

# 愛知県海岸保全基本計画検討委員会技術部会

## 第2回 技術部会資料

2023年9月8日(金)

愛知県

# — 目次 —

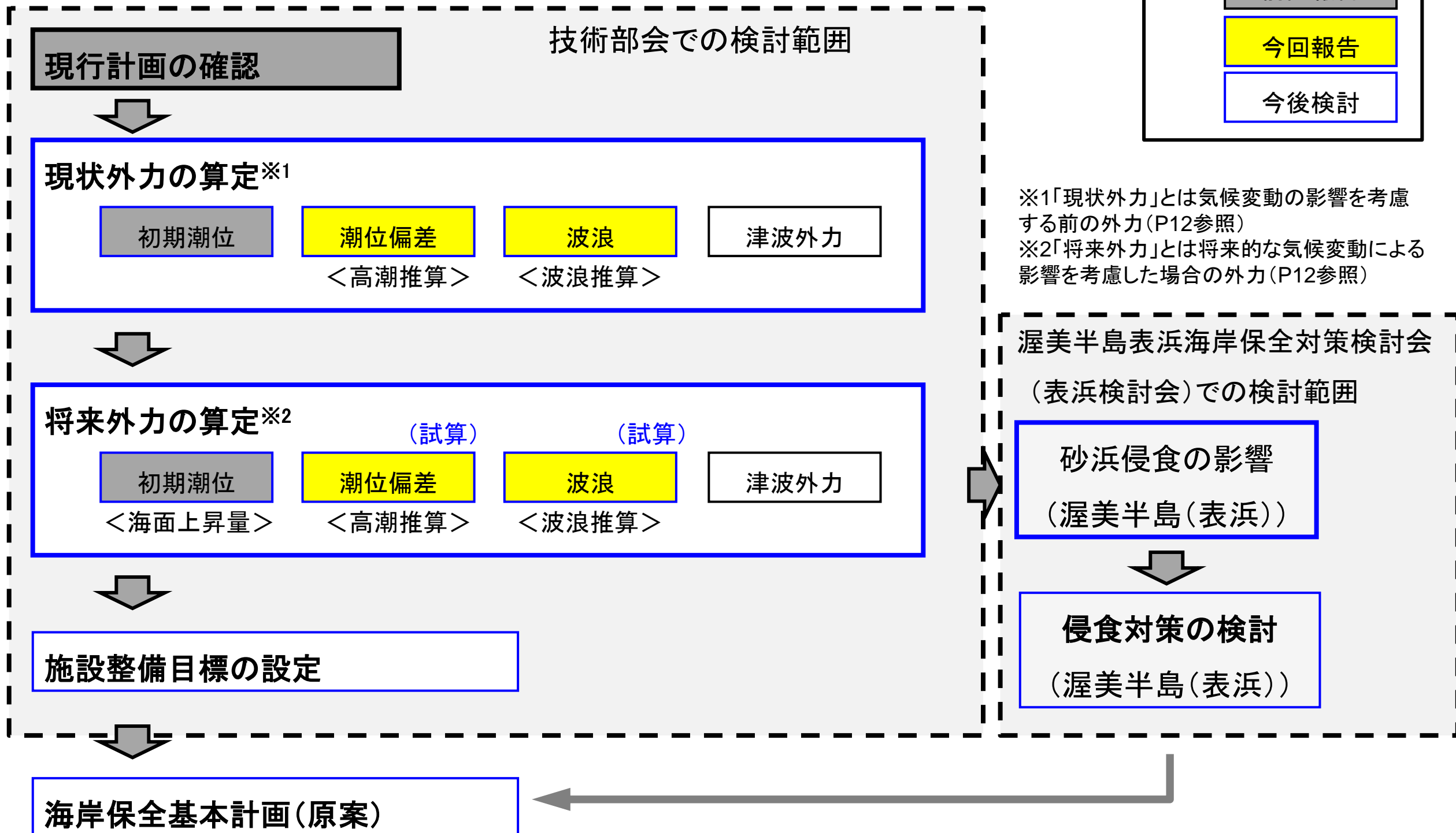
1. 全体フローとスケジュール(案)	P2～4
2. 第1回準備会(技術部会)の意見と対応	P5～9
3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件	P10～29
4. 高潮推算・波浪推算の再現計算	P30～49
5. 気候変動前(ケース1)の外力検討結果	P50～53
6. 気候変動後(ケース2)の外力試算結果	P54～60
7. 今後の検討事項	P61～62

# 1. 全体フローとスケジュール（案）

# 1. 全体フローとスケジュール（案）

## (1) 全体フロー

気候変動を踏まえた海岸保全基本計画変更までの流れ



# 1. 全体フローとスケジュール（案）

## （2）検討委員会等のスケジュール（案）

準備会（技術部会）① 2023/2.22	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画変更が必要となった経緯</li> <li>・現行計画の防護目標、気候変動を踏まえた技術的検討方針</li> </ul>
検討委員会① 2023/3/30	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画変更が必要となった経緯</li> <li>・具体的な変更の方向性</li> </ul>
技術部会② 2023/9/8	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状外力の算定結果</li> <li>・将来外力の試算結果</li> </ul>
表浜検討会（仮）① 2023/10月予定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・渥美半島（表浜）における整備等の状況</li> <li>・モニタリング等の報告</li> </ul>
技術部会③ 2023/11月予定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・将来外力の算定結果</li> <li>・気候変動前後の必要堤防高の評価</li> </ul>
検討委員会② 2023/11月予定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状外力、将来外力の算定結果</li> <li>・気候変動後の必要堤防高の評価</li> </ul>
表浜検討会（仮）②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動の影響評価</li> <li>・侵食対策</li> </ul>
技術部会④	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設整備目標の設定</li> </ul>
表浜検討会（仮）③	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動の影響評価</li> <li>・侵食対策</li> </ul>
検討委員会③	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変更計画（原案）の作成</li> </ul>

