
山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会

第2回【説明資料】

令和6年11月14日

山口県

1	本日まで議論していただきたい内容	・・・・・・・・ P2
2	気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について	・・・・・・・・ P4
3	第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要	・・・・・・・・ P7
4	高潮・波浪推算モデルの構築	・・・・・・・・ P11
5	気候変動を踏まえた計画外力の検討結果(中間報告)	・・・・・・・・ P29
6	今後の検討方針(案)	・・・・・・・・ P51

1. 本日議論していただきたい内容

本日議論していただきたい内容

■ 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果(案)について

➤ 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果(案)について

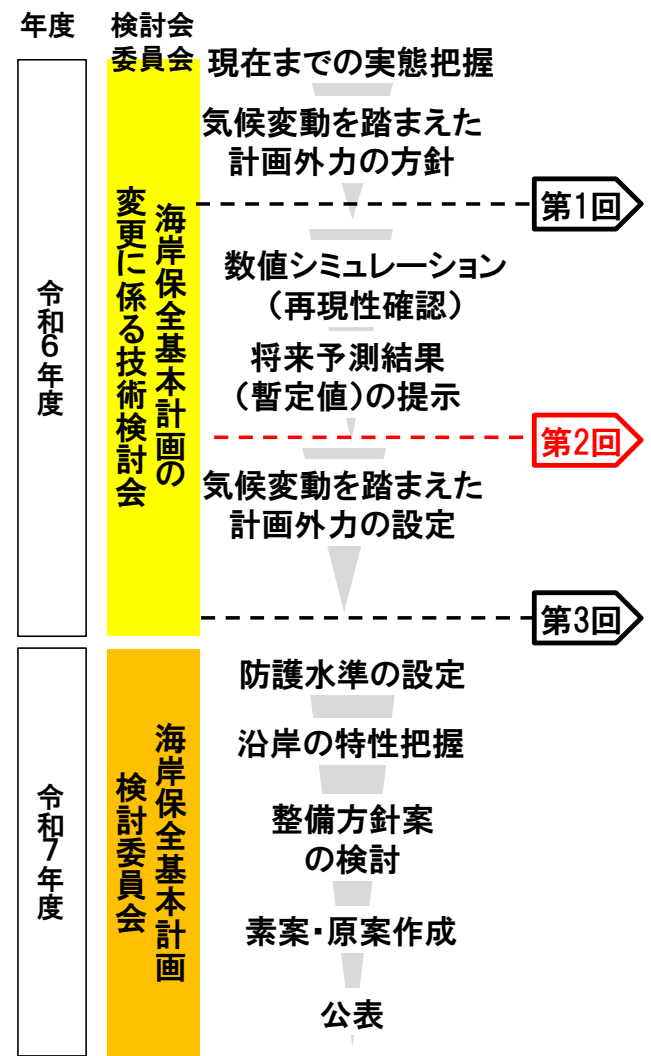
- ① P33: 気候変動を踏まえた朔望平均満潮位の設定結果
- ② P34-P43: 気候変動を踏まえた潮位偏差の設定に向けた検討結果
 - 想定台風・台風特性(経路・中心気圧)の設定方法
 - 潮位偏差の算定結果
 - 将来変化倍率の設定方法(平均値またはゾーン毎)
- ③ P44-49: 気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果
 - 長期間の確率統計による設計沖波と気候変動を考慮した想定台風(2°C上昇)による推算波高の比較結果
- ④ P50: 気候変動を踏まえた防護水準(案)の算定【山口南沿岸】
- ⑤ P51: 今後の検討方針(案)

2. 気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

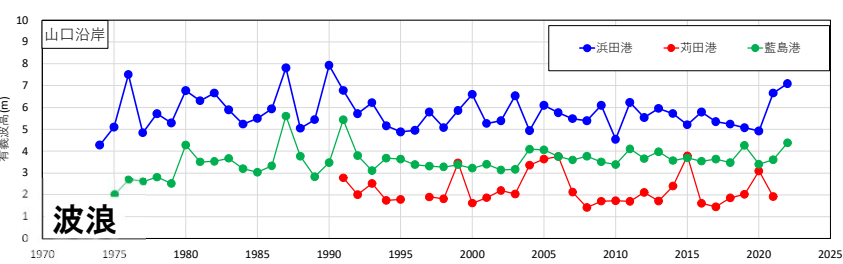
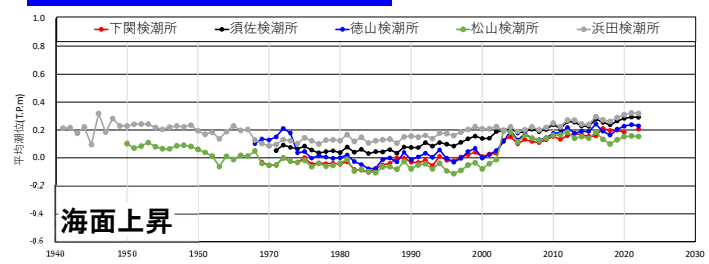
■海岸保全基本計画変更までの流れ

➤ 海岸保全基本計画変更に向けて、「気候変動の実態把握」、「外力の将来予測」等の検討を行い、気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画を作成する。



気候変動の実態把握

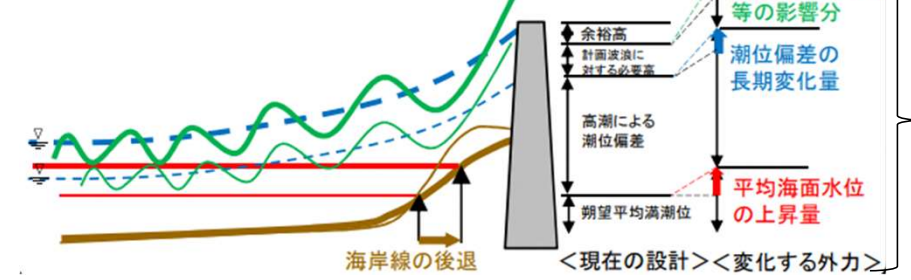
山口沿岸における気候変動の実態把握



外力の将来予測

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、防護水準の設定

■気候変動による外力変化イメージ



- ・気候変動を踏まえた計画外力
- ・防護水準の設定

海岸保全基本計画変更

気候変動の影響を踏まえ、山口沿岸の海岸保全に向け、基本計画の変更を行う
地域リスクを共有し、関係機関、まちづくり関係者と連携



- 海岸保全に気候変動影響を適切に見込む
- 防護に加え環境や利用も含め総合的な対策を検討し、将来における山口沿岸の望ましい姿を盛り込む

気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

■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			
		10月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3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					■	■					
防護水準(案)の算定							■				
海岸保全基本計画の改定								■	■	■	●
委員会	海岸保全基本計画変更 に係る技術検討会				● 第1回 7/18	● 第2回 11/14	● 第3回				
	海岸保全基本計画検討 委員会							● 第1回	● 第2回	● 第3回	

パブリック
コメント
公表

3. 第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の

議事概要

第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要

■第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要

➤ 第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会において議論していただいた内容を以下に示す。

No.	第1回技術検討会で議論していただいた内容	確認結果
1	気候変動シナリオ（海岸保全の目標）	■ 2°C上昇相当を基本とすることです承を得た。
2	気候変動の検討時点の設定（目標とする年）	■ 2100年を目標として計画外力を更新することです承を得た。
3	将来予測される平均海面水位の上昇量の設定	■ 将来想定される海面上昇量は「日本の気候変動2020」に記載されている2°C上昇シナリオの平均値0.39mとすることです承を得た。
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	■ 潮位偏差及び波浪の将来変化倍率を算出する方法として、A-1:パラメトリック台風モデル手法で検討を進めることです承を得た。
5	気候変動を踏まえた設計津波の設定に向けた検討方針	■ L1津波を対象に設計津波水位を検討し、将来の設計津波水位は海面上昇量分を現在設定されている津波水位に加算する方法で算出することです承を得た。

第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要

9

■第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会の議事概要

➤ 第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会における委員からの主な意見・確認事項とそれらに対する対応方針を示す。

No.	意見・確認事項	対応方針
1	【柴田委員】 潮位、潮位偏差、波浪などの観測局が一様ではなく、県外も多く含まれているのは、長期の海象観測データが収集できる観測局が少ないからということに理解したが、可能な範囲で多様なデータから検討することが望ましい。	【山口県回答】 県内及び近県の海象観測データ収集を図り、検討結果の妥当性向上に努める。
2	【篠崎委員】 気象庁が公表している潮位上昇の傾向としては、1980年ごろから上昇傾向が見られると整理しており、山口県周辺の潮位上昇傾向とは概ね一致していると考えられる。	【山口県回答】 山口県周辺において潮位が上昇している傾向が確認できたことから、海面上昇量は、「日本の気候変動2020」の2℃上昇シナリオの平均値である0.39mを基本に検討を進める。
3	【朝位委員】 4℃上昇シナリオで検討を進めた場合、将来の対策規模が非現実的になる可能性があり、また日本としても温暖化対策をとることを基本としているため、2℃上昇シナリオを基本に検討を進めることが妥当と考えられる。	【山口県回答】 2℃上昇シナリオを基本として、検討を進める。
4	【三浦委員長】 波浪高潮推算の手法について、検討結果の妥当性の検証の観点から、「A：想定台風」、「B：不特定多数の台風モデル」の手法を併用して検討することが望ましいとされているが、時間などの制約もあることから、A-1:パラメトリック台風モデル手法を基本とするが、最新の検討事例を収集し、慎重に進めていくこととする。	【山口県回答】 近隣県の検討事例や港湾における気候変動適応策の実装方針等の検討資料を参考に、山口県での潮位偏差・波浪の将来予測値についての妥当性を検討する。 【対応結果を次頁に整理】

先行事例の潮位偏差・波高の算定結果

■先行事例の潮位偏差・波高の将来変化倍率の算定結果

- 近隣県の検討事例(公表資料)や港湾における気候変動適応策の実装方針等の検討資料を収集し、潮位偏差・波高の将来変化倍率の算定結果を整理した。
- 山口県の検討手法と異なる場合もあるが、以下の公表値等を参考に山口県での潮位偏差・波浪の将来予測値についての妥当性を検証する。

先行事例の潮位偏差・波高の算定結果

	潮位偏差	波高	検討手法
愛媛県	最大:1.007~1.089倍	平均:1.00~1.02倍 最大:1.03~1.05倍	潮位偏差:パラメトリック台風モデル 波高:全球気候モデル台風
高知県	1.12倍	1.02倍	潮位偏差・波高:全球気候モデル台風
島根県	1.13倍	1.00~1.09倍	潮位偏差・波高:パラメトリック台風モデル
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※1	南沿岸:1.01倍 北沿岸:1.07倍	南沿岸:1.02倍 北沿岸:1.06倍	—

将来変化比
潮位偏差 波高

※1: 山口県沿岸以外を含めた領域も含む

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)

※潮位偏差の将来変化比は、標準的な値として、再現期間100年の場合を示す。
 ※波高の将来変化比は、再現期間50年の場合(50年確率波高)を示す。
 ※将来変化比が「1」未満の場合は、現況と同じ波高を用いるため「1」とする。
 ※潮位偏差と波高の将来変化比が北海道から九州に向かって増加している要因は、台風等による海面気圧の低下や風速の将来変化比が北海道から九州に向かって増大しているためと考えられる。

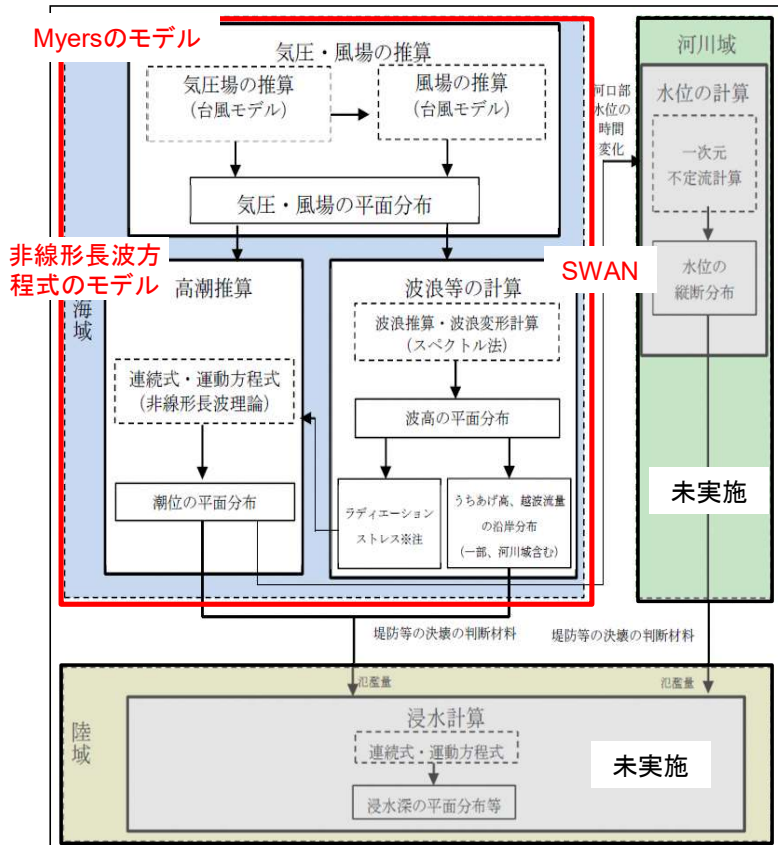
出典: 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会, 令和6年3月14日公表

4. 高潮・波浪推算モデルの構築

高潮・波浪推算モデルの構築

■高潮・波浪推算モデルの検証条件

- ▶ 高潮・波浪推算に用いるモデルの精度検証を行うため、山口県沿岸で顕著な高波・高潮を発生させた擾乱(南沿岸:T9119、T9918、T0418、T1515、北沿岸:T9119、T0314、T2009、T2214)を対象に、モデルの再現性確認を行った。
- ▶ 計算格子間隔は、計算負荷を抑えるため、影響評価に十分な精度を確保できる計算格子間隔を感度分析で決定し、風速変換係数(C1, C2)を検証計算の結果より設定する。



設定項目	本検討での高潮推算の設定内容
計算モデル	気圧場・風場: 台風モデル(Myersの式) 波浪推算: スペクトル法(SWAN) 高潮推算: 非線形長波モデル
検証台風	南沿岸 T9119、T9918、T0418、T1515 北沿岸 T9119、T0314、T2009、T2214
計算時間	台風に応じて設定
計算時間間隔	C.F.L.条件を満たすように設定
計算格子間隔	2430m→810m→270m→90m→30m… ※最小計算格子は感度分析により設定
構造物条件	設定なし
河川流量	設定なし
台風中心気圧	実績台風の中心気圧
風速変換係数 C1,C2	検証計算の結果より設定
初期潮位	台風襲来時の平均潮位

■気圧場の推算モデル (Myersの式)

$$P(r) = P_c + \Delta P \exp\left(-\frac{r_0}{r}\right)$$

r : 台風中心からの距離、 $P(r)$: 地点における気圧
 P_c : 台風中心の気圧、 ΔP : 台風の中心示度
 r_0 : 台風半径(最大旋衡風速半径)

■風場の推算モデル

$$U_{10} = V_1 \cos(\beta - 60^\circ) + V_2 \cos(90^\circ - \beta + \theta)$$

$$U_1(r) = -\frac{rf}{2} + \sqrt{\left(\frac{rf}{2}\right)^2 + \frac{\Delta P r_0}{\rho_a r} \exp\left(-\frac{r_0}{r}\right)}$$

$$U_2(r) = \frac{U_1(r)}{U_1(r_0)} V_T, \quad V_2 = C_2 U_2(r)$$

$$V_1 = C_1 U_1(r), \quad V_2 = C_2 U_2(r)$$

U_1 : 傾度風速、 U_2 : 台風の進行によって生じる風速
 f : コリオリ力、 ρ_a : 空気の密度、 V_T : 台風の移動速度
 β : 対象地点における風向きと台風中心方向のなす角度
 θ : 台風中心から対象地点までの角度

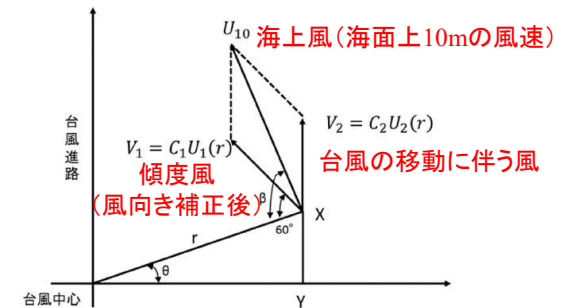


図 22 海上風算出の模式図

出典:「高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver.2.11 令和5年4月p51

※赤字で使用モデル名を記載、赤枠内本検討対象フロー

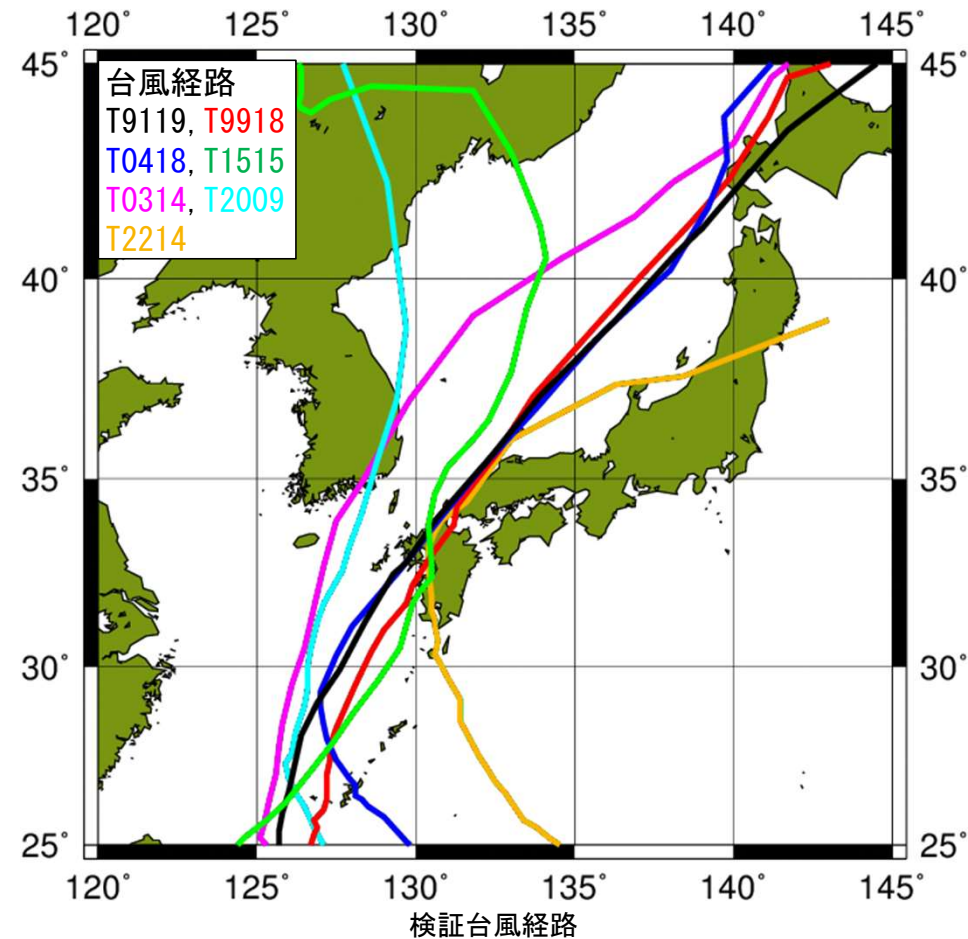
高潮・波浪推算モデルの構築

■ 検証台風の設定根拠

▶ 高潮・波浪推算に用いるモデルの精度検証を行うため、山口県沿岸で顕著な高波・高潮を発生させた気象擾乱(南沿岸:T9119、T9918、T0418、T1515、北沿岸:T9119、T0314、T2009、T2214)を対象に、モデルの再現性確認を行う。再現性の確認は、山口県沿岸の各観測所で潮位偏差、有義波高に着目して行う。

山口南沿岸・北沿岸における検証台風の設定根拠

	検証対象台風	検証対象とした根拠	高潮浸水想定 検証台風
南沿岸	1991年(平成3年) 台風19号(T9119)	■ 浜田港・藍島港で第1位の有義波高を観測 ■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生	◎
	1999年(平成11年) 台風18号(T9918)	■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生 ■ 山口南沿岸の計画外力(潮位偏差)に使用	◎
	2004年(平成16年) 台風18号(T0418)	■ 山口北・南沿岸で第1位の潮位偏差を観測(山口県高潮防災システムによる観測) ■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生	◎
	2015年(平成27年) 台風15号(T1515)	■ 久賀潮位観測所で第1位の潮位偏差を観測(山口県高潮防災システムによる観測) ■ 苅田港で第1位の有義波高を観測	×
北沿岸	1991年(平成3年) 台風19号(T9119)	■ 浜田港・藍島港で第1位の有義波高を観測 ■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生	◎
	2003年(平成15年) 台風14号(T0314)	■ 須佐で第1位、浜田港で第3位の潮位偏差を観測	×
	2020年(令和2年) 台風09号(T2009)	■ 須佐で第3位、浜田港で第1位の潮位偏差を観測	×
	2022年(令和4年) 台風14号(T2214)	■ 浜田港で第2位の有義波高を観測	×

