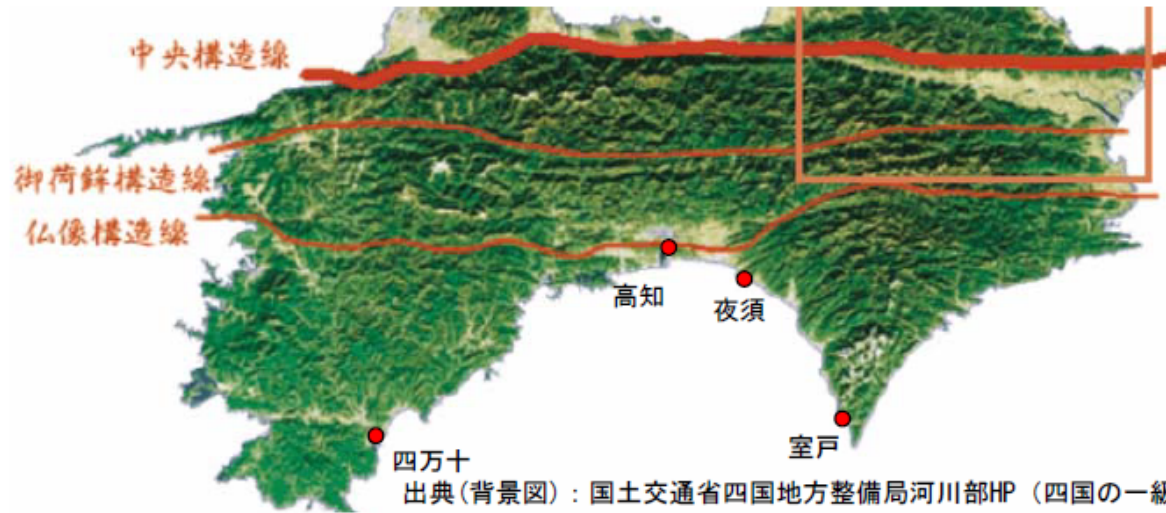
△:1979年から2020年の高知検潮所の朔望平均満潮位

赤線：観測所移設や観測中断期間等を考慮した、1988年から2020年までの高知検潮所における朔望平均満潮位の線形近似直線(観測値のトレンド、参考)