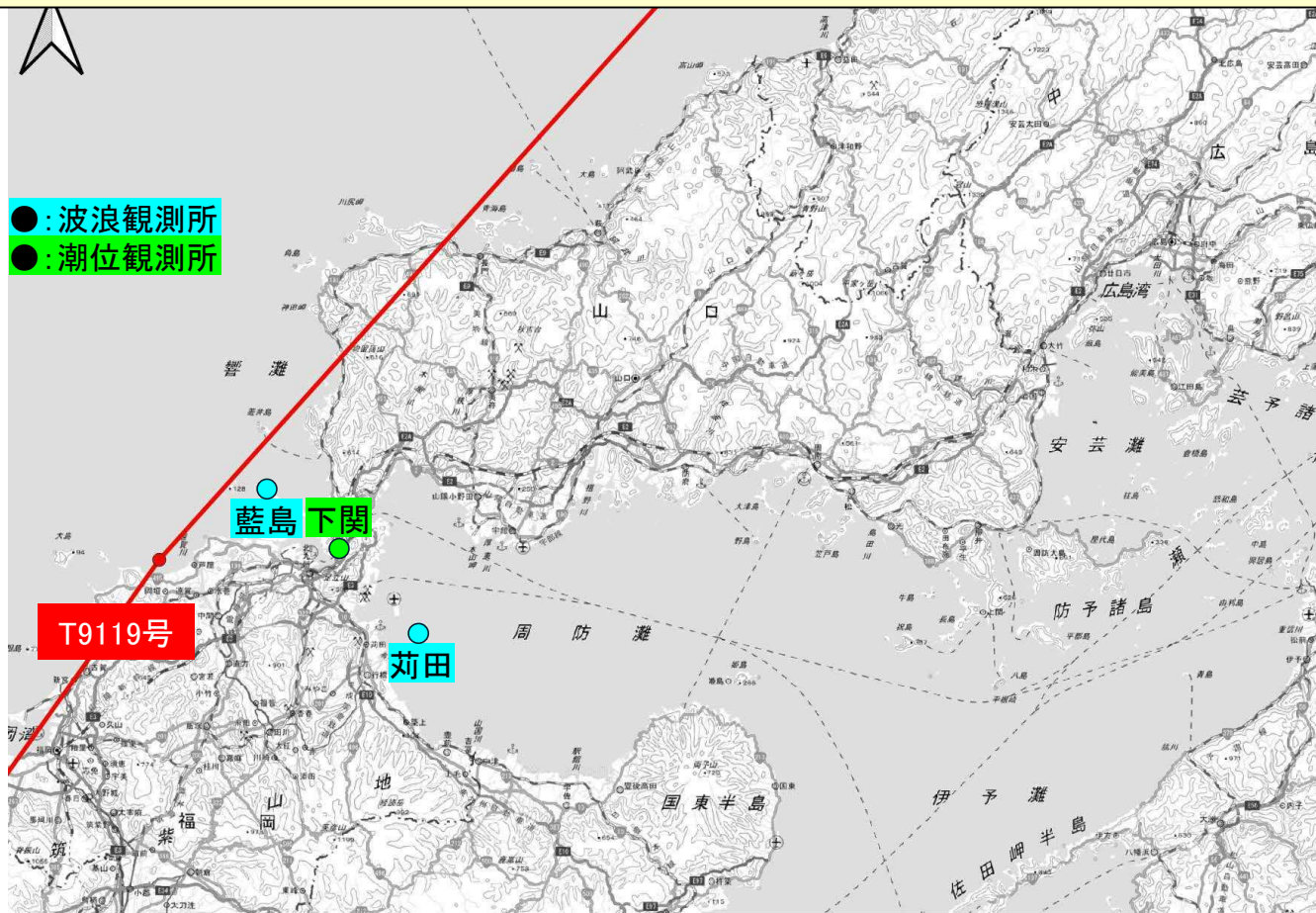


検証台風経路
(南沿岸:T9119、T9918、T0418、T1515、北沿岸:T9119、T0314、T2009、T2214)

高潮・波浪推算モデルの構築【山口南沿岸】

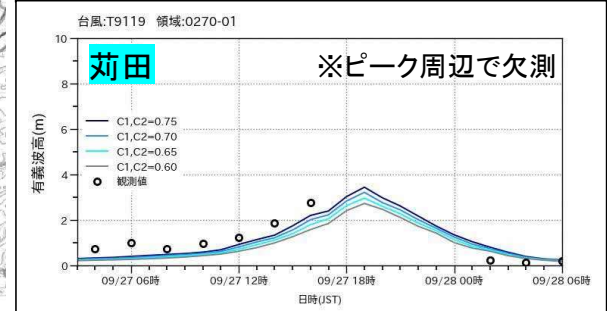
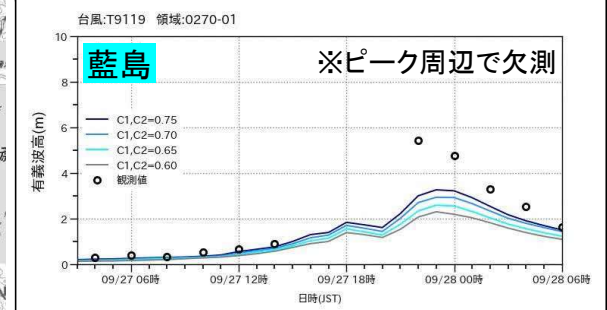
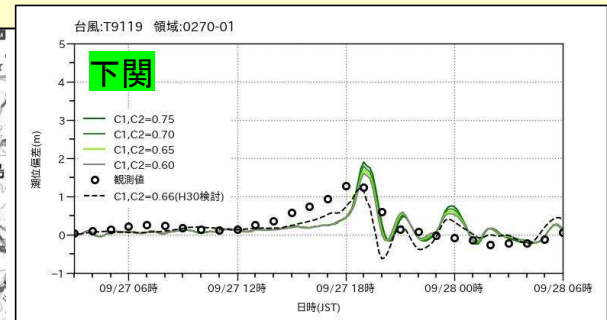
■シミュレーションモデルの検証(T9119号)

- ▶ T9119号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。 ※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差は、風速変換係数(C1・C2)0.60~0.75の間で概ね変化傾向をとらえていることを確認した。波高は、藍島・苅田の観測値がピーク周辺で欠測しているため、評価が難しいが、藍島では若干過小となっている。



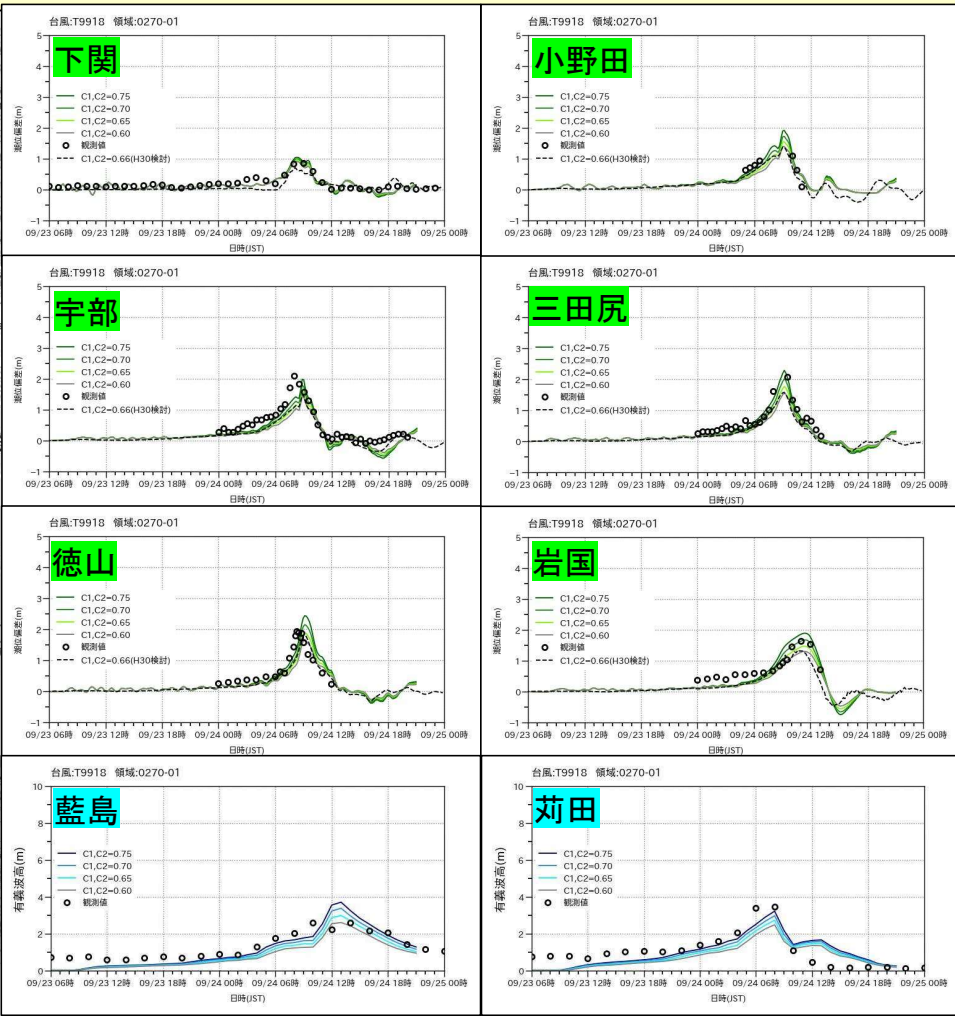
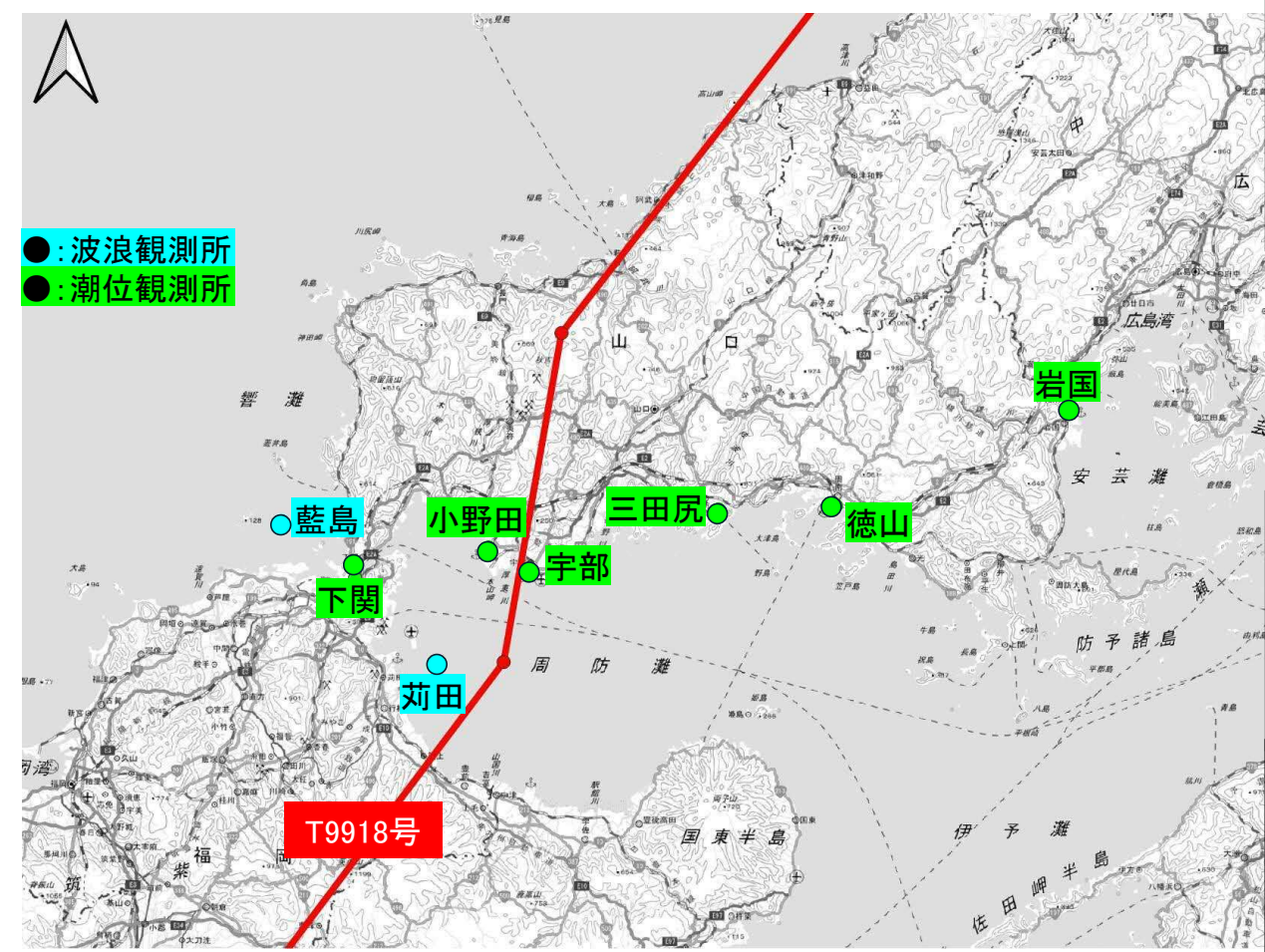
● : 波浪観測所
● : 潮位観測所

T9119号



■シミュレーションモデルの検証(T9918号)

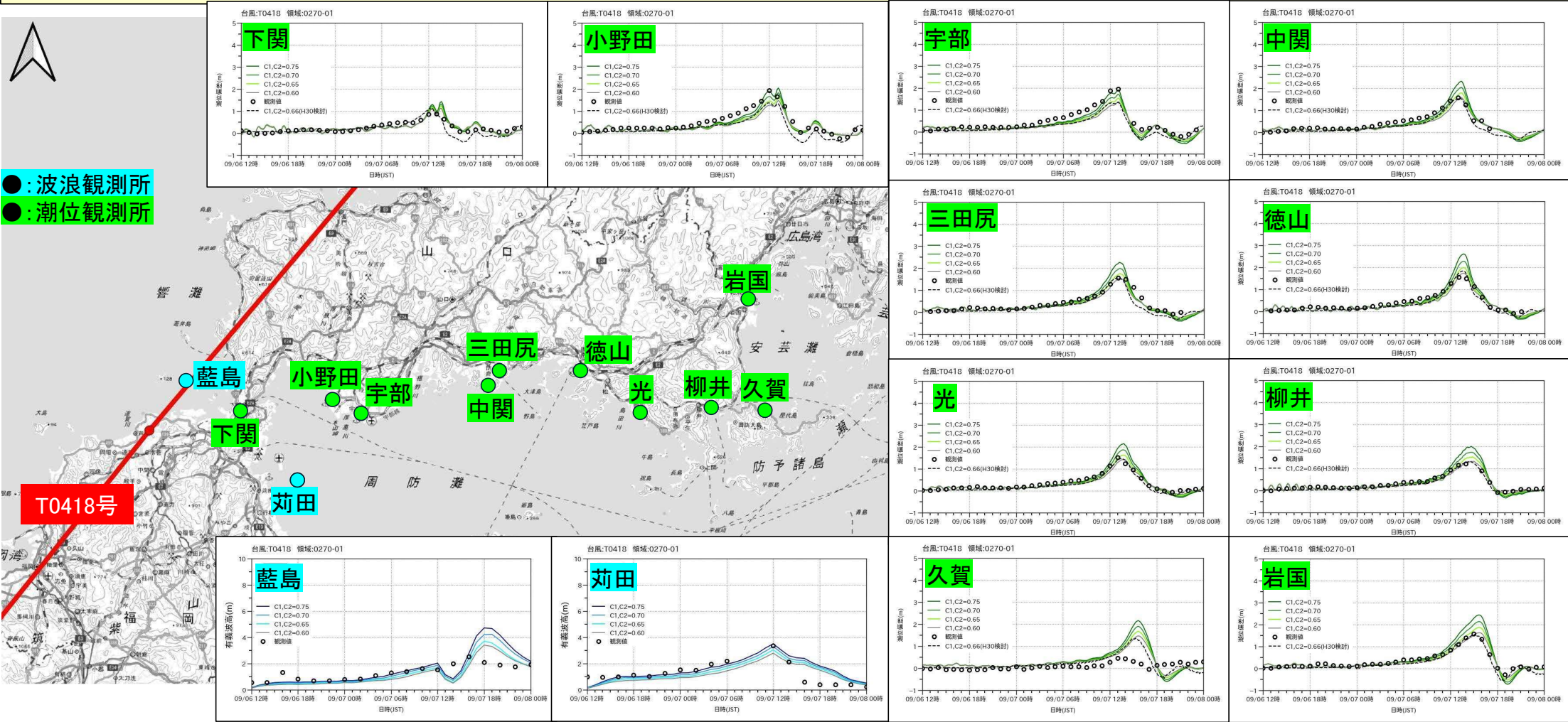
▶ T9918号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
 ▶ 潮位偏差・波高は、風速変換係数(C1・C2)0.60~0.75の間で概ね変化傾向をとらえていることを確認した。



高潮・波浪推算モデルの構築【山口南沿岸】

■シミュレーションモデルの検証(T0418号)

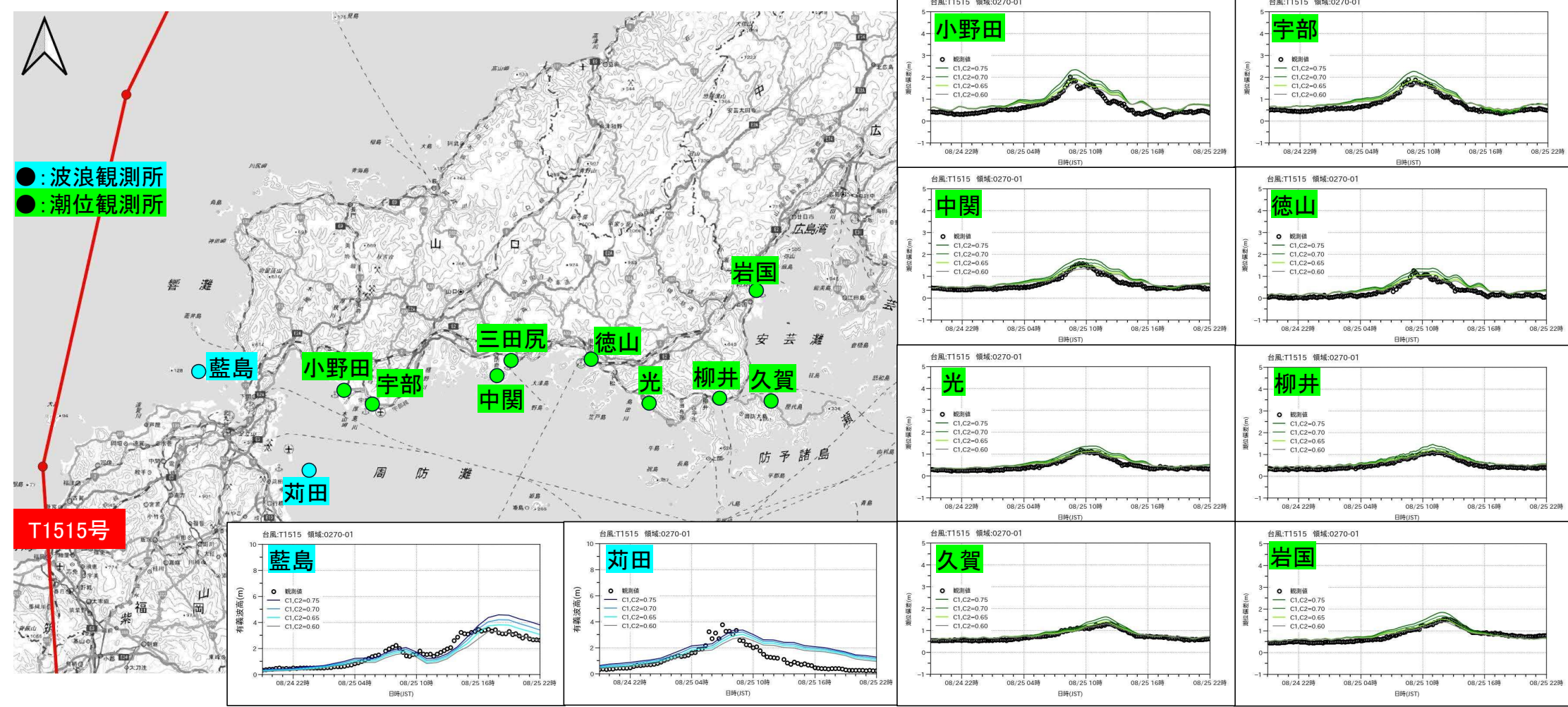
- ▶ T0418号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差・波高は、風速変換係数(C1・C2)0.60~0.75の間で概ね変化傾向をとらえていることを確認した。



高潮・波浪推算モデルの構築【山口南沿岸】

■シミュレーションモデルの検証(T1515号)

- ▶ T1515号襲来時の潮位偏差、の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差・波高は、風速変換係数(C1・C2)0.60~0.75の間で概ね変化傾向をとらえていることを確認した。



●: 波浪観測所
●: 潮位観測所

T1515号

高潮・波浪推算モデルの構築【山口南沿岸】

■検証計算結果(二乗平均平方根誤差:RMSE)

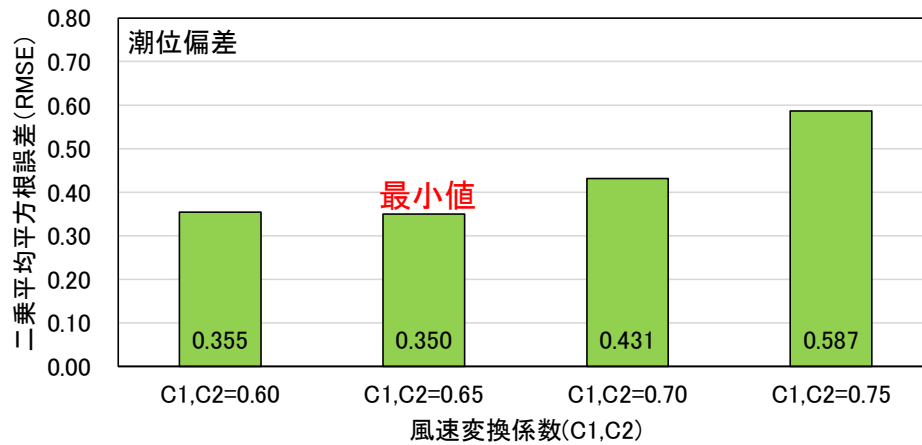
- 計算値と観測値のピーク値について、二乗平均平方根誤差(RMSE)を整理した。
- 検証台風のT9119、T9918、T0418、T1515の全てを対象とした場合、風速変換係数C1・C2が0.65のときに、RMSEが最も小さくなったため、**C1・C2=0.65**を採用

潮位偏差の二乗平均平方根誤差(RMSE)

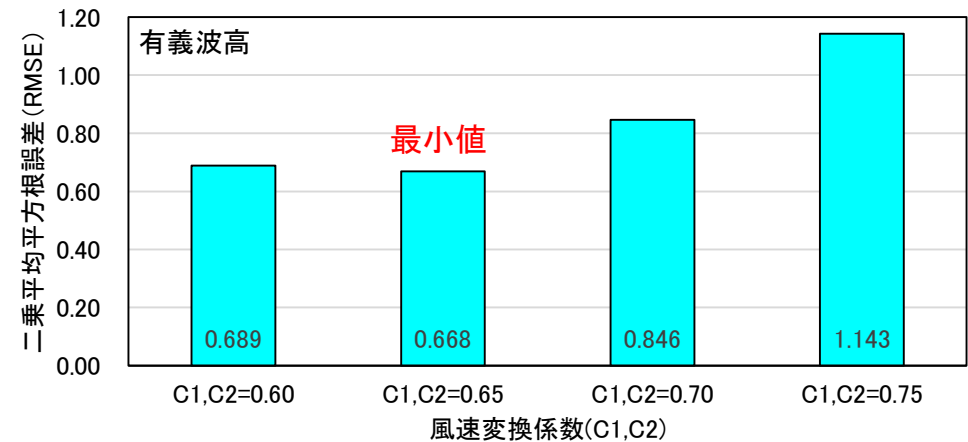
T9119,T9918, T0418,T1515	各台風の二乗誤差の合計値										合計	個数	二乗平均平方根 誤差 (RMSE)
	下関	小野田	宇部	中関	三田尻	徳山	光	柳井	久賀	岩国			
推算値(C1,C2=0.60)	0.16	0.41	0.88	0.06	0.27	0.18	0.03	0.01	0.99	0.16	3.15	25	0.355
推算値(C1,C2=0.65)	0.28	0.31	0.47	0.05	0.13	0.20	0.01	0.09	1.42	0.10	3.06	25	0.350
推算値(C1,C2=0.70)	0.46	0.41	0.21	0.18	0.18	0.52	0.12	0.28	2.03	0.26	4.65	25	0.431
推算値(C1,C2=0.75)	0.72	0.78	0.16	0.53	0.54	1.28	0.42	0.62	2.84	0.73	8.62	25	0.587

有義波高の二乗平均平方根誤差(RMSE)

T9119,T9918, T0418,T1515	各台風の二乗誤差の合計値		合計	個数	二乗平均平方根 誤差 (RMSE)
	藍島	苅田			
推算値(C1,C2=0.60)	0.77	2.08	2.85	6	0.689
推算値(C1,C2=0.65)	1.65	1.03	2.68	6	0.668
推算値(C1,C2=0.70)	3.88	0.41	4.29	6	0.846
推算値(C1,C2=0.75)	7.70	0.14	7.84	6	1.143



風速変換係数(C1,C2)とRMSEの関係(潮位偏差)

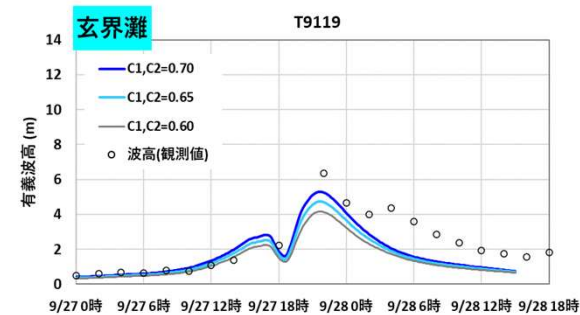
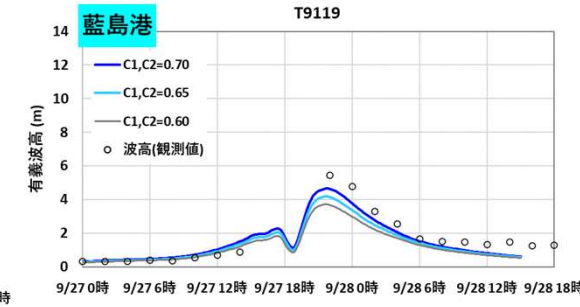
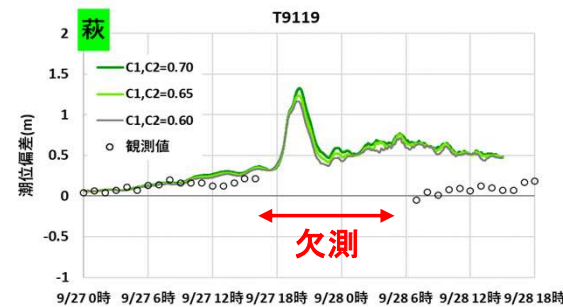
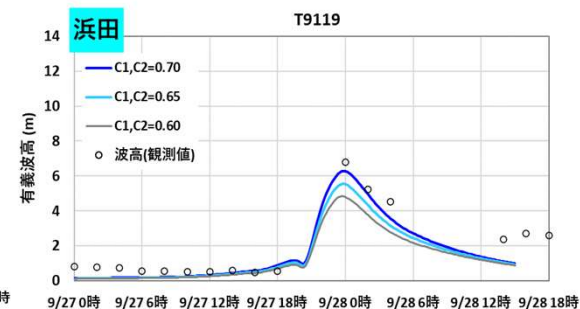
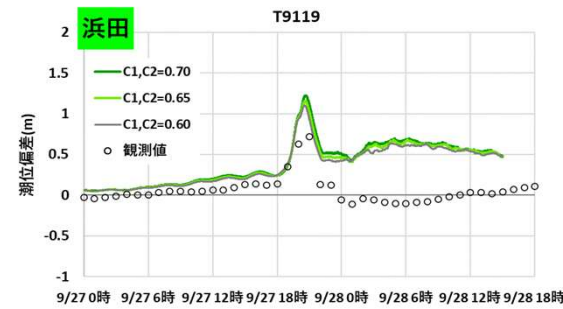
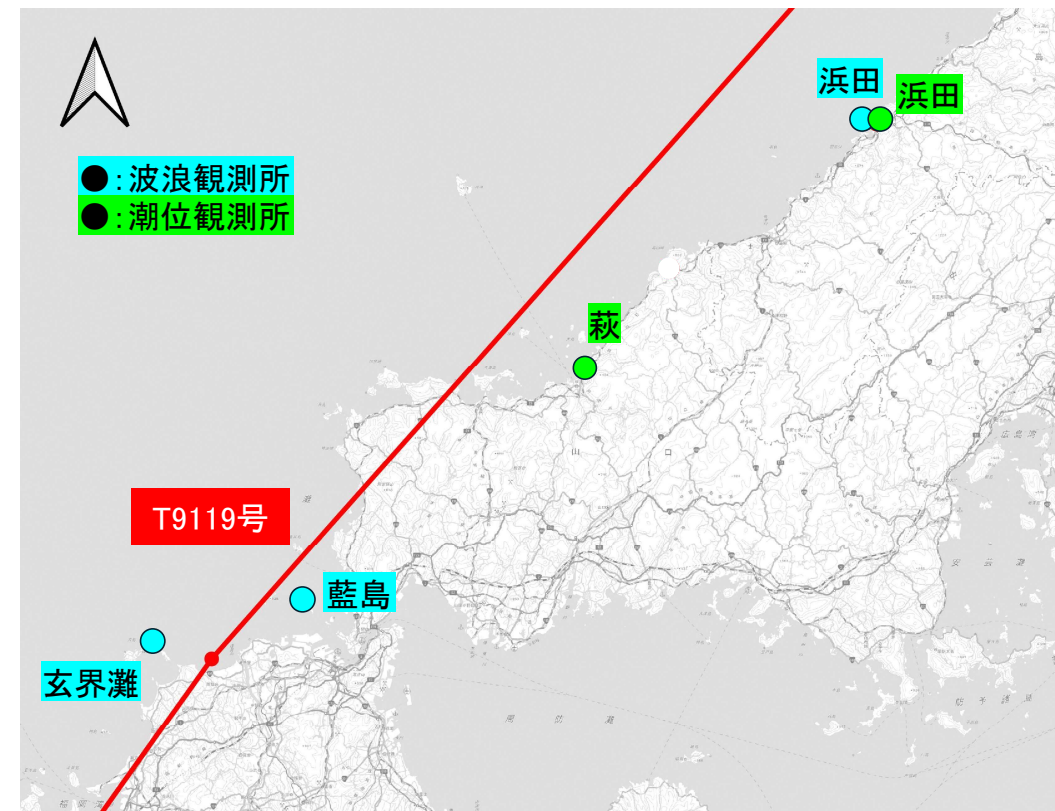


風速変換係数(C1,C2)とRMSEの関係(有義波高)

高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

■シミュレーションモデルの検証(T9119号)

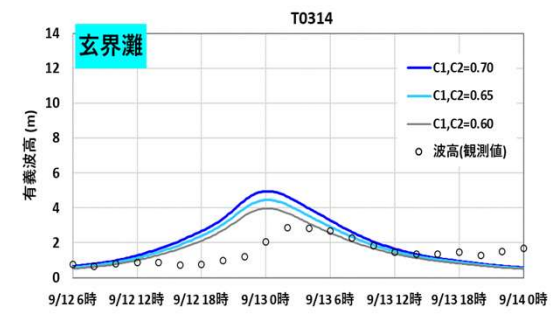
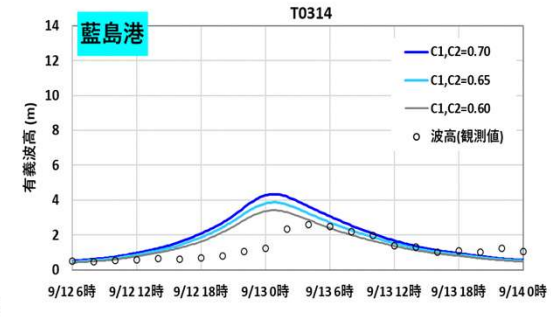
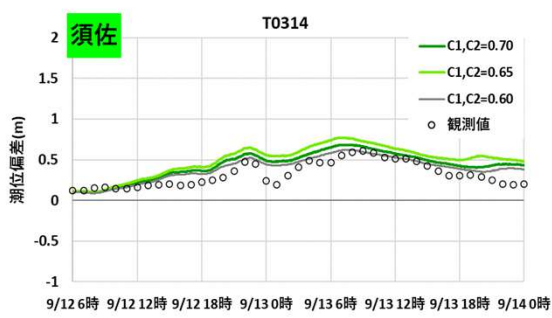
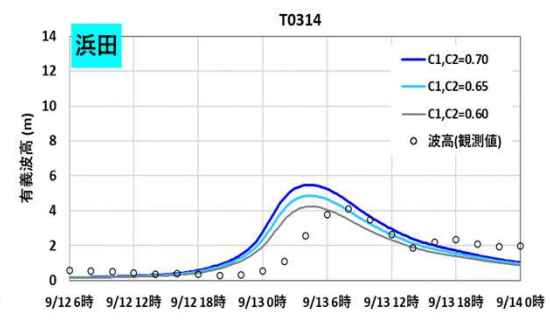
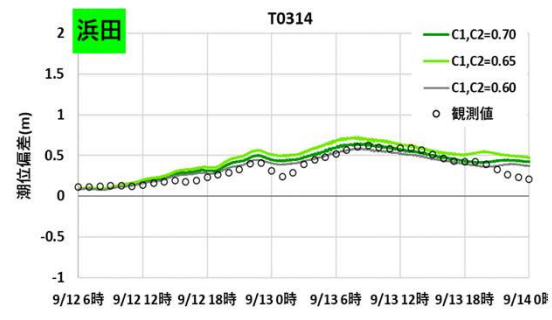
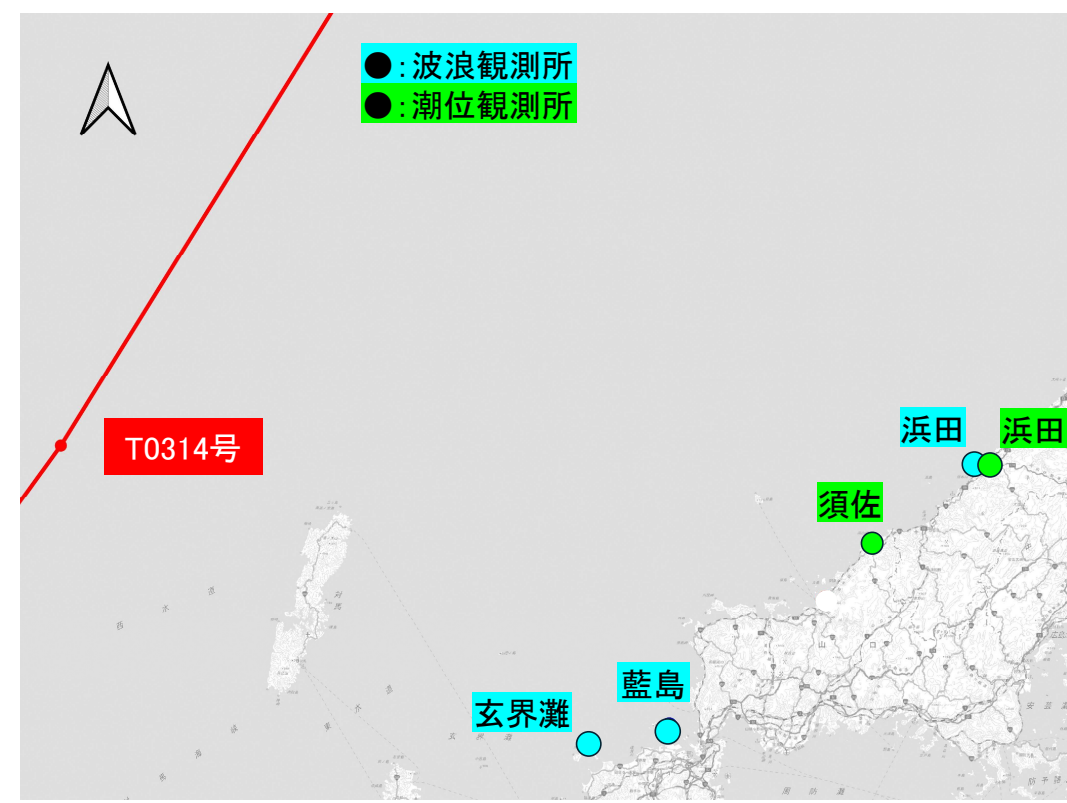
- ▶ T9119号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差は風速変換係数(C1・C2)を0.60~0.70で変更してもほぼ変化せず、波高は0.70とした場合に観測値と概ね傾向が合致することを確認した。



高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

■シミュレーションモデルの検証(T0314号)

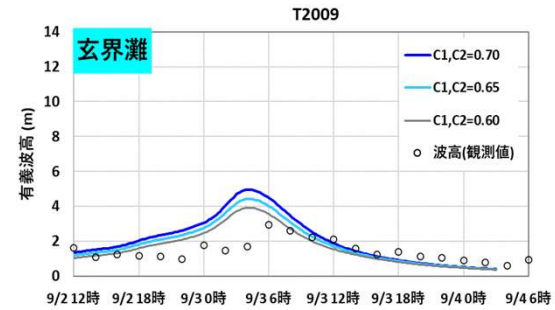
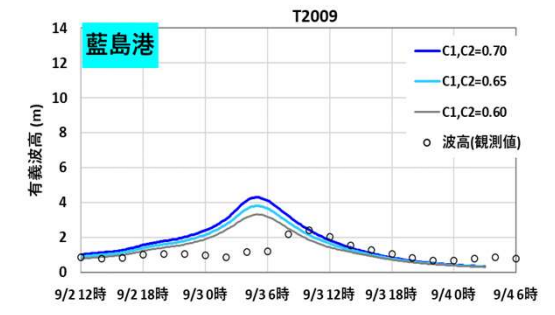
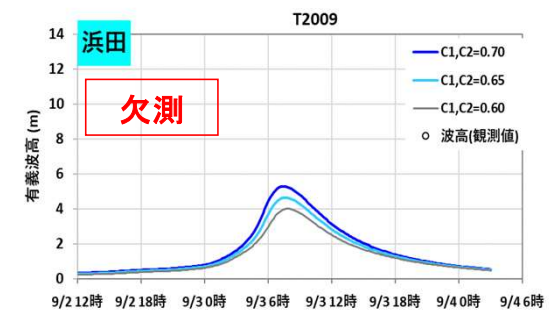
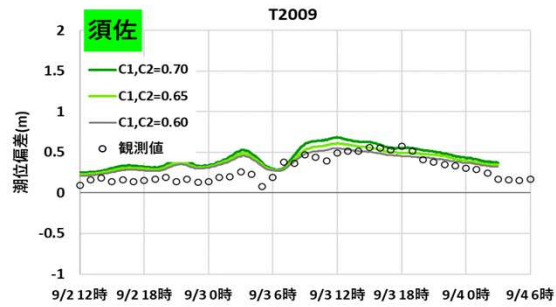
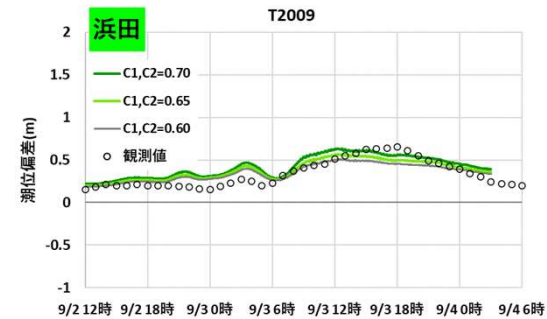
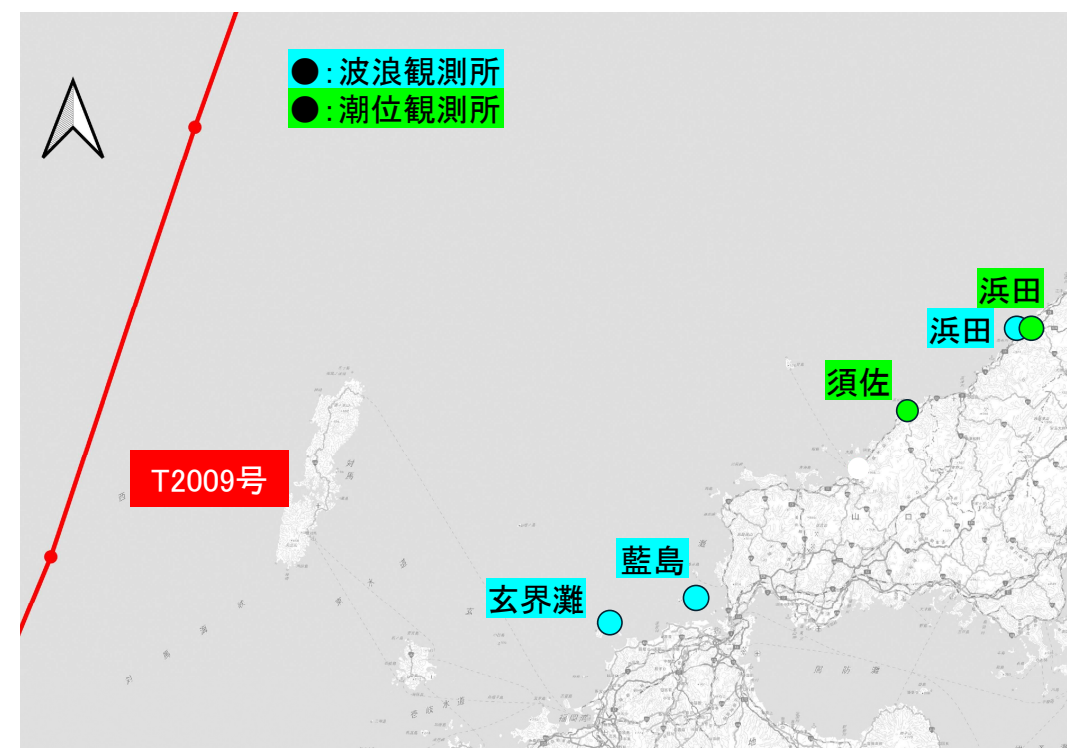
➤ T0314号の襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。 ※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
 ➤ 潮位偏差は風速変換係数(C1・C2)を0.60~0.70で変更してもほぼ変化せず、波高は0.60~0.70の間で概ね変化傾向をとらえていることを確認した。



高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

■シミュレーションモデルの検証(T2009号)