緑線：「日本の気候変動2020」に示される20世紀末から21世紀末までの平均海面水位の上昇量(0.39m(RCP2.6))を基にした、+4.1mm/年となる直線

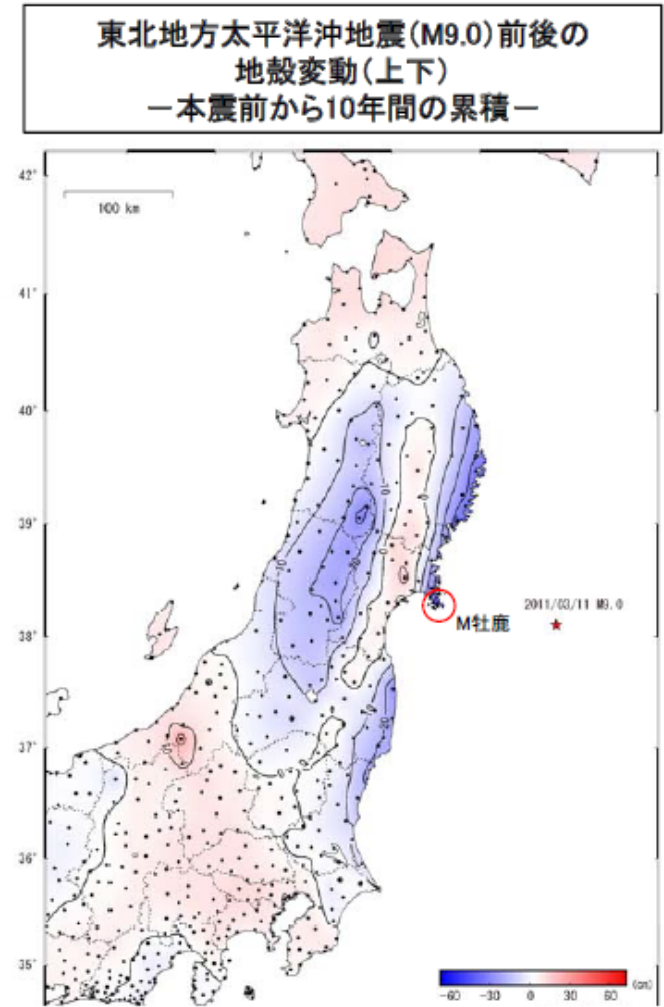
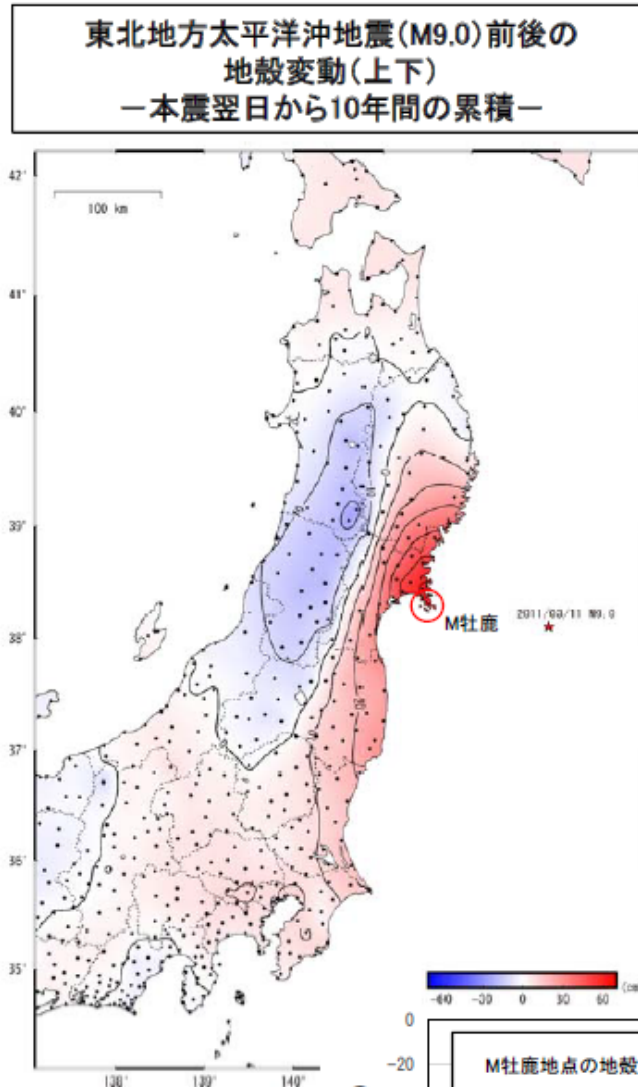
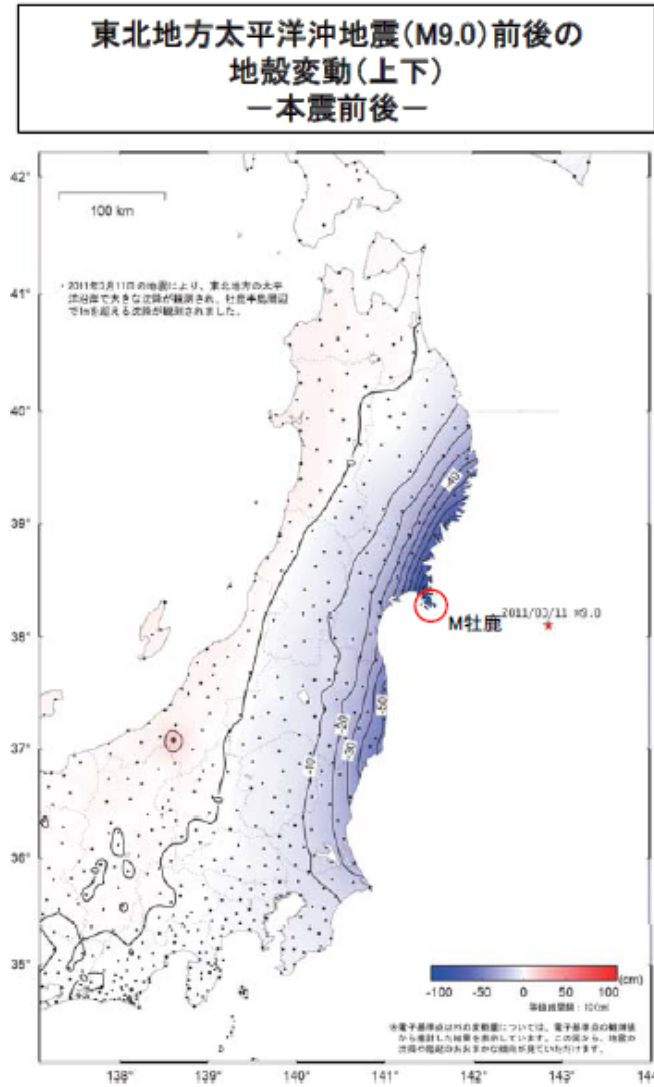
参考資料：土佐湾検討会の概要【高知県内の地殻変動】