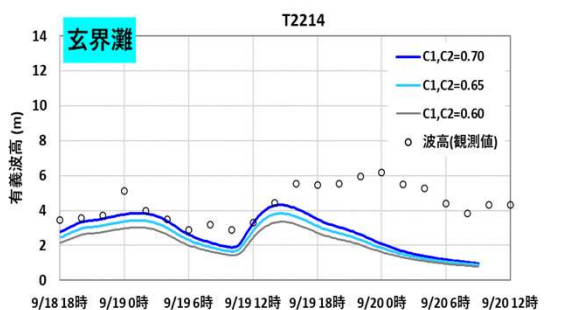
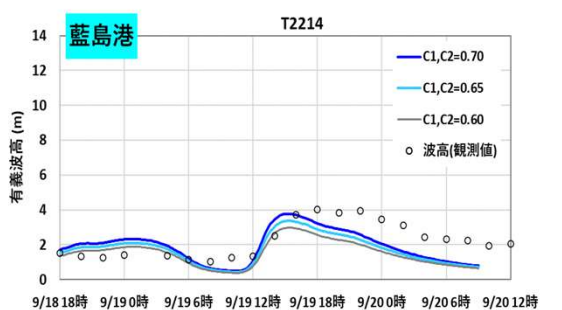
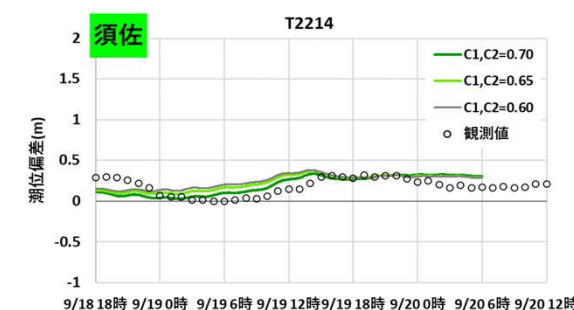
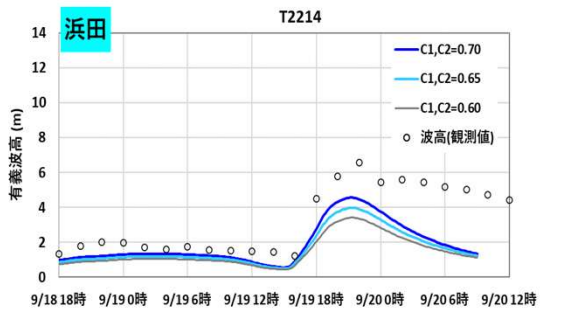
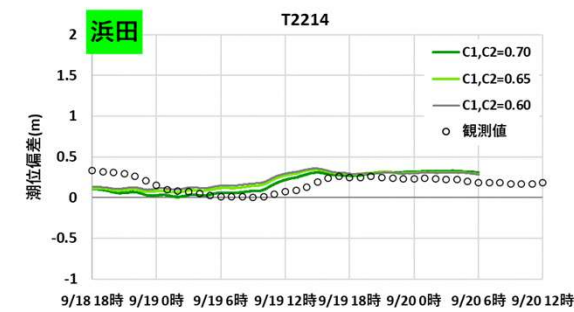
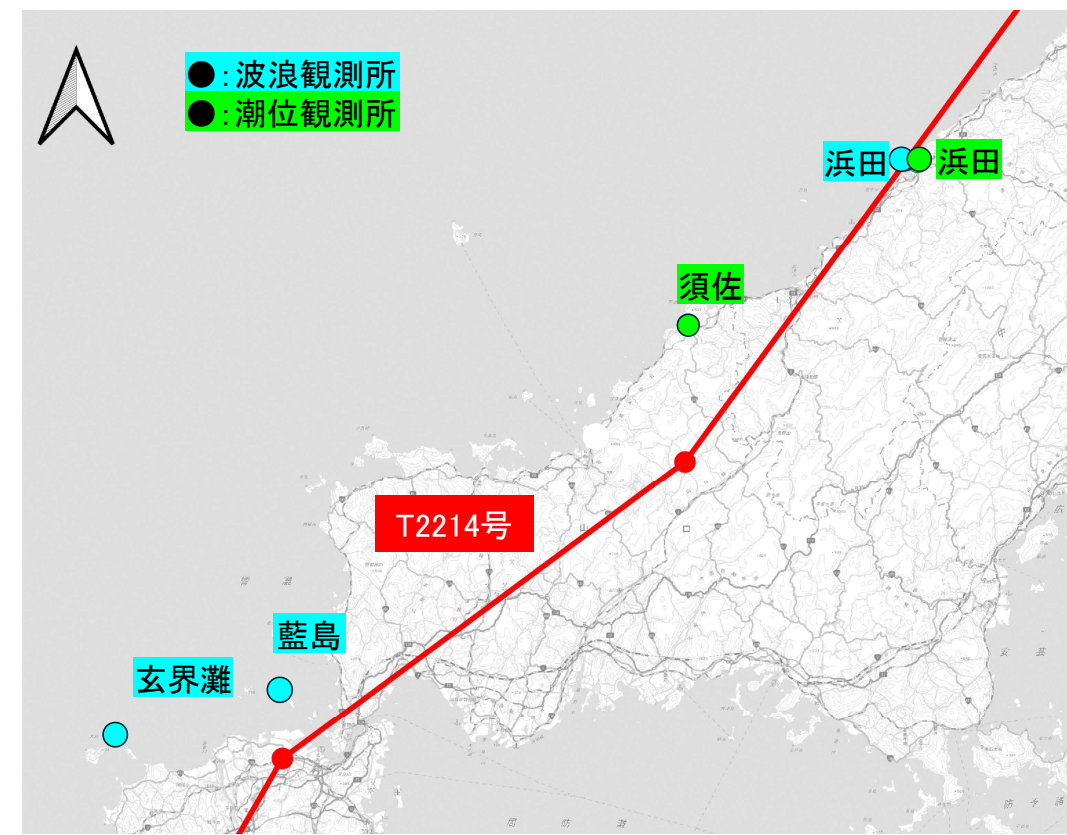
- ▶ T2009号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
- ▶ 潮位偏差は風速変換係数(C1・C2)を0.60~0.70で変更してもほぼ変化せず、波高は0.60~0.70の間で概ね変化傾向をとらえていることを確認した。



高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

■シミュレーションモデルの検証(T2214号)

▶ T2214号襲来時の潮位偏差、波高の観測値と計算結果の時系列グラフを以下に示す。 ※風速変換係数(C1・C2)の評価結果は後述
 ▶ 潮位偏差は風速変換係数(C1・C2)を0.60~0.70で変更してもほぼ変化せず、波高は0.70とした場合でもやや過小評価となることを確認した。これは、台風通過時の気圧配置が西高東低型となっており、台風以外の要因で波浪が発生しているためと考えられる。



高潮・波浪推算モデルの構築【山口北沿岸】

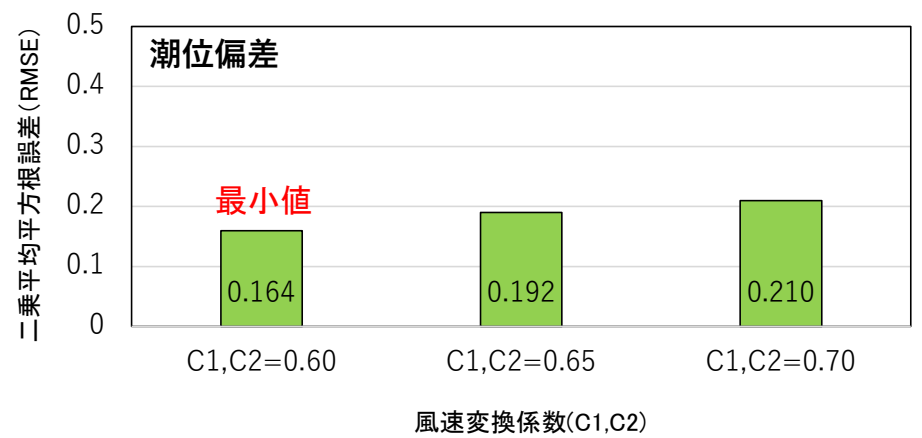
■検証計算結果(二乗平均平方根誤差:RMSE)

- 計算値と観測値のピーク値について、二乗平均平方根誤差(RMSE)を整理した。
- 検証台風のT9119、T0314、T2009、T2214の全てを対象とした場合、潮位偏差は風速変換係数C1・C2が0.60の場合、波高は0.70の場合にそれぞれRMSEが最も小さくなる。潮位偏差についてはC1・C2の値により大きく値が変化しないため、波高の再現性を重視して**C1・C2=0.70を採用**

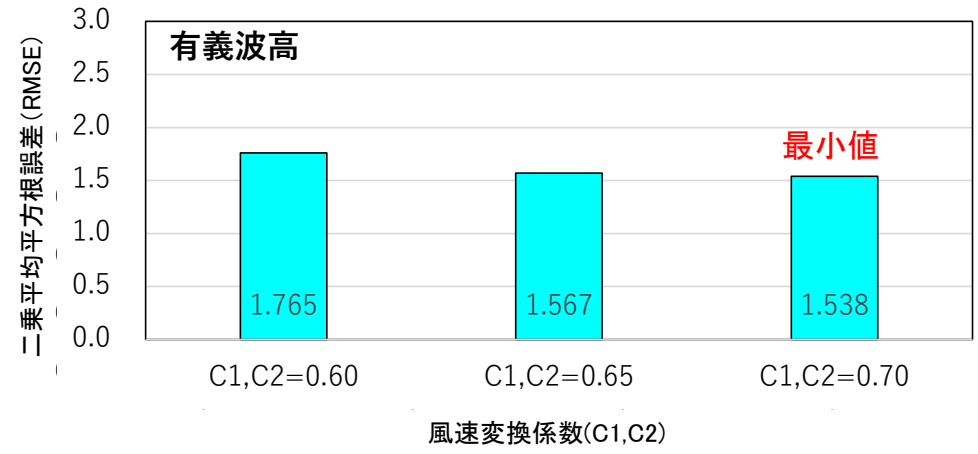
T9119,T0314, T2009,T2214	各台風の二乗誤差の合計値		合計	個数	二乗平均平方根 誤差 (RMSE)
	萩・須佐	浜田			
推算値(C1,C2=0.60)	0.007	0.181	0.188	7	0.164
推算値(C1,C2=0.65)	0.034	0.225	0.259	7	0.192
推算値(C1,C2=0.70)	0.033	0.276	0.309	7	0.210

有義波高の二乗平均平方根誤差(RMSE)

T9119,T0314, T2009,T2214	各台風の二乗誤差の合計値			合計	個数	二乗平均平方 根
	浜田	藍島港	玄界灘			
推算値(C1,C2=0.60)	13.851	5.515	14.885	34.251	11	1.765
推算値(C1,C2=0.65)	8.847	5.543	12.627	27.017	11	1.567
推算値(C1,C2=0.70)	6.226	7.247	12.538	26.010	11	1.538



風速変換係数(C1,C2)とRMSEの関係(潮位偏差)

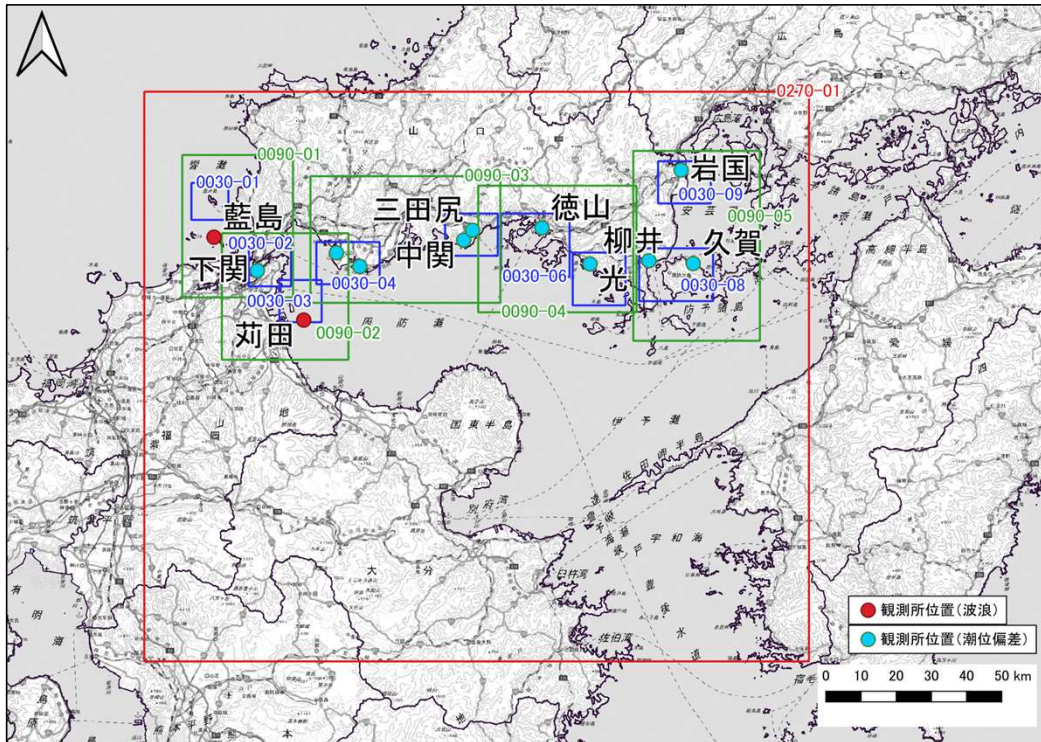


風速変換係数(C1,C2)とRMSEの関係(有義波高)

高潮・波浪推算モデルの構築

■最小メッシュサイズの感度分析

- ▶ 最小メッシュサイズを決めるために、最小メッシュサイズを270m、90m、30mとした3ケースについて、計算結果(潮位偏差、有義波高)を比較した。
 - ▶ メッシュサイズを細かくしても、計算精度が向上しない場合には、計算負荷削減の観点から、大きいメッシュサイズを採用する。
- 例:メッシュサイズ90mの計算結果と、メッシュサイズ30mの計算結果がほとんど同じ場合には、最小メッシュサイズとして90mを採用する。



計算領域(270m~30m)

検証対象地点(潮位偏差)

検証対象地点 (潮位偏差)		観測所 (潮位)									
		下関	小野田	宇部	中関	三田尻	徳山	光	柳井	久賀	岩国
台風	T9119	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T9918	○	○	○	-	○	○	-	-	-	○
	T0418	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	T1515	-	○	○	○	-	○	○	○	○	○

検証対象地点(波浪)

検証対象地点 (波浪)		観測所 (波浪)	
		藍島	苅田
台風	T9119	○	○
	T9918	○	○
	T0418	○	○
	T1515	○	○

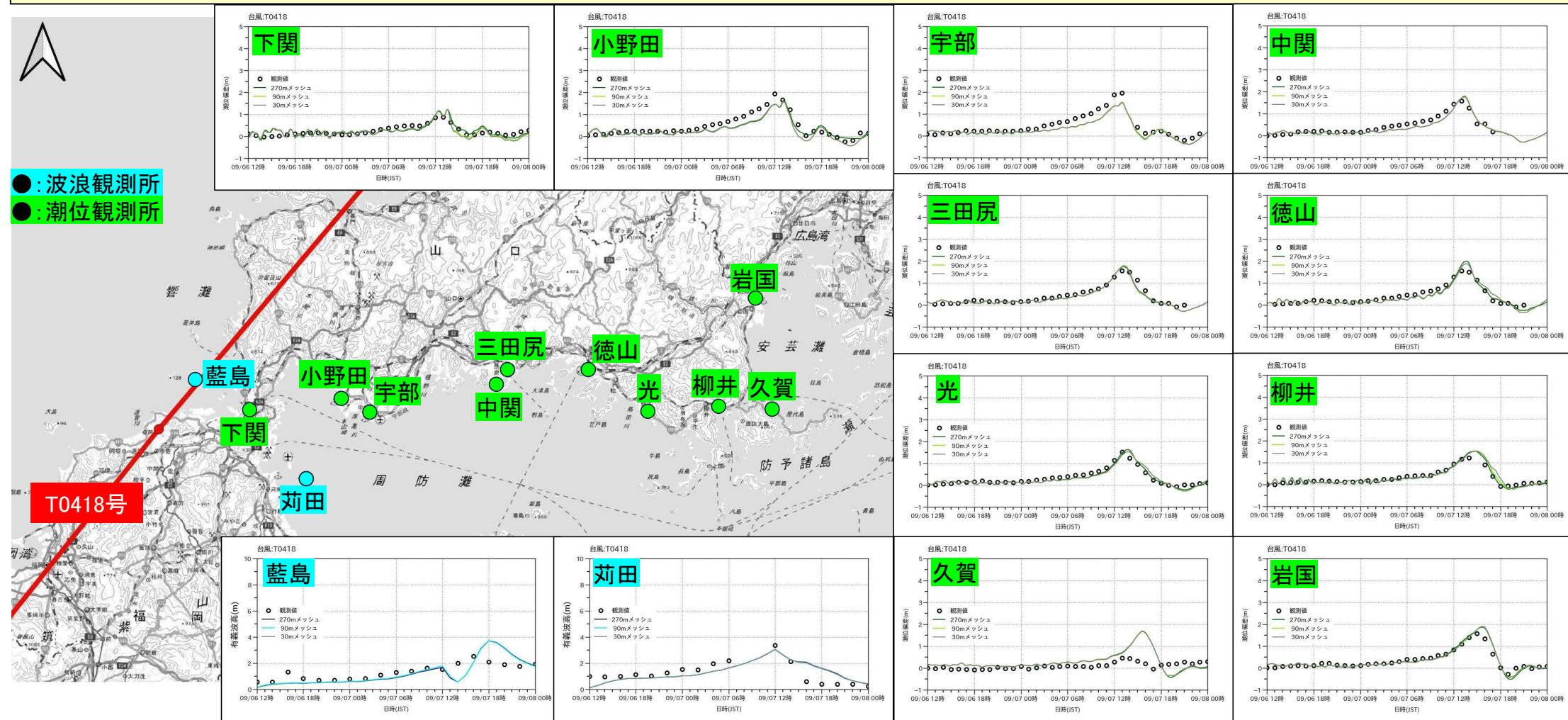
○整理項目

- ・時系列グラフ
- ・ピーク値の比較(潮位偏差・波高)
 - －最小メッシュサイズの結果との差分、二乗平均平方根誤差(RMSE)

高潮・波浪推算モデルの構築

■最小メッシュサイズの感度分析結果(T0418号)

- ▶ T0418号襲来時の各メッシュサイズにおける潮位偏差・有義波高の時系列グラフを下図に示す。※その他の台風を対象とした比較結果は参考資料に整理。
- ▶ 観測結果と計算結果の時系列グラフより、計算格子間隔270m~30mの間では、ほぼ同じ結果となることを確認した。



● : 波浪観測所
● : 潮位観測所

T0418号

高潮・波浪推算モデルの構築

■最小メッシュサイズの感度分析結果(ピーク値の比較:潮位偏差)

- 検証対象地点が多いT9918、T0418、T1515を対象に、各メッシュサイズにおけるピーク値と、その差分を以下に示す。
 - ピーク値については、メッシュサイズを270mとした場合でも、90m、30mにおける結果と概ね同じ結果となった(数センチの違い)。
- 最小メッシュサイズとして、270mを採用

ピーク値一覧

	最大潮位偏差(m)									
	下関	小野田	宇部	中関	三田尻	徳山	光	柳井	久賀	岩国
T9918										
270m	0.94	1.56	1.59		1.78	1.90				1.44
90m	0.94	1.53	1.59		1.79	1.90				1.43
30m	0.93	1.53	1.58		1.79	1.88				1.45
観測値(参考)	0.86	1.11	2.11		2.08	1.95				1.65
T0418										
270m	1.21	1.65	1.52	1.77	1.75	1.97	1.63	1.51	1.65	1.83
90m	1.19	1.60	1.52	1.77	1.78	1.97	1.63	1.52	1.65	1.82
30m	1.19	1.59	1.52	1.75	1.79	1.97	1.67	1.54	1.64	1.83
観測値(参考)	0.88	1.95	1.97	1.59	1.57	1.57	1.52	1.22	0.46	1.59
T1515										
270m		1.89	1.87	1.47		1.08	1.13	1.20	1.38	1.52
90m		1.90	1.86	1.48		1.07	1.12	1.19	1.38	1.51
30m		1.91	1.86	1.47		1.08	1.13	1.22	1.38	1.52
観測値(参考)		2.03	1.91	1.59		1.26	1.18	1.10	1.31	1.54

※グレーハッチ：未観測地点

最小メッシュサイズの結果との差分

	最小メッシュサイズの結果との差分(m)										平均 (m)	最小値 (m)	最大値 (m)
	下関	小野田	宇部	中関	三田尻	徳山	光	柳井	久賀	岩国			
T9918													
270m	0.01	0.03	0.01		-0.01	0.02				-0.01	0.01	-0.01	0.03
90m	0.01	0.00	0.01		0.00	0.02				-0.02	0.00	-0.02	0.02
30m	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	0.00
T0418													
270m	0.02	0.06	0.00	0.02	-0.04	0.00	-0.04	-0.03	0.01	0.00	0.00	-0.04	0.06
90m	0.00	0.01	0.00	0.02	-0.01	0.00	-0.04	-0.02	0.01	-0.01	0.00	-0.04	0.02
30m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1515													
270m		-0.02	0.01	0.00		0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.01
90m		-0.01	0.00	0.01		-0.01	-0.01	-0.03	0.00	-0.01	-0.01	-0.03	0.01
30m		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

※グレーハッチ：未観測地点

高潮・波浪推算モデルの構築

■最小メッシュサイズの感度分析結果(ピーク値の比較:有義波高)

- 波浪のピーク値が欠測していないT9918、T0418、T1515を対象に、各メッシュサイズにおけるピーク値と、その差分を以下に示す。
- ピーク値については、メッシュサイズを270mとした場合にも、90m、30mにおける結果と概ね同じ結果となった(数センチの違い)。

→最小メッシュサイズとして、270mを採用

ピーク値一覧

	最大有義波高(m)	
	藍島	苅田
T9918		
270m	3.00	2.74
90m	2.98	2.76
30m		2.76
観測値(参考)	2.62	3.46

	最大有義波高(m)	
	藍島	苅田
T0418		
270m	3.71	3.05
90m	3.70	3.06
30m		3.07
観測値(参考)	2.55	3.36

	最大有義波高(m)	
	藍島	苅田
T1515		
270m	3.87	3.14
90m	3.85	3.15
30m		3.15
観測値(参考)	3.47	3.78

※グレーハッチ：地形データなし

最小メッシュサイズの結果との差分

	最小メッシュサイズの結果との差分(m)		平均 (m)	最小値 (m)	最大値 (m)
	藍島(最小90m)	苅田(最小30m)			
T9918					
270m	0.02	-0.02	0.00	-0.02	0.02
90m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30m		0.00	0.00	0.00	0.00

	最小メッシュサイズの結果との差分(m)		平均 (m)	最小値 (m)	最大値 (m)
	藍島(最小90m)	苅田(最小30m)			
T0418					
270m	0.01	-0.02	-0.01	-0.02	0.01
90m	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
30m		0.00	0.00	0.00	0.00

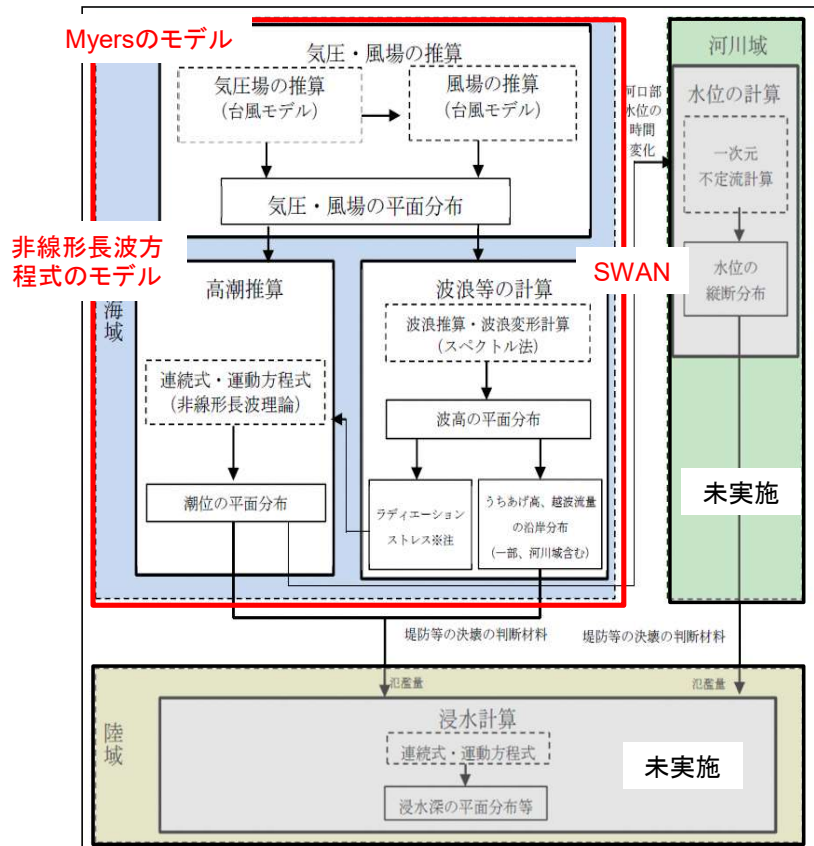
	最小メッシュサイズの結果との差分(m)		平均 (m)	最小値 (m)	最大値 (m)
	藍島(最小90m)	苅田(最小30m)			
T1515					
270m	0.02	-0.01	0.01	-0.01	0.02
90m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30m		0.00	0.00	0.00	0.00

※グレーハッチ：地形データなし

高潮・波浪推算モデルの構築

■高潮・波浪推算モデルの検証計算結果

- ▶ 「高潮浸水想定区域図作成の手引き」を参考に、高潮・波浪推算モデルの構築および計算条件の設定を行った。
- ▶ 風速変換係数C1, C2は、実績台風の検証計算結果から南沿岸では0.65、北沿岸では、0.70と設定した。
- ▶ 最小計算格子サイズは、実績台風を用いた感度分析結果より270mと設定した。



設定項目	本検討での高潮推算の設定内容	
計算モデル	気圧場・風場: 台風モデル (Myersの式) 波浪推算: スペクトル法 (SWAN) 高潮推算: 非線形長波モデル	
検証台風	南沿岸	T9119、T9918、T0418、T1515
	北沿岸	T9119、T0314、T2009、T2214
計算時間	台風に応じて設定	
計算時間間隔	C.F.L.条件を満たすように設定	
計算格子間隔	2430m→810m→270m→90m→30m… ※最小計算格子は感度分析から270mに設定	
構造物条件	設定なし	
河川流量	設定なし	
台風中心気圧	実績台風の中心気圧	
風速変換係数 C1,C2	南沿岸: 0.65 北沿岸: 0.70 検証計算の結果より設定	
初期潮位	台風襲来時の平均潮位	

出典: 「高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver.2.11 令和5年4月p51
※赤字で使用モデル名を記載、赤枠内本検討対象フロー

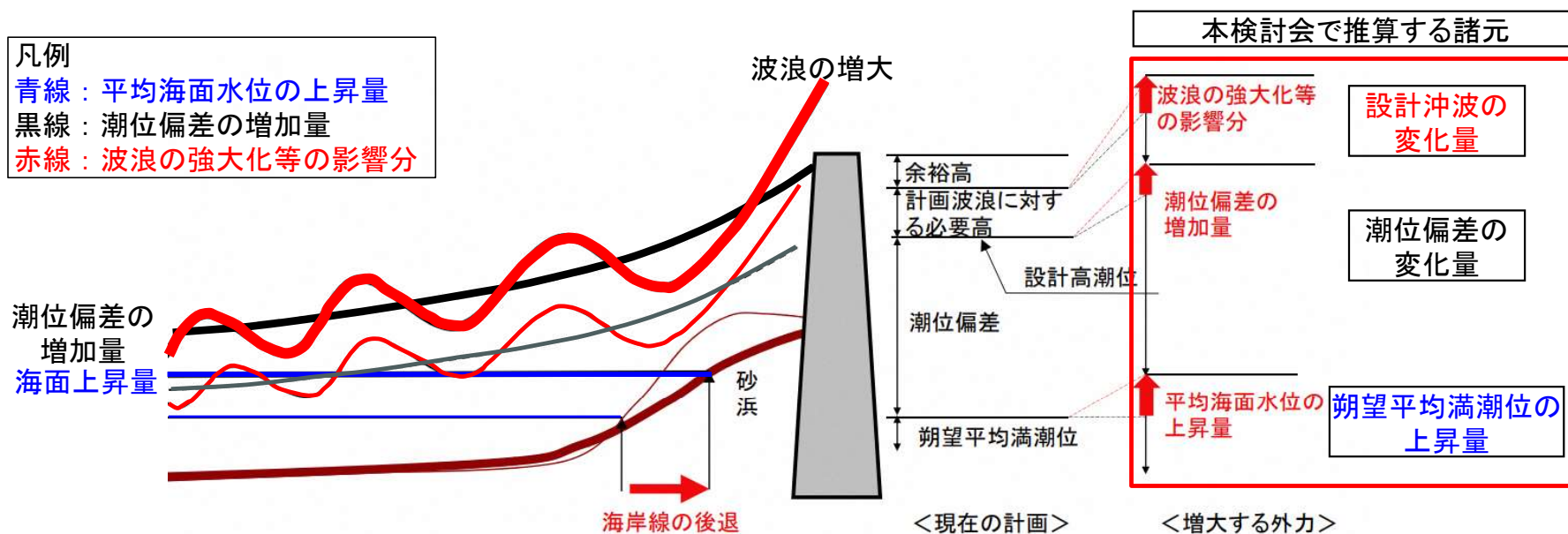
5. 気候変動を踏まえた計画外力の検討結果 (中間報告)

本検討会で推算する諸元 【第1回検討会資料の再掲】

■ 取り扱う計画外力について

- 海岸保全施設の天端高は、「朔望平均満潮位」、「潮位偏差」、「計画波浪に対する必要高」に余裕高を加味して設定されることが多い。
- 本検討会では、「計画波浪に対する必要高」の代替として「設計沖波」を推算※。
- 本検討会では、「朔望平均満潮位」「潮位偏差」「設計沖波」について、気候変動の影響を加味して推算。

※ 「計画波浪に対する必要高」で使用する各施設の計画波浪は、**設計沖波**から波浪変形計算を実施して算出されるため、施設毎に異なる。このため、本委員会では、各施設の計画波浪の元となる**設計沖波**について推算する。



出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言、令和2年7月に一部加筆

本検討会で取り扱う計画外力について

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針 【第1回検討会資料の再掲】 31

■気候変動を踏まえた計画外力の検討方針

➤ 第1回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会において了承をいただいた、山口県沿岸における気候変動を踏まえた計画外力の検討方針を以下に示す。

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	外力設定に関する方針
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.)	<ul style="list-style-type: none"> 2℃上昇相当を基本とする。
目標とする年	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(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。	<ul style="list-style-type: none"> 2100年を目標とする。
海面水位 (期望平均満潮位)	高潮対策・津波対策(本文P.15,(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期望平均満潮位に、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。	<ul style="list-style-type: none"> 現行計画値に将来予測される平均海面水位の上昇量を加える。 期望平均満潮位は、現行計画値を踏襲する。 海面上昇量は、「日本の気候変動2020」の2℃上昇シナリオの平均値0.39mとする。
潮位偏差 (計画高潮位)	高潮対策・津波対策(本文P.15,(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、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。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。	<ul style="list-style-type: none"> 想定台風(パラメトリック台風モデル)を対象にした手法を採用
波浪 (設計波)		<ul style="list-style-type: none"> 過去から近年まで含んだ長期間の波浪推算結果の統計値から設定。 潮位偏差の設定に用いる想定台風での波浪推算値との比較も行い、統計値が妥当か確認。
津波	<p>今後は気候変動を踏まえた高潮・津波に係る海岸保全及び他分野との連携について、具体的な対応を図るべきである。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 山口県地震・津波防災対策検討委員会報告書のL1津波水位に、目標とする2100年の平均海面水位の上昇量を加算して設定

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針 【第1回検討会資料の再掲】 32

■ 将来予測される平均海面水位の上昇量の設定(日本の気候変動2020)

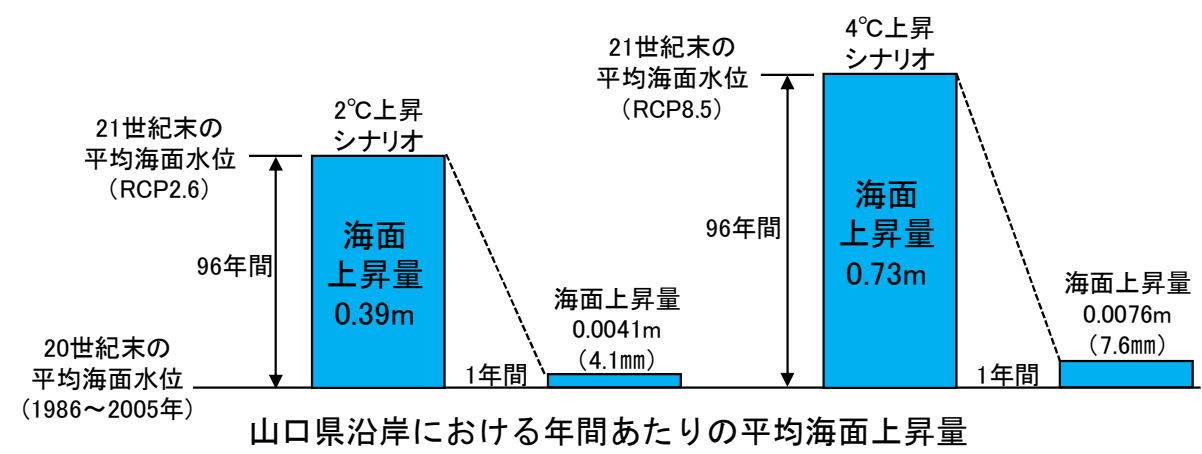
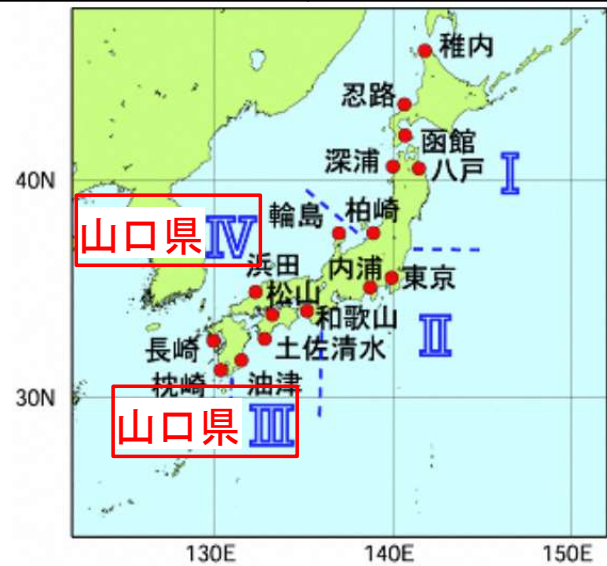
▶ 「日本の気候変動2020」では、山口県を含む領域Ⅲ・Ⅳの平均海面上昇量の平均値は、2℃上昇シナリオでは0.39m、4℃上昇シナリオでは南沿岸で0.74m、北沿岸で0.73mと予測されている。1年あたりの平均海面上昇量は、0.004m(4.1mm)/年(2℃上昇シナリオ)、0.0076m(7.6mm)/年(4℃上昇シナリオ)となる。

1986年～2005年の平均海面水位を基準とした21世紀末の日本沿岸の海面上昇量

時期 シナリオ	1986～2005年(20世紀末)の平均海面水位を基準とした2081～2100年平均(21世紀末)				検潮所16地点の 平均値
	日本沿岸の平均海面水位の上昇量		山口南沿岸	山口北沿岸	
	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 (0.23～0.56m)	0.39m (0.22～0.55m)
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)

出典：日本の気候変動2020—大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書—
表中の数値は平均値。()内に95%信頼区間を記載

日本の気候変動2020の平均海面水位上昇量

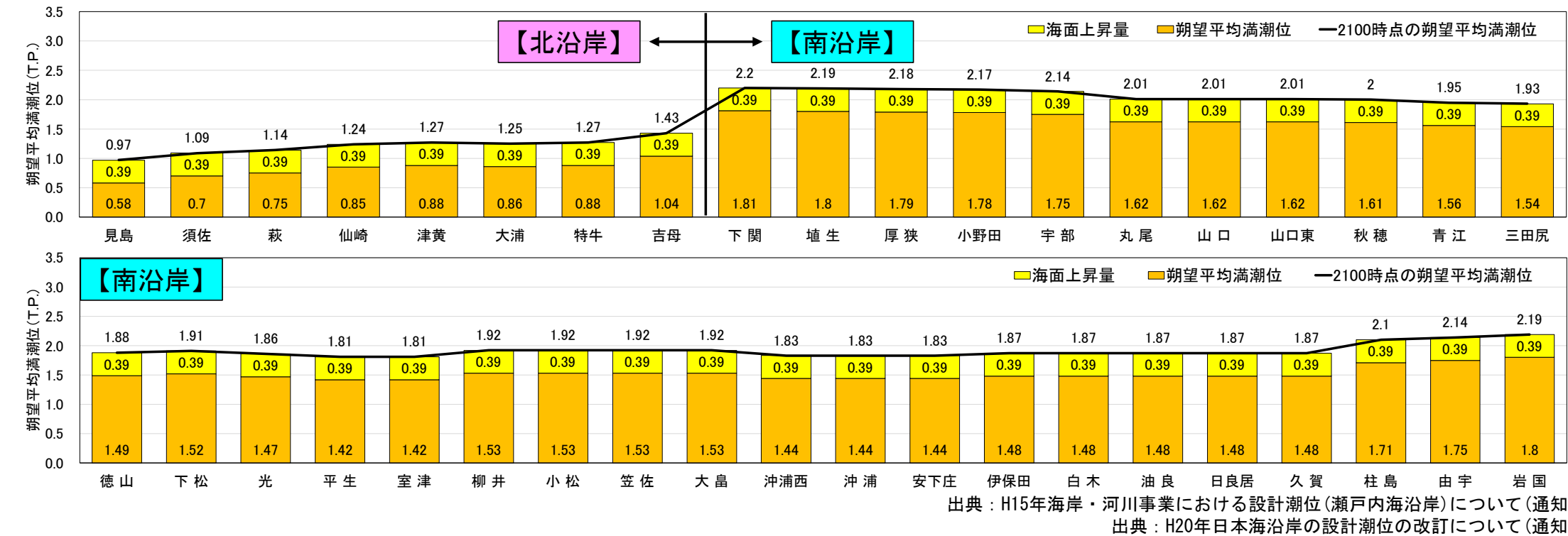


気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

■気候変動を踏まえた朔望平均満潮位の設定

- 山口県沿岸では、2003年(H15)に瀬戸内海沿岸、2008年(H20)に日本海沿岸の設計高潮位(朔望平均満潮位+高潮偏差)の見直しをしている。見直し時期が日本の気候変動2020の平均海面水位の基準時期に近いこと、潮位面の再設定による関係機関への影響が大きいことから、現行計画値に将来想定される海面上昇量を加算することとした。
- 現行計画値の朔望平均満潮位に日本の気候変動2020の2度上昇シナリオの平均値(0.39m)を加算し、2100年時点に想定される朔望平均満潮位を設定した。

※瀬戸内海沿岸：1995年～1999年の潮位データから朔望平均満潮位を設定
 ※日本海沿岸：2001年～2006年の潮位データから朔望平均満潮位を設定

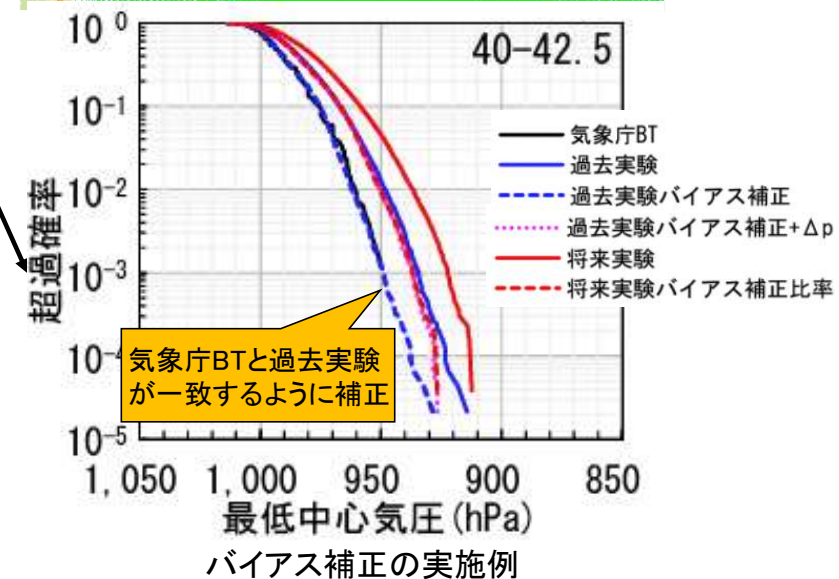
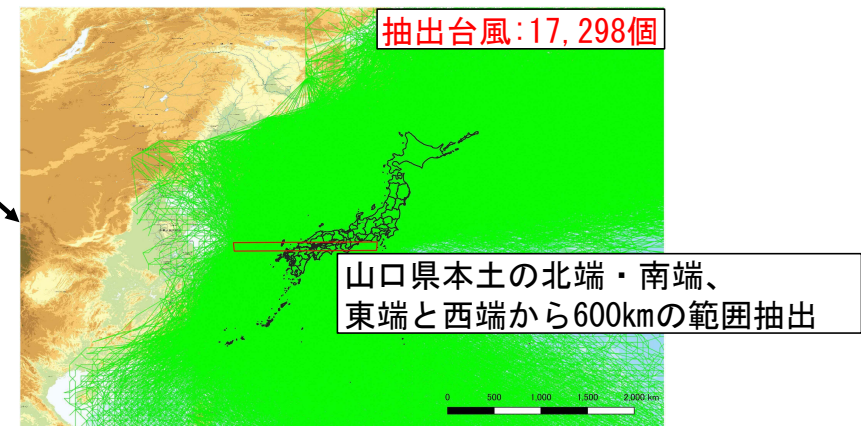
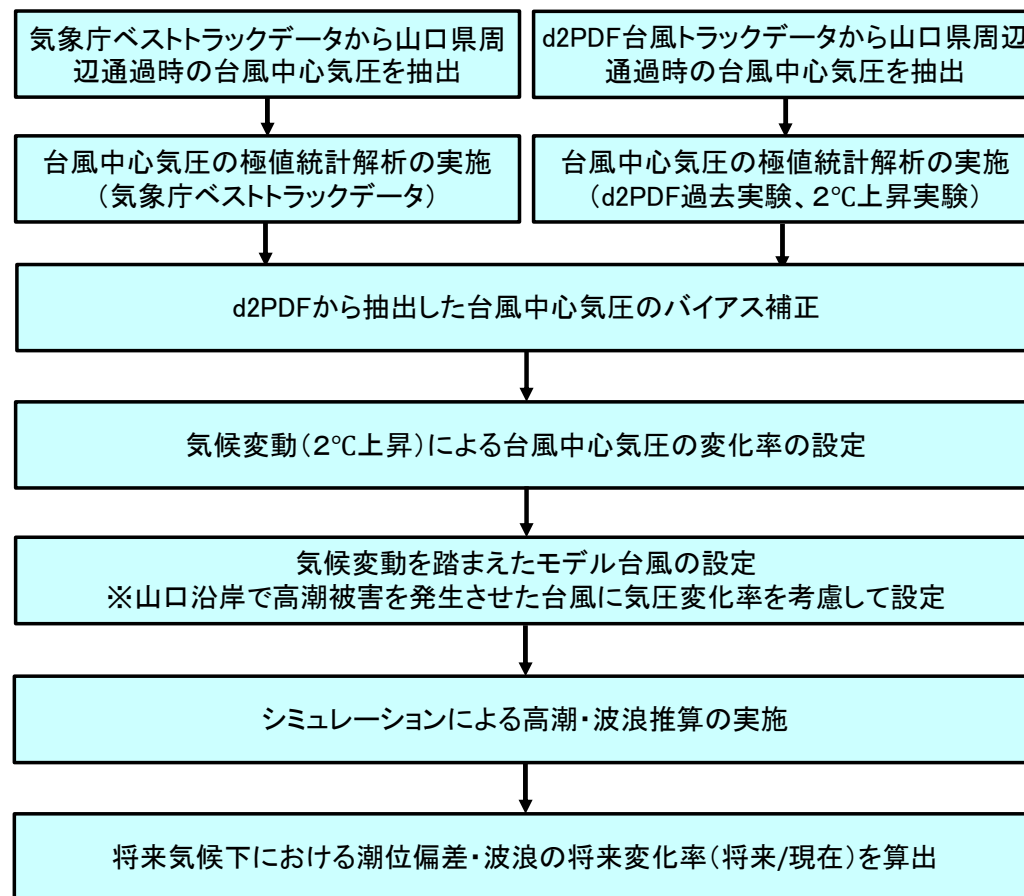


出典：H15年海岸・河川事業における設計潮位(瀬戸内海沿岸)について(通知)
 出典：H20年日本海沿岸の設計潮位の改訂について(通知)

2100年時点に想定される朔望平均満潮位

■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

- 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・波浪推算を実施する。
- 推算結果から潮位偏差・波浪の将来変化率(将来/現在)を整理し、現在の計画値に将来変化率を乗じて将来気候下における潮位偏差・波浪を算出する。



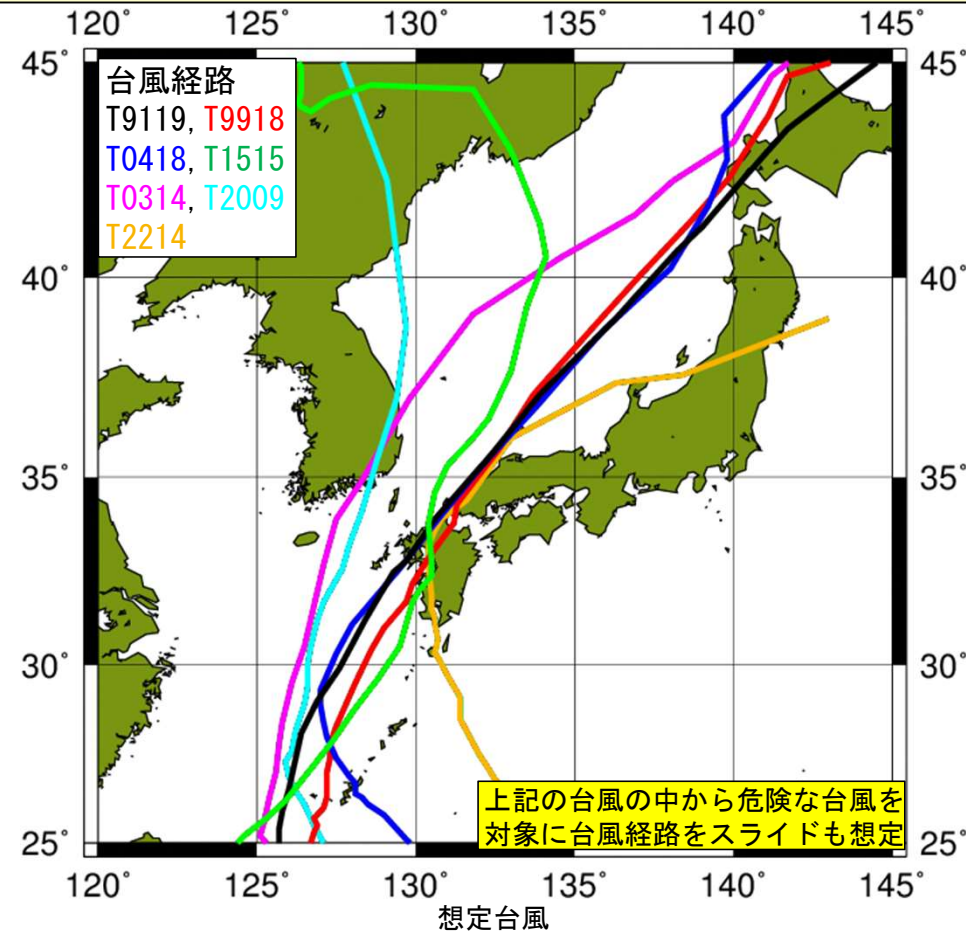
気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