■高知県内における国土地理院所管の水準点の高さの変化状況

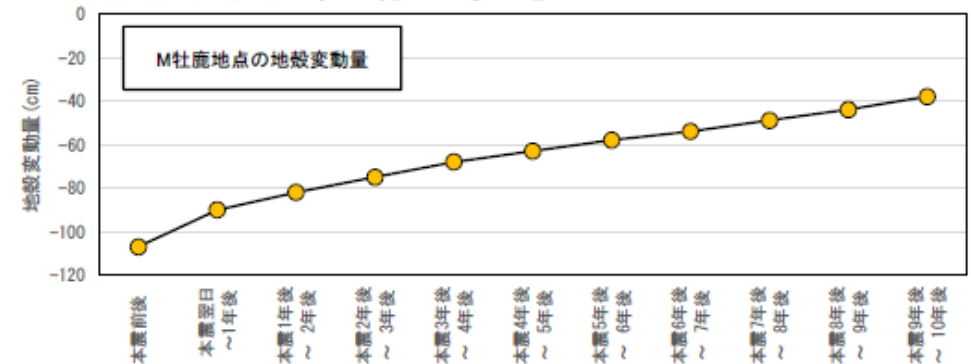


出典(データ): 国土地理院HP(一等水準点検測成果集録 水準点変動図閲覧ページ)

参考資料: 土佐湾検討会の概要【東北地方太平洋沖地震の地殻変動】【参考】



出典: 国土地理院HP (特集・2011年東北地方太平洋沖地震から10年)



参考資料：土佐湾検討会の概要【検討方針】

④気候変動を踏まえた潮位偏差・波浪の設定に向けた検討方針

■潮位偏差・波浪は、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言」に基づき、現行計画の水準（安全度）※を下回らないことを基本とし、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/d4PDF）を活用して、高潮・波浪シミュレーションを行い、将来的に予測される変動量（差分値、変化率）を推算することとする。

※波浪：30年確率、潮位偏差：今後検討（現行計画で設定されている既往最大値に相当する生起確率を検討）

■ただし、d2PDF/d4PDFはデータ量が膨大であり、全ての台風を対象としたシミュレーションは現実的ではないことから、d2PDF/d4PDFの一部のケースによるシミュレーションを実施し、潮位偏差・波浪の推定式を構築することで推算する。

■また、補足手法として、A-1パラメトリック台風モデルによる推算も検討するが、現行計画では想定台風が設定されていないことから、近年の実績台風から想定台風を設定し推算する。

補足手法（簡易な方法を検討）

対象台風	考え方	地球温暖化の影響	適用性
A. 想定台風	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 ⁴⁾	・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によって確率評価が可能。
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上乗せして仮想的に考慮（擬似温暖化手法） ⁵⁾	・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。

基本手法（効率的な方法を検討）

B. 不特定多数の台風	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 ⁶⁾	・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-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 ⁷⁾	・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 ⁸⁾	・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：「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 4省庁通知）」