■気候変動を踏まえた想定台風の設定

- 現行の山口県沿岸の計画外力(潮位偏差)は、北沿岸では顕著な高潮被害を発生させたT8712、T9119、南沿岸ではT9918を想定台風とし、数値計算により高潮偏差の最大値を計画外力に設定している。
- 本検討では、検証計算に用いた台風を想定台風を設定し、気圧低下及び台風経路を変化させた高潮・波浪シミュレーションを実施する。

山口南沿岸・北沿岸における想定台風の設定根拠

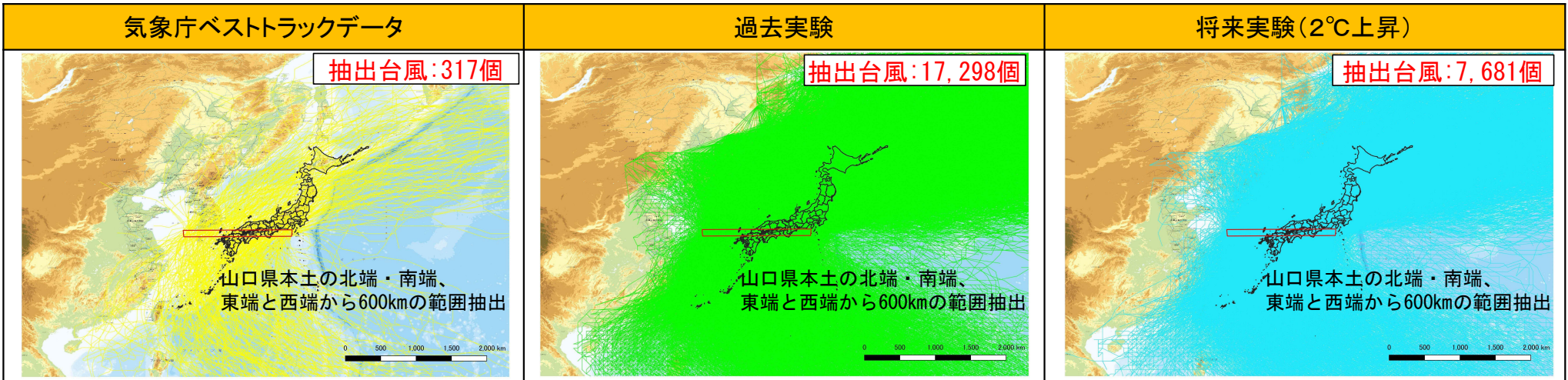
	検証対象台風	想定台風として設定した根拠	高潮浸水想定 検証台風
南沿岸	1991年(平成3年) 台風19号(T9119)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 浜田港・藍島港で第1位の有義波高を観測 ■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生 	◎
	1999年(平成11年) 台風18号(T9918)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生 ■ 山口南沿岸の計画外力(潮位偏差)に使用 	◎
	2004年(平成16年) 台風18号(T0418)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 山口北・南沿岸で第1位の潮位偏差を観測(山口県高潮防災システムによる観測) ■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生 	◎
	2015年(平成27年) 台風15号(T1515)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 久賀潮位観測所で第1位の潮位偏差を観測(山口県高潮防災システムによる観測) ■ 苅田港で第1位の有義波高を観測 	×
北沿岸	1991年(平成3年) 台風19号(T9119)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 浜田港・藍島港で第1位の有義波高を観測 ■ 山口県内で過去に甚大な高潮被害が発生 	◎
	2003年(平成15年) 台風14号(T0314)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 須佐で第1位、浜田港で第3位の潮位偏差を観測 	×
	2020年(令和2年) 台風09号(T2009)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 須佐で第3位、浜田港で第1位の潮位偏差を観測 	×
	2022年(令和4年) 台風14号(T2214)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 浜田港で第2位の有義波高を観測 	×



(南沿岸:T9119, T9918, T0418, T1515、北沿岸:T9119, T0314, T2009, T2214)

■ d2PDF台風トラックデータの抽出結果

- d2PDFの台風の抽出範囲を、東西方向は山口県本土の東端と西端から600km、南北方向は山口県本土の北端と南端の矩形範囲と設定し、その領域を通過する台風を抽出した結果、過去実験は17,298個、2℃上昇実験は7,681個となった。
- 年間あたりの台風発生個数は、過去実験は2.88個/年、2℃上昇実験は2.33個/年となり、将来気候においては台風の発生個数は減少傾向にあることが想定される。



条件	年数	抽出台風	年間あたりの台風発生個数 ^{※3}
気象庁ベストトラックデータ (1951年～2022年)	72年間	317個	4.40個/年
過去実験 (1951年～2010年)	100メンバ(100摂動 ^{※2}) × 60年 = 6000年	17,298個	2.88個/年
将来実験(2℃) (2031年～2090年)	54メンバ(6モデル ^{※1} × 9摂動 ^{※2}) × 60年 = 3240年	7,681個	2.33個/年

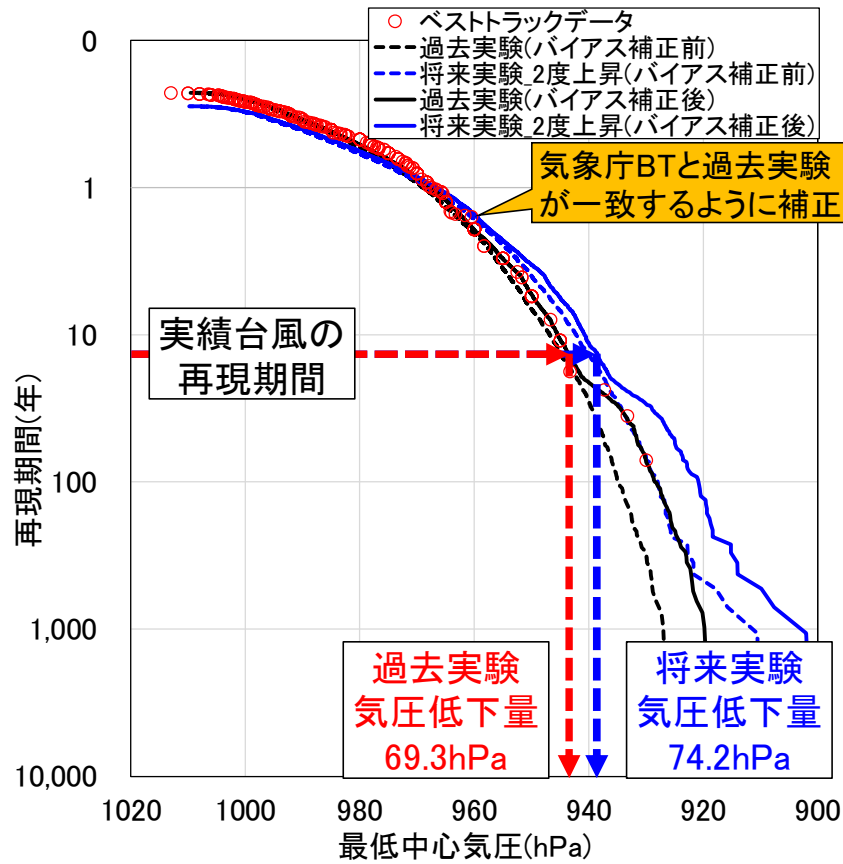
※1 将来実験において使用している主要6モデル(CCSM4、GFDL-CM3、HadGEM2-AO、MIROC5、MPI-ESM-MR、MRI-CGCM3)

※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であり、2℃上昇実験は任意に選んだ9個が使用されている

気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

■ 台風中心気圧のバイアス補正と将来想定台風の中心気圧

- ▶ d2PDFは、気候モデルによる計算結果であり統計的な誤差(バイアス)が含まれるため、先行事例^{※1}を参考に、クオンタイルマッピング法を用いて、バイアス補正を実施した。バイアス補正量は、d2PDF(過去実験)における台風中心気圧が、気象庁BTデータのものと同程度になるように設定した。
- ▶ バイアス補正後のデータを用いて、実績台風の中心気圧から再現期間を求め、2℃上昇時における同じ再現期間の中心気圧を算出し、気圧低下量の比率(2℃上昇時/過去実験)を中心気圧の将来変化倍率として、実績台風の中心気圧に乗じたものを将来予測台風とした。



※1: 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(有村ら, 2021)

将来予測の想定台風(中心気圧)

台風	領域内を通過する 台風中心気圧 (hPa)	再現期間 ^{※2} (年)	バイアス補正後の 気圧深度 ^{※1}		将来変化 倍率	領域内の最低気圧深度 (hPa)	
			過去実験 (hPa)	将来実験 (hPa)		実績 (hPa)	将来 (hPa)
T9119	945	13.18	69.3	74.2	1.07	68.0	72.8
T9918	950	6.69	64.8	69.7	1.08	63.0	68.0
T0314	945	13.18	69.3	74.2	1.07	68.0	72.8
T0418	945	13.18	69.3	74.2	1.07	68.0	72.8
T1515	965	1.35	49.1	51.5	1.05	48.0	50.4
T2009	950	6.69	64.8	69.7	1.08	63.0	68.0
T2214	975	0.69	39.2	38.1	0.97	38.0	36.9

※1: 気圧深度は標準大気圧(1013hPa)と中心気圧の差分。

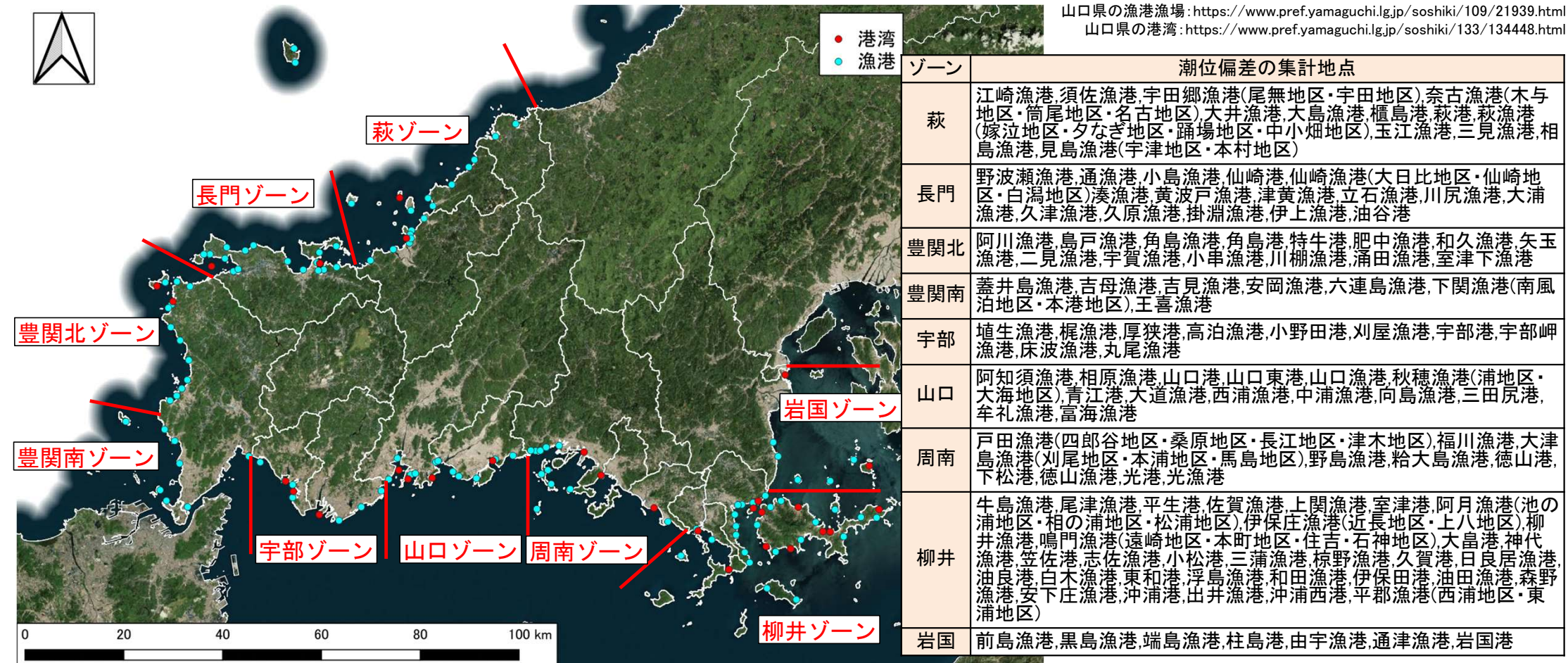
※2: 出現頻度は、一次選定で設定した枠内(600km)を通過する台風の最低中心気圧を対象としている。

バイアス補正結果と将来想定台風の中心気圧(T9119、T0418)

気候変動を踏まえた計画外力の検討結果

■潮位偏差の集計方法

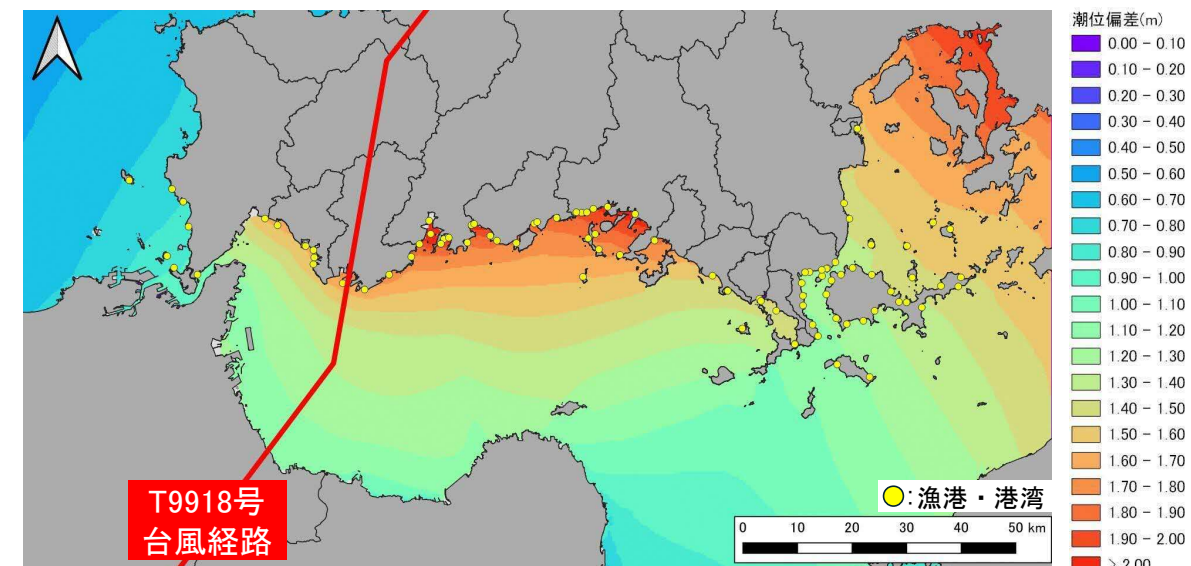
➤ 気候変動を考慮した潮位偏差の集計については、山口県内の港湾や漁港を対象に潮位偏差の変化量(変化率)を集計し、ゾーン毎に平均した変化量(変化率)を算定する。



潮位偏差の集計時に対象とした漁港・港湾

■気候変動を考慮した潮位偏差の推算結果

- ▶ 前述した台風の気圧低下を考慮し、高潮推算を実施した結果、潮位偏差の変化量(変化率)は0.03m~0.14m(1.04~1.08倍)に増加することとなった。
- ▶ シミュレーションした想定台風の中でT9918号の潮位偏差の変化量(変化率)が高い傾向にある。



想定台風での高潮推算結果 (T9918号)

潮位偏差の集計地点	
豊関南	安岡漁港, 王喜漁港, 下関漁港(南風泊地区・本港地区), 蓋井島漁港, 吉見漁港, 吉母漁港, 六連島漁港
宇部	宇部港, 宇部岬漁港, 梶漁港, 刈屋漁港, 丸尾漁港, 厚狭港, 高泊漁港, 小野田港, 床波漁港, 埴生漁港
山口	阿知須漁港, 向島漁港, 三田尻港, 山口港, 山口漁港, 山口東港, 秋穂漁港(浦地区・大海地区), 西浦漁港, 青江港, 相原漁港, 大道漁港, 中浦漁港, 富海漁港, 牟礼漁港
周南	下松港, 戸田漁港(桑原地区・四郎谷地区・長江地区・津木地区), 光港, 光漁港, 大津島漁港(刈尾地区・馬島地区・本浦地区), 徳山港, 徳山漁港, 福川漁港, 野島漁港, 給大島漁港
柳井	阿月漁港(松浦地区・相の浦地区・池の浦地区), 安下庄漁港, 伊保庄漁港(近長地区・上八地区), 伊保田港, 沖浦港, 沖浦西港, 笠佐港, 久賀港, 牛島漁港, 佐賀漁港, 三浦漁港, 志佐漁港, 室津港, 出井漁港, 小松港, 上関漁港, 森野漁港, 神代漁港, 大島港, 東和港, 日良居漁港, 白木漁港, 尾津漁港, 浮島漁港, 平郡漁港(西浦地区・東浦地区), 平生港, 椋野漁港, 鳴門漁港(遠崎地区・住吉・石神地区・本町地区), 柳井漁港, 油田漁港, 油良港, 和田漁港
岩国	岩国港, 黒島漁港, 前島漁港, 端島漁港, 柱島港, 通津漁港, 由宇漁港

現況・気候変動考慮の潮位偏差の推算値 (ゾーン毎の平均値)

台風	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
T9119_0K	1.76	1.73	1.75	1.73	1.20	1.36	1.56	
T9119_2K	1.88	1.86	1.88	1.85	1.28	1.45	1.67	
T9918_0K	0.87	1.53	1.84	1.70	1.23	1.40	1.32	
T9918_2K	0.94	1.65	1.98	1.83	1.33	1.50	1.42	
T0418_0K	1.47	1.66	1.77	1.68	1.20	1.38	1.48	
T0418_2K	1.58	1.78	1.90	1.81	1.29	1.48	1.59	
T1515_0K	0.73	1.51	1.19	0.91	0.70	0.78	0.91	
T1515_2K	0.76	1.58	1.24	0.95	0.73	0.81	0.95	

※単位:メートル

潮位偏差の変化量(差分)

台風	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
T9119	0.12	0.13	0.13	0.12	0.09	0.10	0.11	豊関南・宇部(最大)
T9918	0.07	0.11	0.14	0.13	0.10	0.10	0.10	山口~岩国(最大)
T0418	0.10	0.12	0.13	0.12	0.09	0.10	0.11	
T1515	0.03	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	

※単位:メートル

潮位偏差の変化率

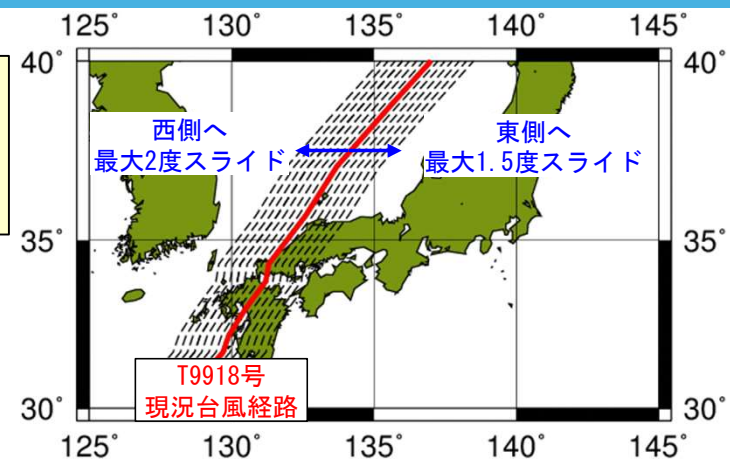
台風	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
T9119	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
T9918	1.08	1.07	1.07	1.07	1.08	1.07	1.07	将来変化倍率最大
T0418	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	
T1515	1.04	1.04	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	

※単位:倍率

気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口南沿岸】

■ 台風経路をスライドさせた場合の高潮推算結果

- 想定台風の中で潮位偏差の変化量(変化率)が高い傾向にあったT9918号を対象に、台風経路を東西に0.25°毎にスライド(不確実性を考慮)させて感度分析を実施した。
- 台風経路を東西に0.25°毎にスライドさせて感度分析を実施した結果、潮位偏差は、1.07~1.36倍程度増加することが想定される。



台風経路をスライドさせた場合の潮位偏差の推算値 (2°C上昇)

台風経路(T9918)	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
+0.000度(0K)	0.87	1.53	1.84	1.70	1.23	1.40	1.43	比較基準
-2.000度(2K)	0.75	0.88	0.74	0.62	0.50	0.55	0.67	
-1.750度(2K)	0.83	1.01	0.85	0.69	0.56	0.63	0.76	
-1.500度(2K)	0.93	1.17	0.98	0.79	0.63	0.71	0.87	
-1.250度(2K)	1.03	1.35	1.14	0.90	0.72	0.81	0.99	
-1.000度(2K)	1.11	1.53	1.32	1.05	0.81	0.92	1.13	
-0.750度(2K)	1.19	1.70	1.53	1.24	0.93	1.04	1.27	
-0.500度(2K)	1.19	1.74	1.74	1.48	1.07	1.19	1.40	
-0.250度(2K)	1.07	1.70	1.92	1.72	1.22	1.35	1.50	
+0.000度(2K)	0.94	1.65	1.98	1.83	1.33	1.50	1.54	現況台風経路
+0.250度(2K)	0.78	1.38	1.80	1.79	1.42	1.62	1.47	
+0.500度(2K)	0.63	1.05	1.54	1.67	1.45	1.69	1.34	
+0.750度(2K)	0.53	0.85	1.24	1.46	1.45	1.66	1.20	
+1.000度(2K)	0.45	0.68	0.92	1.17	1.38	1.54	1.02	
+1.250度(2K)	0.38	0.58	0.69	0.88	1.20	1.37	0.85	
+1.500度(2K)	0.33	0.49	0.51	0.66	0.95	1.12	0.68	

※単位:メートル

台風経路をスライドさせた場合の潮位偏差の変化率(現況台風経路の0Kとの比較)

台風経路(T9918)	ゾーン						平均値	備考
	豊関南	宇部	山口	周南	柳井	岩国		
-2.000度(2K)	0.86	0.57	0.40	0.36	0.40	0.40	0.50	
-1.750度(2K)	0.95	0.66	0.46	0.41	0.45	0.45	0.56	
-1.500度(2K)	1.06	0.77	0.53	0.46	0.51	0.51	0.64	
-1.250度(2K)	1.17	0.88	0.62	0.53	0.58	0.58	0.73	
-1.000度(2K)	1.27	1.00	0.72	0.62	0.66	0.66	0.82	
-0.750度(2K)	1.36	1.11	0.83	0.73	0.75	0.75	0.92	
-0.500度(2K)	1.36	1.14	0.95	0.87	0.87	0.85	1.01	
-0.250度(2K)	1.22	1.11	1.04	1.01	0.99	0.97	1.06	
+0.000度(2K)	1.08	1.07	1.07	1.07	1.08	1.07	1.07	現況台風経路
+0.250度(2K)	0.89	0.90	0.98	1.05	1.15	1.16	1.02	
+0.500度(2K)	0.72	0.69	0.83	0.98	1.17	1.21	0.93	
+0.750度(2K)	0.60	0.56	0.67	0.85	1.17	1.19	0.84	
+1.000度(2K)	0.51	0.45	0.50	0.68	1.12	1.11	0.73	
+1.250度(2K)	0.44	0.38	0.37	0.52	0.97	0.98	0.61	
+1.500度(2K)	0.38	0.32	0.28	0.39	0.77	0.80	0.49	

※単位:倍率

気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口南沿岸】

■気候変動を踏まえた設計高潮位(案)

- ▶ 前述までの高潮推算結果を踏まえて、気候変動を踏まえた設計高潮位(案)を設定した。
- ▶ 気候変動を踏まえた設計高潮位は、現行の設計高潮位に対して、0.46m~0.57m程度上昇することが想定される。

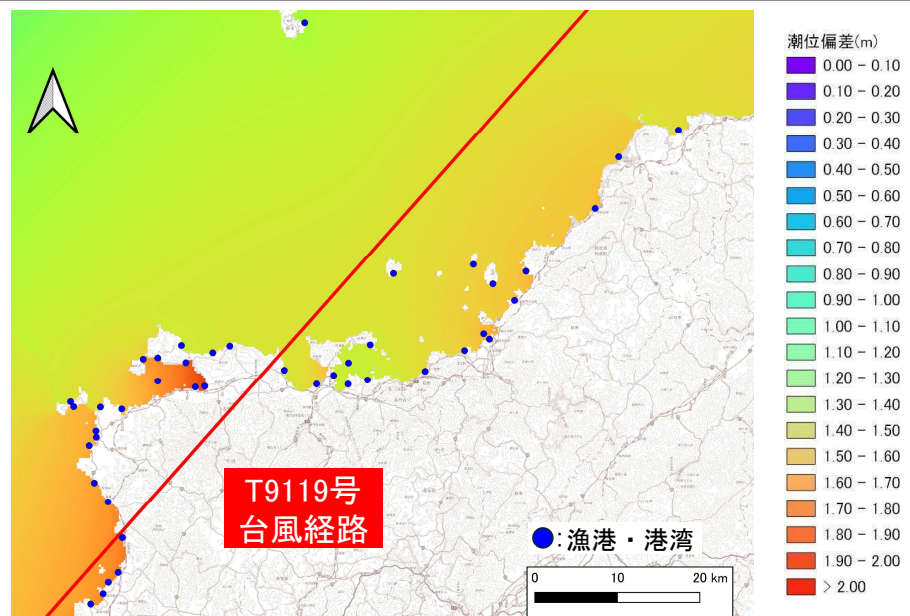
気候変動を踏まえた設計高潮位(案)

ゾーン名	現行計画の設計高潮位			気候変動を踏まえた設計高潮位				
	朔望平均満潮位※1 (T.P.m)	潮位偏差 (m)	設計高潮位 (T.P.m)	朔望平均満潮位※1 (T.P.m)	海面上昇量 (m)	気候変動考慮		気候変動を踏まえた 設計高潮位(T.P.m)
						潮位偏差(m)	変化倍率※3	
豊関南	1.04~1.88 (吉母~下関)	0.97~2.54	2.01~4.42	1.04~1.88 (吉母~下関)	0.39	1.04~2.72 【+0.07~+0.18】※2	1.07	2.47~4.99 【+0.46~+0.57】
宇部	1.62~1.80 (埴生~丸尾)	2.10~2.60	3.72~4.40	1.62~1.80 (埴生~丸尾)	0.39	2.25~2.78 【+0.15~+0.18】	1.07	4.26~4.97 【+0.54~+0.57】
山口	1.54~1.62 (山口~三田尻)	2.20~2.50	3.76~4.12	1.54~1.62 (山口~三田尻)	0.39	2.35~2.68 【+0.15~+0.18】	1.07	4.30~4.69 【+0.54~+0.57】
周南	1.47~1.52 (徳山~光)	2.13~2.41	3.60~3.90	1.47~1.52 (徳山~光)	0.39	2.28~2.58 【+0.15~+0.17】	1.07	4.14~4.46 【+0.54~+0.56】
柳井	1.42~1.53 (平生~久賀)	1.40~2.40	2.80~3.93	1.42~1.53 (平生~久賀)	0.39	1.50~2.57 【+0.10~+0.17】	1.07	3.37~4.49 【+0.49~+0.56】
岩国	1.71~1.80 (柱島~岩国)	1.60~1.95	3.31~3.70	1.71~1.80 (柱島~岩国)	0.39	1.71~2.09 【+0.11~+0.14】	1.07	3.81~4.23 【+0.50~+0.53】

※1：朔望平均満潮位は、「海岸・河川事業における設計潮位（瀬戸内海沿岸）について、2003年」から設定
 ※2：【】の数値は、現行計画値からの差分
 ※3：T9119号、T9918号、T0418号の現行台風経路時の将来変化倍率（平均値）

■気候変動を考慮した潮位偏差の推算結果

▶ 前述した台風の気圧低下を考慮し、高潮推算を実施した結果、潮位偏差の変化量(変化率)は0.00m~0.10m(1.00~1.07倍)に増加することとなった。
 ▶ シミュレーションした想定台風の中で、各ゾーンの潮位偏差が最大となるのはT9119号であり、その変化率は1.07倍である。



想定台風での高潮推算結果 (T9119号)

現況・気候変動考慮の潮位偏差の推算値 (ゾーン毎の平均値)

台風	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊後北		
T9119_0K	1.26	1.29	1.39	1.31	
T9119_2K	1.35	1.38	1.49	1.41	
T0314_0K	0.68	0.68	0.74	0.70	
T0314_2K					精査中
T2009_0K	0.68	0.68	0.74	0.70	
T2009_2K	0.73	0.74	0.81	0.76	
T2214_0K	0.35	0.34	0.39	0.36	
T2214_2K	0.35	0.34	0.38	0.36	

※単位:メートル

潮位偏差の変化量(差分)

台風	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊後北		
T9119	0.09	0.09	0.10	0.09	
T0314					精査中
T2009	0.05	0.05	0.07	0.06	
T2214	0.00	0.00	0.00	0.00	

※単位:メートル

潮位偏差の変化率

台風	ゾーン			平均値	備考
	萩	長門	豊後北		
T9119	1.07	1.07	1.07	1.07	
T0314					精査中
T2009	1.08	1.08	1.09	1.08	
T2214	1.00	1.01	0.98	1.00	

※単位:倍率

潮位偏差の集計地点	
萩	江崎漁港,須佐漁港,宇田郷漁港(尾無地区・宇田地区),奈古漁港(木与地区・筒尾地区・名古地区),大井漁港,大島漁港,櫃島港,萩港,萩漁港(嫁立地区・夕なぎ地区・踊場地区・中小畑地区),玉江漁港,三見漁港,相島漁港,見島漁港(宇津地区・本村地区)
長門	野波瀬漁港,通漁港,小島漁港,仙崎港,仙崎漁港(大日比地区・仙崎地区・白湯地区),湊漁港,黄波戸漁港,津黄漁港,立石漁港,川尻漁港,大浦漁港,久津漁港,久原漁港,掛淵漁港,伊上漁港,油谷港
豊後北	阿川漁港,島戸漁港,角島漁港,角島港,特牛港,肥中漁港,和久漁港,矢玉漁港,二見漁港,宇賀漁港,小串漁港,川棚漁港,涌田漁港,室津下漁港

気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口北沿岸】

■気候変動を踏まえた設計高潮位(案)

- ▶ 前述までの高潮推算結果を踏まえて、各ゾーンの潮位偏差が最大となるT9119号の変化率を採用した場合における気候変動を踏まえた設計高潮位(案)を設定した。
- ▶ 気候変動を踏まえた設計高潮位は、現行の設計高潮位に対して、0.43m~0.47m程度上昇することが想定される。

気候変動を踏まえた設計高潮位 (案)

ゾーン名	現行計画の設計高潮位			気候変動を踏まえた設計高潮位				
	朔望平均満潮位※1 (T.P.m)	潮位偏差 (m)	設計高潮位 (T.P.m)	朔望平均満潮位※1 (T.P.m)	海面上昇量 (m)	気候変動考慮		気候変動を踏まえた 設計高潮位(T.P.m)
						潮位偏差(m)	変化倍率※3	
萩	0.58~0.75 (三見~見島)	0.71~0.90	1.18~1.68	0.58~0.75 (三見~見島)	0.39	0.76~0.96 【+0.05~+0.06】※2	1.07	1.73~2.10 【+0.44~+0.45】
長門	0.85~0.88 (大浦~野波瀬)	0.80~0.84	1.65~1.70	0.85~0.88 (大浦~野波瀬)	0.39	0.86~0.90 【+0.06】	1.07	2.10~2.17 【+0.43~+0.47】
豊関北	0.88~1.04 (室津下~阿川)	0.91~0.97	1.79~2.01	0.88~1.04 (室津下~阿川)	0.39	0.97~1.04 【+0.06~+0.07】	1.07	2.24~2.47 【+0.45~+0.46】

※1：朔望平均満潮位は、「日本海沿岸の潮位基準の改訂について、2008年」から設定

※2：【】の数値は、現行計画値からの差分

※3：T9119号の現行台風経路時の将来変化倍率（平均値）

■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討方針

▶ 山口県での設計波高は、「気候変動を踏まえた海岸のあり方提言(案)」に基づき、山口沿岸における波浪の経年的な変化を整理したうえで、長期間の波浪推算による統計値により設定する。その際、計画高潮位の設定に用いた気候変動を考慮した想定台風での波浪推算値との比較も行い、統計値が妥当なものであるか確認する(対応方針②への対応)。

項目	沿岸	現行計画外力の設定方法
設計沖波	北沿岸	■ SMB法やスペクトル法で設定した30年確率波。
	南沿岸	■ SMB法で使用する風速は、30年確率風速として25m/sを使用。

(3-2) 波浪への今後の対応方針
 ○(3-1)を踏まえ、気候変動による波浪の長期変化については、今後以下のように対応することが考えられる。

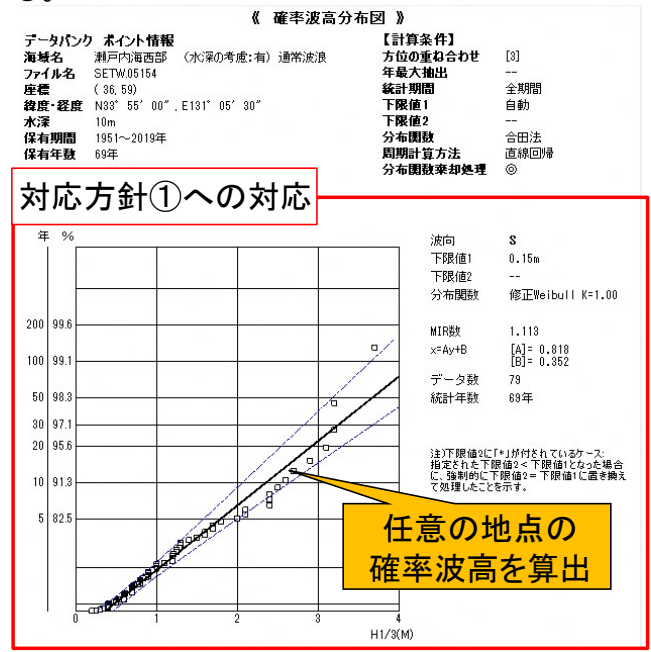
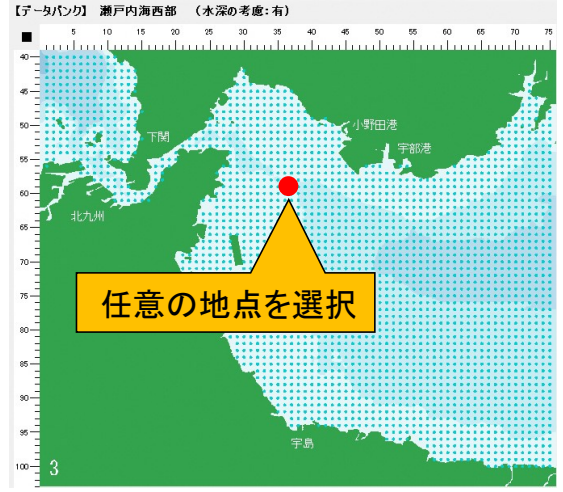
- <前提条件>
- ① 波浪は地域や地形等によって大きく異なる。
 - ② 現行計画の計画外力は、台風に基づき推算している地域と低気圧に基づき推算している地域とがある。
 - ③ 現行計画の作成当時と比べ、近年の観測結果にはすでに気候変動の影響による長期変化量が含まれている可能性がある。
 - ④ 現時点では、波浪の長期変化(沖合での波高の増加及び周期や波高の変化等)の予測や定量化は、平均海面水位の上昇量に比べて、不確実性が高い。

- <対応方針>
- ① 既に気候変動の影響が含まれている可能性があるため、できるだけ長期間(観測開始から)の観測データ又は波浪推算に基づいた統計解析によって設計波を決定する。
 - ② 将来予測される波浪の長期変化量を推算し、適切に考慮する。
 - ③ 近年の観測データには気候変動の影響が既に含まれている可能性があるため、長期間の観測データを使用する場合には、近年に観測されつつある気候変動によるトレンドに留意し、過小評価とならないよう極値統計解析を行う。

出典：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

■「確率波高計算処理システム」を活用した確率波高の算定

- 中国地方整備局では、日本海沿岸で64年間(S31~R1年)、瀬戸内海西部で69年間(S26~R1年)、瀬戸内海東部で70年間(S25~R1年)に中国地方周辺で発生した年最大波高(極大値)の異常気象時について波浪推算を実施して、計算結果をデータベース化し、任意の地点での確率波浪を抽出できるシステムを構築している。
- 山口県では、この確率波高計算処理システムで算出される長期の波浪推算での統計値を気候変動を考慮した波浪として採用する。



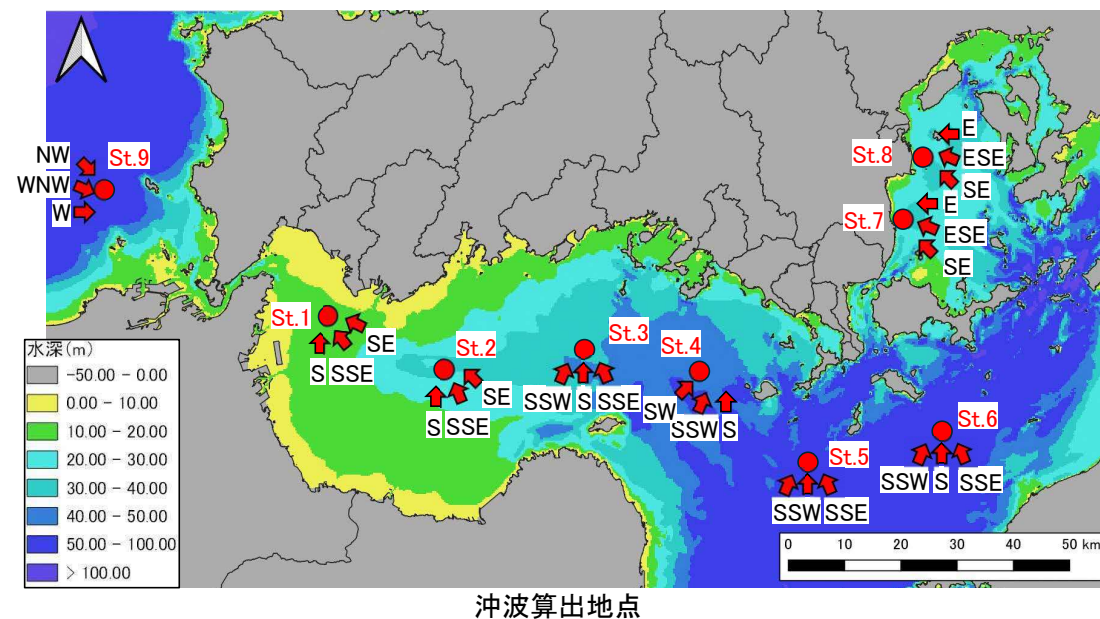
出典：確率波高計算処理システム 中国地方整備局

■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果

- ▶ 山口県沿岸で波浪の長期変化傾向を分析した結果、現時点において有義波高に明確な上昇傾向は確認されなかったため、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言」に基づき、長期間の波浪推算による統計値により設計沖波を設定した。設定にあたっては、過去の（瀬戸内海西部69年間分、日本海側64年間分）波浪推算結果がデータベース化されている「確率波高計算処理システム（中国地方整備局）」により確率波（30年確率規模）を算出した。
- ▶ St. 1～St. 6の「①長期間の確率統計による設計沖波」と「②管内波浪推算高度化報告書の設計沖波」を比較すると、算出地点や波向により増減しているものの、現時点で明確な上昇傾向はみられない。

■設計沖波の設定地点

- 設計沖波の算出地点は、St. 1～St. 6では「管内波浪推算高度化報告書（H10年）」で設定された沖波地点とし、St. 7～St. 9は豊関南（日本海側）・岩国ゾーンで新たに沖波地点の設定を行い、算出した。



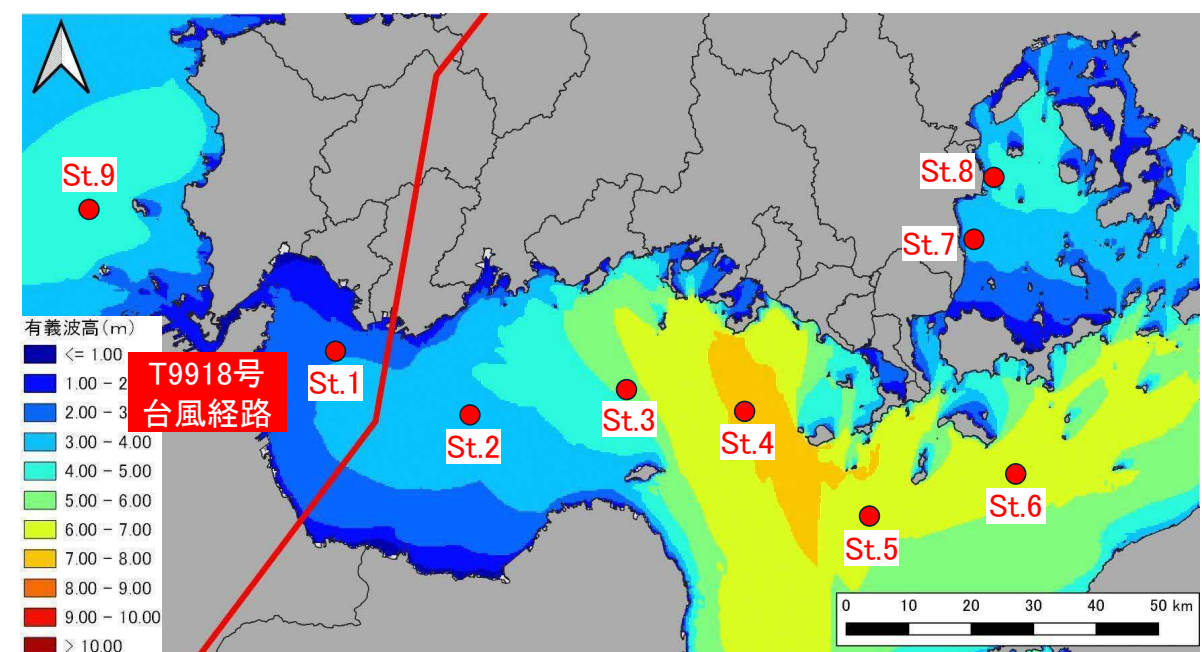
設計沖波の比較

沖波算出地点と波向き		St.9			St.1			St.2		
		NW	WNW	W	S	SSE	SE	S	SSE	SE
対象ゾーン		豊関南ゾーン			豊関南・宇部ゾーン			宇部・山口ゾーン		
現行計画値(SMB法)		0.95～8.10			2.70～4.80			2.30～5.40		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間:1954年～2019年	30年確率	8.48	8.13	7.34	3.48	4.04	4.16	3.80	4.39	5.04
【参考】管内波浪推算高度化報告書 統計期間:1954年～1997年	30年確率	-	-	-	3.08	4.15	4.33	2.30	3.45	4.40
沖波算出地点と波向き		St.3			St.4			St.5		
		SSW	S	SSE	SW	SSW	S	SSW	S	SSE
対象ゾーン		山口・周南ゾーン			周南ゾーン			周南・柳井ゾーン		
現行計画値(SMB法)		0.64～6.00			0.64～6.00			1.10～5.50		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間:1954年～2019年	30年確率	4.48	4.51	6.13	4.36	4.84	6.79	6.05	6.10	6.02
【参考】管内波浪推算高度化報告書 統計期間:1954年～1997年	30年確率	3.80	4.40	5.28	5.28	5.85	5.95	5.50	4.82	4.08
沖波算出地点と波向き		St.6			St.7			St.8		
		SSW	S	SSE	SE	ESE	E	SE	ESE	E
対象ゾーン		柳井ゾーン			岩国ゾーン			岩国ゾーン		
現行計画値(SMB法)		1.10～5.50			2.03～3.17			2.03～3.17		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間:1954年～2019年	30年確率	5.42	5.39	5.17	3.70	3.69	3.07	4.17	3.75	2.24
【参考】管内波浪推算高度化報告書 統計期間:1954年～1997年	30年確率	5.53	3.80	2.78	-	-	-	-	-	-