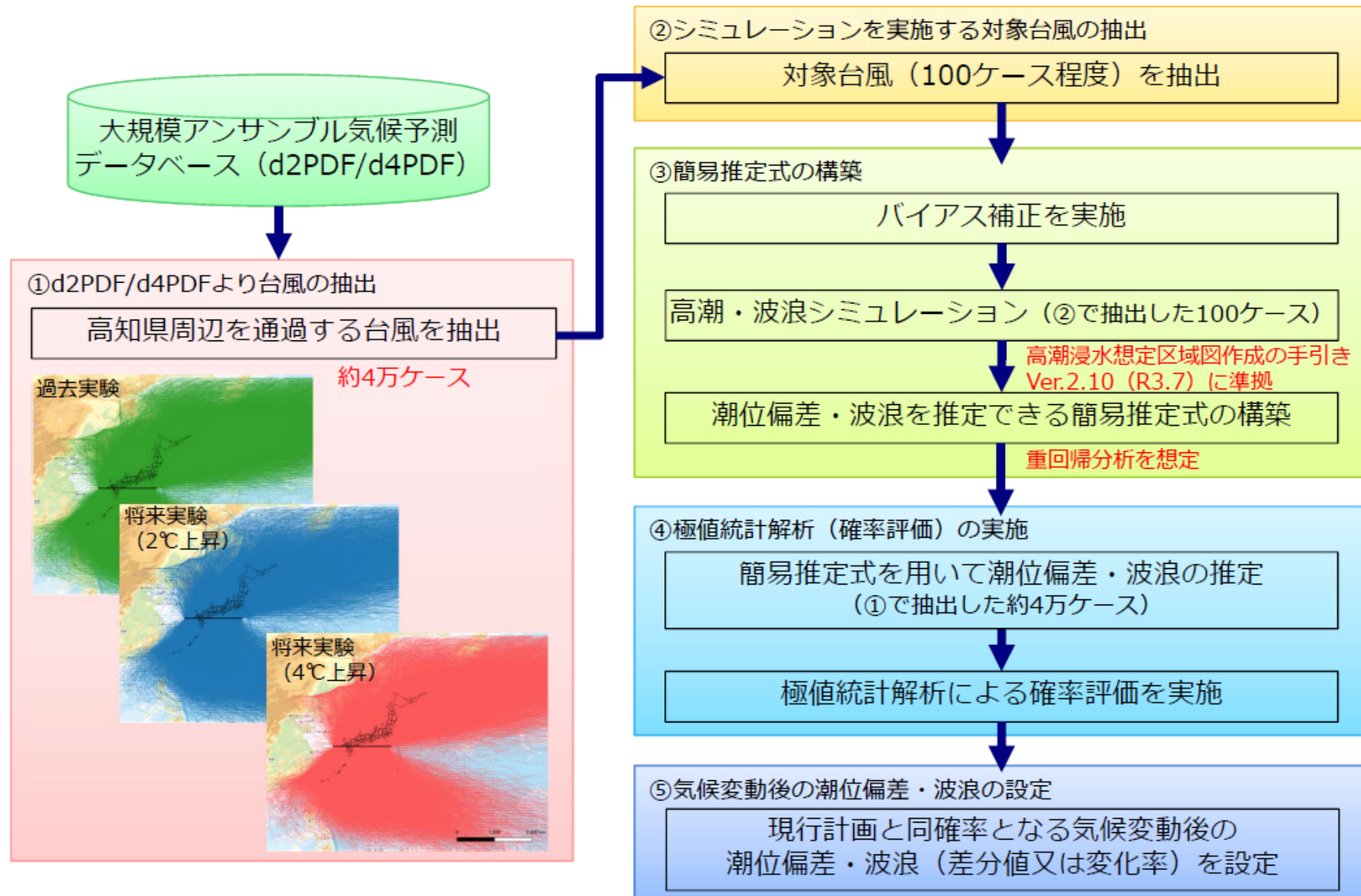
参考資料：土佐湾検討会の概要【予測手法の考え方】

④気候変動を踏まえた潮位偏差・波浪に関する予測手法の考え方(案)