※St. 7～St. 9は、管内波浪推算高度化報告書での沖波未設定

■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果

- ▶ 前述した台風の気圧低下を考慮し、波浪推算を実施した結果、各沖波算出地点における波高の変化量(変化率)は0.05m~0.48m(1.02~1.09倍)に増加することとなった。
- ▶ シミュレーションした想定台風の中でT9918号の波高の変化量(変化率)が高い傾向にある。



想定台風での波浪推算結果 (T9918号)

現況・気候変動考慮の有義波高の推算値

台風	ゾーン									備考
	St.9	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	
T9119_0K	3.74	3.53	4.61	5.40	6.36	6.21	6.32	2.87	3.72	
T9119_2K	3.97	3.64	4.73	5.56	6.57	6.43	6.52	2.98	3.86	
T9918_0K	3.96	2.77	3.59	5.15	6.79	6.42	6.14	3.18	3.78	
T9918_2K	4.24	2.91	3.81	5.38	7.09	6.70	6.37	3.29	3.92	
T0418_0K	4.06	3.66	4.71	5.62	6.47	6.17	6.37	2.93	3.72	
T0418_2K	4.37	3.78	4.84	5.79	6.72	6.41	6.60	3.02	3.87	
T1515_0K	5.32	3.44	4.11	4.79	5.03	4.32	3.80	2.48	2.71	
T1515_2K	5.80	3.50	4.21	4.93	5.17	4.44	3.91	2.54	2.77	

※単位:メートル

有義波高の変化量(差分)

台風	ゾーン									備考
	St.9	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	
T9119	0.23	0.10	0.12	0.16	0.22	0.22	0.20	0.11	0.14	
T9918	0.28	0.14	0.22	0.24	0.30	0.29	0.24	0.11	0.14	将来変化倍率最大
T0418	0.30	0.11	0.13	0.17	0.25	0.24	0.22	0.09	0.15	
T1515	0.48	0.06	0.10	0.14	0.13	0.13	0.11	0.07	0.05	

※単位:メートル

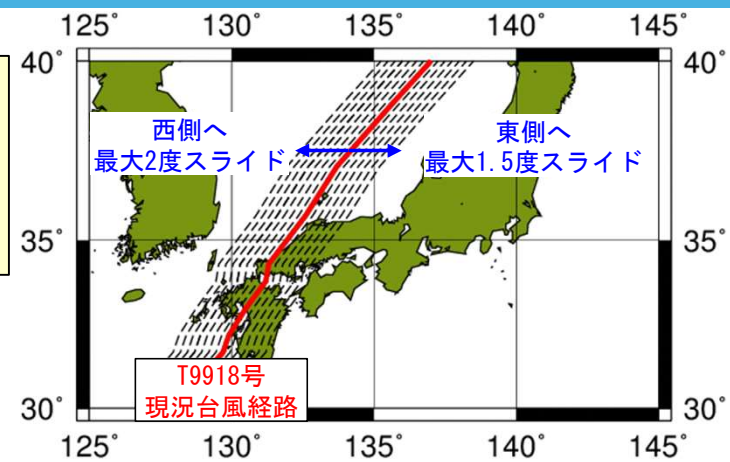
有義波高の変化率

台風	ゾーン									備考
	St.9	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	
T9119	1.06	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	1.04	
T9918	1.07	1.05	1.06	1.05	1.04	1.04	1.04	1.03	1.04	将来変化倍率最大
T0418	1.07	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.03	1.03	1.04	
T1515	1.09	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	

※単位:倍率

■ 台風経路をスライドさせた場合の波浪推算結果

- 想定台風の中で有義波高の変化量(変化率)が高い傾向にあったT9918号を対象に、台風経路を東西に0.25°毎にスライド(不確実性を考慮)させて感度分析を実施した。シミュレーションを実施した台風経路は高潮推算を実施した台風経路と同様である。
- 台風経路をスライドさせて感度分析を実施した結果、有義波高は、1.04~1.43倍(St. 9を除く)程度増加することが想定される。



台風経路をスライドさせた場合の有義波高の推算値 (2°C上昇)

台風経路	ゾーン										平均值	備考
	St.9	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8			
+0.000度(0K)	3.96	2.77	3.59	5.15	6.79	6.42	6.14	3.18	3.78	4.64	比較基準	
-2.000度(2K)	8.02	3.26	3.63	4.13	4.27	3.96	3.80	1.90	2.43	3.93		
-1.750度(2K)	7.58	3.44	3.86	4.40	4.54	4.24	4.19	2.09	2.58	4.10		
-1.500度(2K)	6.98	3.64	4.07	4.74	4.86	4.54	4.50	2.29	2.75	4.26		
-1.250度(2K)	6.13	3.84	4.33	5.02	5.23	4.83	4.74	2.49	2.95	4.39		
-1.000度(2K)	4.84	3.97	4.53	5.22	5.61	5.15	5.06	2.66	3.16	4.47		
-0.750度(2K)	4.34	3.97	4.67	5.38	5.97	5.52	5.38	2.81	3.39	4.60		
-0.500度(2K)	4.26	3.71	4.70	5.57	6.42	5.89	5.72	2.99	3.64	4.77		
-0.250度(2K)	4.45	3.09	4.36	5.69	6.88	6.23	6.04	3.16	3.84	4.86		
+0.000度(2K)	4.31	2.91	3.81	5.38	7.09	6.70	6.37	3.29	3.92	4.87	現況台風経路	
+0.250度(2K)	3.98	2.48	3.70	4.49	6.68	6.93	6.72	3.32	4.02	4.70		
+0.500度(2K)	3.56	2.18	3.30	4.26	4.79	6.60	6.78	3.10	3.84	4.27		
+0.750度(2K)	3.15	1.95	3.00	3.67	4.20	5.35	6.30	2.76	2.87	3.69		
+1.000度(2K)	2.78	1.83	2.83	3.61	3.90	4.06	4.94	2.62	2.45	3.23		
+1.250度(2K)	2.51	1.70	2.63	3.42	3.91	4.03	3.91	2.43	2.17	2.97		
+1.500度(2K)	2.28	1.58	2.42	3.11	3.73	4.00	3.72	2.14	1.83	2.76		

※単位:メートル

台風経路をスライドさせた場合の有義波高の変化率 (現況台風経路の0Kとの比較)

台風経路	ゾーン										平均值	備考
	St.9	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8			
-2.000度(2K)	2.03	1.18	1.01	0.80	0.63	0.62	0.62	0.60	0.64	0.90		
-1.750度(2K)	1.92	1.24	1.08	0.86	0.67	0.66	0.68	0.66	0.68	0.94		
-1.500度(2K)	1.76	1.32	1.13	0.92	0.72	0.71	0.73	0.72	0.73	0.97		
-1.250度(2K)	1.55	1.39	1.20	0.98	0.77	0.75	0.77	0.78	0.78	1.00		
-1.000度(2K)	1.22	1.43	1.26	1.01	0.83	0.80	0.82	0.84	0.84	1.01		
-0.750度(2K)	1.10	1.43	1.30	1.05	0.88	0.86	0.88	0.88	0.90	1.03		
-0.500度(2K)	1.08	1.34	1.31	1.08	0.95	0.92	0.93	0.94	0.96	1.06		
-0.250度(2K)	1.12	1.12	1.21	1.11	1.01	0.97	0.98	0.99	1.02	1.06		
+0.000度(2K)	1.09	1.05	1.06	1.05	1.04	1.04	1.04	1.03	1.04	1.05	現況台風経路	
+0.250度(2K)	1.01	0.90	1.03	0.87	0.98	1.08	1.10	1.04	1.06	1.01		
+0.500度(2K)	0.90	0.79	0.92	0.83	0.71	1.03	1.11	0.97	1.02	0.92		
+0.750度(2K)	0.80	0.70	0.83	0.71	0.62	0.83	1.03	0.87	0.76	0.80		
+1.000度(2K)	0.70	0.66	0.79	0.70	0.57	0.63	0.81	0.82	0.65	0.70		
+1.250度(2K)	0.63	0.61	0.73	0.67	0.58	0.63	0.64	0.76	0.57	0.65		
+1.500度(2K)	0.58	0.57	0.67	0.60	0.55	0.62	0.61	0.67	0.48	0.60		

※単位:倍率

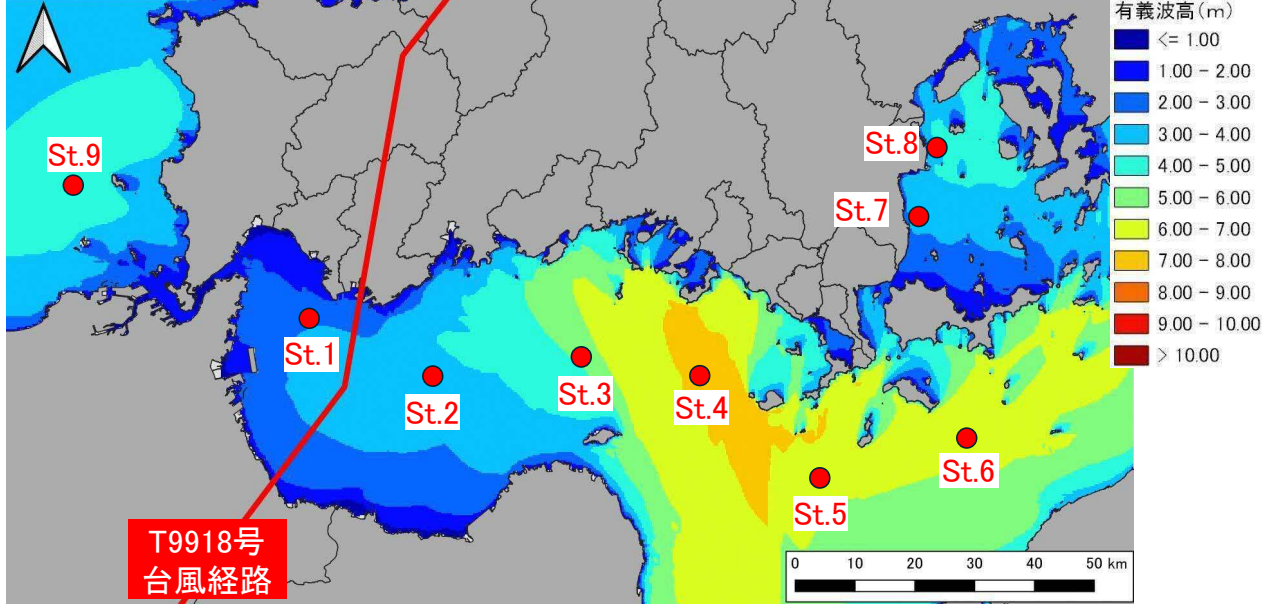
気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口南沿岸】

■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果

- ▶ 長期間の確率統計による設計沖波(30年・50年確率(参考))と気候変動を考慮した想定台風(2°C上昇)による推算波高を比較した結果、日本海側では、長期統計による設計沖波が高く、瀬戸内海側では、概ね同程度または推算波高が若干高い傾向にあった。前述の通り台風経路が東西にスライドすることで推算波高が変化するため、設計沖波と推算波高の比較には不確実性が残る。
- ▶ 一方で、長期統計による設計沖波は将来予測値が反映されていないが、多くの台風・低気圧を対象に波浪推算を実施し、確率評価された設計沖波のため、想定台風での推算波高よりも安全側に設定された数値と判断し、波高は気候変動による影響を考慮せず、長期統計による設計沖波の値を利用する方針とする。

■長期統計による設計沖波と想定台風での推算波高との比較

- 日本海側のSt. 9の設計沖波は、冬季風浪を含んでいるため、想定台風による推算波高より波高が高い。
- 瀬戸内海側のSt. 1~St. 3, St. 7・St. 8の設計沖波と想定台風での推算波高は、波向の違いによるバラツキはあるが、概ね現行計画の30年確率波と同程度であった。同地点の水深は、10m~40m程度で浅海域のため、地形の影響により、波高が減衰しているものと推測される。
- 瀬戸内海側のSt. 4~St. 6の設計沖波と想定台風での推算波高は、波向の違いによるバラツキはあるが、設計沖波の30年確率波より推算波高の方が若干高い傾向にある。同地点の水深は、上述の地点より水深が深く40m~60m程度のため、地形の影響を受けにくく、波高が減衰しにくいものと推測される。



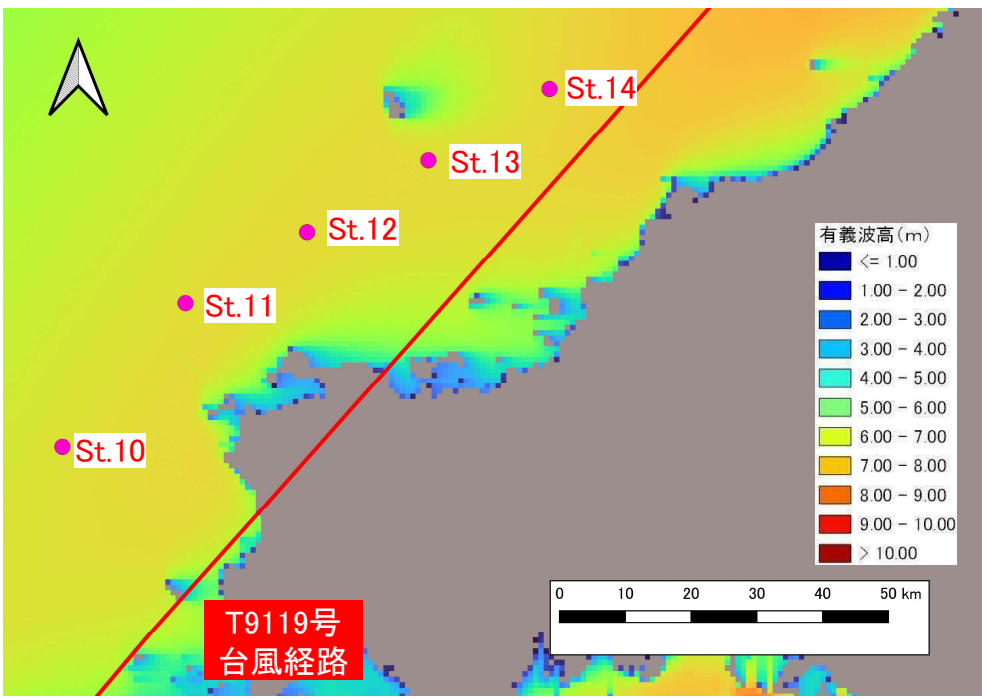
想定台風での波浪推算結果 (T9918号)

長期統計の設計沖波と想定台風による波浪推算値(現行台風経路)との比較

沖波算出地点と波向き		St.9			St.1			St.2		
		NW	WNW	W	S	SSE	SE	S	SSE	SE
対象ゾーン		豊閑南ゾーン			豊閑南・宇部ゾーン			宇部・山口ゾーン		
現行計画値(SMB法)		0.95~8.10			2.70~4.80			2.30~5.40		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間: 1954年~2019年	30年確率	8.48	8.13	7.34	3.48	4.04	4.16	3.80	4.39	5.04
	50年確率	8.95	8.61	7.86	3.92	4.41	4.53	4.31	4.82	5.49
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	3.97			3.64			4.73		
	T9918	4.24			2.91			3.81		
	T0418	4.37			3.78			4.84		
	T1515	5.80			3.50			4.21		
沖波算出地点と波向き		St.3			St.4			St.5		
		SSW	S	SSE	SW	SSW	S	SSW	S	SSE
対象ゾーン		山口・周南ゾーン			周南ゾーン			周南・柳井ゾーン		
現行計画値(SMB法)		0.64~6.00			0.64~6.00			1.10~5.50		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間: 1954年~2019年	30年確率	4.48	4.51	6.13	4.36	4.84	6.79	6.05	6.10	6.02
	50年確率	5.07	5.12	6.69	4.88	5.44	7.40	6.62	6.66	6.61
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	5.56			6.57			6.43		
	T9918	5.38			7.09			6.70		
	T0418	5.79			6.72			6.41		
	T1515	4.93			5.17			4.44		
沖波算出地点と波向き		St.6			St.7			St.8		
		SSW	S	SSE	SE	ESE	E	SE	ESE	E
対象ゾーン		柳井ゾーン			岩国ゾーン			岩国ゾーン		
現行計画値(SMB法)		1.10~5.50			2.03~3.17			2.03~3.17		
長期間の確率統計による設計沖波 統計期間: 1954年~2019年	30年確率	5.42	5.39	5.17	3.70	3.69	3.07	4.17	3.75	2.24
	50年確率	5.92	5.87	5.65	4.05	4.14	3.35	4.55	4.20	2.45
気候変動を考慮した想定台風での 沖波波高	T9119	6.52			2.98			3.86		
	T9918	6.37			3.29			3.92		
	T0418	6.60			3.02			3.87		
	T1515	3.91			2.54			2.77		

■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討結果

- ▶ 前述した台風の気圧低下を考慮し、波浪推算を実施した結果、各沖波算出地点における波高の変化量(変化率)は0.36m~1.62m(1.04~1.20倍)に増加することとなった。最も西側に位置するSt. 10の変化量が大きく、その他は同程度である。
 - ▶ シミュレーションした想定台風の中での波高の変化量はいずれも同程度であるが、変化率はT2009が高い傾向にある。
- ※各Stの位置は、地形、沖波波高の現計画値の分布及び「確率波高計算処理システム」の算出地点を基に仮設定したものであり、今後詳細を検討。



想定台風での波浪推算結果 (T9119号)

現況・気候変動考慮の有義波高の推算値

台風	ゾーン					備考
	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	
T9119_0K	5.89	6.82	6.90	6.90	6.94	
T9119_2K	7.08	7.22	7.30	7.28	7.31	
T0314_0K	8.52	9.73	9.18	9.06	8.06	
T0314_2K	9.98	10.17	9.60	9.49	8.42	
T2009_0K	8.63	9.95	9.36	9.22	8.22	
T2009_2K	10.25	10.47	9.86	9.72	8.66	
T2214_0K	4.03	4.51	4.57	4.50	4.65	
T2214_2K						精査中

※単位:メートル

有義波高の変化量(差分)

台風	ゾーン					備考
	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	
T9119	1.19	0.40	0.40	0.38	0.37	
T0314	1.46	0.44	0.42	0.43	0.36	
T2009	1.62	0.52	0.50	0.50	0.44	
T2214						精査中

※単位:メートル

有義波高の変化率

台風	ゾーン					備考
	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	
T9119	1.20	1.06	1.06	1.06	1.05	
T0314	1.17	1.05	1.05	1.05	1.04	
T2009	1.19	1.05	1.05	1.05	1.05	
T2214						精査中

※単位:倍率

気候変動を踏まえた計画外力の検討結果【山口南沿岸】

■気候変動を踏まえた防護水準(案)の算定

▶ 前述までの高潮・波浪推算結果を踏まえて、気候変動後の防護水準(案)を設定した。

気候変動を踏まえた防護水準(案)の算定

ゾーン名	気候変動を踏まえた設計高潮位					設計沖波		
	設定方法	朔望平均満潮位※1 (T.P.m)	海面上昇量 (m)	気候変動考慮		気候変動を踏まえた 設計高潮位(T.P.m)	設定方法	波高(m)※4
				潮位偏差(m)	変化率※3			
豊関南	朔望平均満潮位 +海面上昇量 +潮位偏差(将来 変化考慮)	1.04~1.88 (吉母~下関)	0.39	1.04~2.72 【+0.07~+0.18】※2	1.07	2.47~4.99 【+0.46~+0.57】	確率波高計算処理 システムから算出し た30年確率波	St.9:7.34~8.48 St.1:3.48~4.16
宇部		1.62~1.80 (埴生~丸尾)	0.39	2.25~2.78 【+0.15~+0.18】	1.07	4.26~4.97 【+0.54~+0.57】		St.1:3.48~4.16 St.2:3.80~5.04
山口		1.54~1.62 (山口~三田尻)	0.39	2.35~2.68 【+0.15~+0.18】	1.07	4.30~4.69 【+0.54~+0.57】		St.2:3.80~5.04 St.3:4.48~6.13
周南		1.47~1.52 (徳山~光)	0.39	2.28~2.58 【+0.15~+0.17】	1.07	4.14~4.46 【+0.54~+0.56】		St.4:4.36~6.79 St.5:6.02~6.10
柳井		1.42~1.53 (平生~久賀)	0.39	1.50~2.57 【+0.10~+0.17】	1.07	3.37~4.49 【+0.49~+0.56】		St.5:6.02~6.10 St.6:5.17~5.42
岩国		1.71~1.80 (柱島~岩国)	0.39	1.71~2.09 【+0.11~+0.14】	1.07	3.81~4.23 【+0.50~+0.53】		St.7:3.07~3.70 St.8:2.24~4.17

※1：朔望平均満潮位は、「海岸・河川事業における設計潮位（瀬戸内海沿岸）について、2003年」から設定

※2：【】の数値は、現行計画値からの差分

※3：T9119号、T9918号、T0418号の現行台風経路時の将来変化倍率（平均値）

※4：一部、湾状の海域・島嶼に囲まれているような海域（柳井・上関・徳山下松付近等）では、湾内発生波を考慮する必要があるためSMB法を用いて設計沖波を算定

今後の検討方針（案）

■第3回山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会のご報告内容

- 気候変動を踏まえた計画外力の確定値の提示
 - ✓ 気候変動を踏まえた防護水準（潮位偏差・波浪）の算定
 - ✓ 平均海面上昇量を加算した設計津波高と気候変動を踏まえた設計高潮位を比較

- 防護水準（案）の算定
 - ✓ 代表海岸を選定し、気候変動後の計画外力（高潮・高波）に対して、必要となる堤防高を算出。
 - ✓ 算定手法は、波のうちあげ高または越波流量を想定。