	【基本】B-1全球気候モデル台風を活用する方法	【補足】A-1パラメトリック台風モデルを活用する方法
考え方	d2PDF/d4PDFで計算された台風を直接利用する方法。	経験的台風モデル等により、現行計画で設定されている想定台風に将来の気候変動（d2PDF/d4PDFより中心気圧の低下量を設定等）を考慮する方法。
適用条件	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。	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と組み合わせることで確率評価が可能。
当該地への適用上の課題	データ量が膨大であり、全ての台風を対象としたシミュレーションには長期間を要する（迅速性や他地域への適用の観点から全ての台風を対象とするのは実務的に困難である）。	- 現行計画では想定台風が設定されていない（波浪は確率評価、潮位偏差はM35.9.7の推定値であり台風時の中心気圧や経路等の条件が不明）。 - 仮想台風による設定であるため、得られる結果が過小・過大となる可能性がある。
課題を踏まえた検討方針(案)	■方針 - d2PDF/d4PDFの一部ケースを活用した簡易推定式の構築を行うなど、効率的な方法を検討する。 ■検討手順 - d2PDF/d4PDFより、高知県周辺を通過する台風を抽出（約4万ケースを想定）。 ①の中から、シミュレーションを実施する対象台風（実務上で現実的な100ケース程度を想定）を設定。 - バイアス補正を行った上で、②で設定した対象台風によるシミュレーションを実施し、得られた計算結果をもとに、算定した潮位偏差・波浪を推定できる簡易推定式（重回帰分析を想定）を構築。 ①で抽出した全台風（約4万ケースを想定）を対象に、③の簡易推定式を用いて評価地点の潮位偏差・波浪を算出し、極値統計解析（確率評価）を実施。 - 現行計画と同確率となる気候変動後の潮位偏差・波浪を設定（気候変動前後の差分値又は変化率を現行計画値に考慮することなどを想定）。	■方針 - 近年の実績台風より想定台風を設定し、将来の気候変動を考慮した推算を行うなど、簡易な方法を検討する。 ■検討手順 - 近年最大の台風を対象に、台風の中心気圧を変化させたシミュレーションを実施し、現行計画と同程度の潮位偏差・波浪を生起させる台風の中心気圧（想定台風の条件）を設定。 - 気象庁ベストトラックデータより、高知県周辺を通過した実績台風の中心気圧を抽出（合計355ケース）。 ②の中心気圧を基に極値統計解析（確率評価）を行い、①で設定した想定台風（中心気圧）の生起確率を設定。 - d2PDF/d4PDFより、高知県周辺を通過する台風を抽出（約4万ケースを想定）。 ④の抽出結果より、③の生起確率に相当する現在気候と将来気候における台風の中心気圧を比較して、現在気候に対する将来気候の中心気圧の変化量（比率）を設定。 ①の想定台風⑤の比率を考慮したシミュレーションを実施し、気候変動後の潮位偏差・波浪を設定（気候変動前後の差分値又は変化率を現行計画値に考慮することなどを想定）。

参考資料：土佐湾検討会の概要【B-1手法：検討手順】

- 【基本】B-1全球気候モデル台風を活用する方法の検討手順イメージ（検討手順①～⑤）



● 潮位偏差・波浪を推定できる簡易推定式の構築イメージ(検討手順③)

■ 高潮・波浪シミュレーション結果(最大有義波高、最大潮位偏差)を目的変数、気圧・風データを説明変数とした重回帰分析を実施し、気圧・風の計算結果から、最大潮位偏差・最大有義波高を推定できる簡易推定式を構築する。

■ 簡易推定式のイメージ

$$\eta_{max} \text{ or } H_{max} = aP_{min} + b_0W_{max} + b_1W_{max}^2$$

目的変数：
潮位偏差、波浪

$$+ b_2W_{max,x} + b_3W_{max,y} + cP_{cmin}$$

$$+ d_0V_t + d_1V_t^2 + d_2V_{t,x} + d_3V_{t,y} + e\left(\frac{R_{min}}{R_0}\right) + f$$

説明変数：台風諸元（移動速度、台風半径、中心気圧等）、
気圧・風場の推算結果（最低海面気圧、最大風速等）

η_{max} ：最大潮位偏差

H_{max} ：最大有義波高

P_{cmin} ：接近中の中心気圧の最低値

P_{min} ：対象地点の中心気圧

V_t ：対象地点接近時の台風移動速度（ x, y はそれぞれ x 成分、 y 成分を示す）

R_{min} ：対象地点接近時の距離

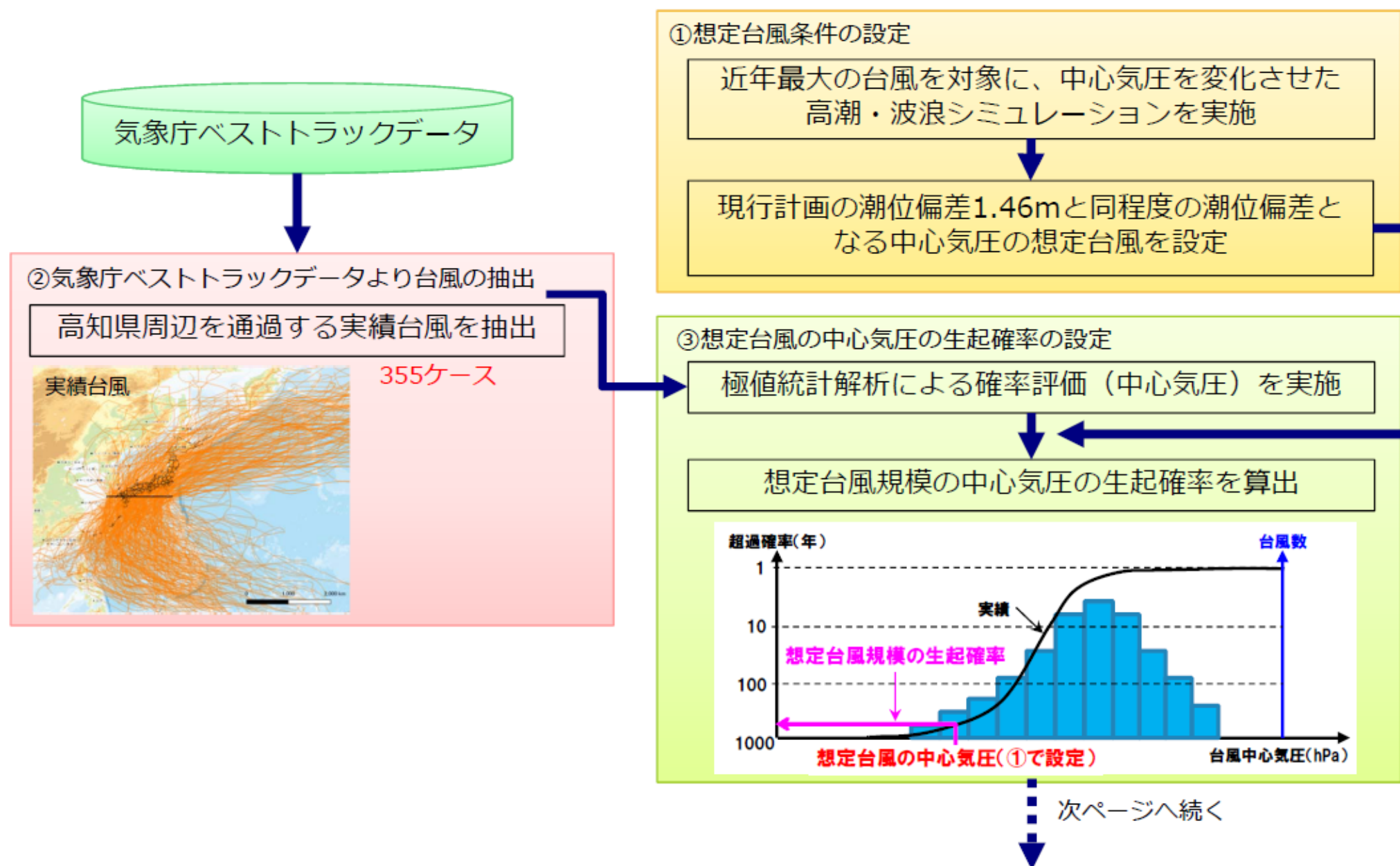
W_{max} ：対象地点の最大風速（ x, y はそれぞれ x 成分、 y 成分を示す）

R_0 ：対象地点接近時の台風半径

$a \sim e$ ：偏回帰係数

f ： y 切片

- 【補足】A-1パラメトリック台風モデルを活用する方法の検討手順イメージ(検討手順①～③)



- 【補足】A-1パラメトリック台風モデルを活用する方法の検討手順イメージ(検討手順④～⑥)