検討、調整の状況により開催時期、回数の変更があります。

## 2. 第1回準備会（技術部会）の意見と対応

## 2. 第1回準備会（技術部会）の意見と対応

### （1）現計画の防護目標

No.	意見・確認事項	回答・対応方針	頁
1	津波防護は現時点で考えないとのことだが、これまで津波が卓越している箇所において、高潮の気候変動の影響を考慮することにより、高潮が卓越する可能性がある。	遠州灘沿岸や半島先端は津波、他の地域は高潮で施設の高さが決まっている。今回、まずは高潮について検討を進め、 <b>今後、津波の検討も進めていく</b> 。両外力の値を比較しながら検討を進めていく。	P62
2	現計画の波浪は、出力点が沖波の波高と比べて水深が浅い印象があり、気候変動の影響を考慮しても、あまり変わらない結果になる可能性がある。現計画の波浪の設定で、水深20m～30mにすると沖合になるためA03地点の水深を15mで設定した等経緯が分かれば教えてもらいたい。	算定地点までの屈折等の変形が考慮できる点として設定されている。	—
3	波浪の算定位置を現行計画より深くすることも可能か。	過年度実施した波浪推算結果を用いる場合は算定位置を変えることはできない。 <b>現行計画と同地点で算定することとしたい</b> 。	P27
4	大学が取得しているデータがあり、これらは無料で使えるものも多いと思うので、必要に応じて活用していただきたい。	様々なデータを集めて検討していきたい。	—

## 2. 第1回準備会（技術部会）の意見と対応

### （2）気候変動を踏まえた技術的検討を進めるにあたり

No.	意見・確認事項	回答・対応方針	頁
1	朔望平均満潮位で三河港のように現設定値と観測値に差がある箇所は、観測データの妥当性、設定当時の考え方を確認すると良い。	三河港の観測値については、妥当性を確認したうえで、 <b>三河港の朔望平均満潮位を見直す</b> こととする。	P15
2	将来予測手法について、大まかなスキームは了解した。高潮推算で伊勢湾台風の再現確率を把握しておくことが望ましい。また、想定台風がアンサンブルデータの幅の中にあるかを確認しておくこと。	d4PDFにおける過去実験に対して <b>伊勢湾台風の再現確率を確認</b> した。	P23

### （3）台風モデルについて

No.	意見・確認事項	回答・対応方針	頁
1	台風半径がそのまま良いかが気になるところである。	気候変動により台風半径がどのように変化するか、現時点では明確な知見がないため、 <b>本検討では実績台風と同じ</b> とすることとする。	P19



## 2. 第1回準備会（技術部会）の意見と対応

### （4）初期潮位の設定

No.	意見・確認事項	回答・対応方針	頁
1	初期潮位の設定で、近年の潮位上昇傾向の現象を黒潮の蛇行と関連づける場合、湾奥よりも外洋で比較しなければならないと考えている。これをどう考えるかによって、将来予測に影響すると思われる。	黒潮と伊勢湾内での潮位上昇の関係は明確になっていない。潮位は <b>長期的な周期変動があることから、直近のトレンドがそのまま継続するかは分からないもの</b> と考えている。	P17
2	近年の潮位上昇を現行計画の妥当性の確認に含めるのか。含めないのか。	同上	
3	鬼崎観測所の上昇傾向に、空港島の影響はないか。潮汐変動という流れで出てくる偏差のため、空港島により狭くなったところに流れが集中して潮位が上がっているという影響が仮にあるとすれば、今後も高めの値の観測が続く可能性があるため、念のため確認していただければと思う。	空港建設前と後で名古屋と鬼崎の長期変化は類似しており、2005年に開港したセントレア空港島は潮位への影響は無いと考えられる。	P17

### （5）海面上昇量について

No.	意見・確認事項	回答・対応方針	頁
1	海面上昇量43cmを設定しているのは、どこの機関でどのような設定根拠になっているのか。県内の各機関では設定値を統一しなければならないと思う。	国の直轄河川の河川整備基本方針の検討値として設定しており、出典はIPCCである。 <b>本検討では一律で0.39mと設定</b> することとする。	P16
2	海面上昇量39cmを用いることで大きな支障はないと考えてよいか。設定根拠を明確しておく必要があると考える。	IPCC、日本の気候変動、国の通知を根拠とし <b>本検討では一律で0.39mと設定</b> することとする。	P16
3	海面上昇量39cmの妥当性を見る上では、近年のトレンドが39cmを上回るような傾向がないかを確認しておくことが大事。	直近のトレンドでは39cmを上回る可能性もあるが、潮位は長期的な周期変動があることから、直近のトレンドがそのまま継続する可能性は低いと考えている。 <b>近20年のトレンドとしては39cmの上昇量と同程度</b> であることを確認した。	P16

## 2. 第1回準備会（技術部会）の意見と対応

### （6）波浪予測について

No.	意見・確認事項	回答・対応方針	頁
1	波浪の予測で、観測点が少ないので静岡の竜洋を使うとのことだが、竜洋は水深が40m程度で愛知県の表浜と波浪特性が異なる可能性があることに留意が必要かもしれない。	竜洋を含めた各観測所で年上位5波を抽出し、重複する台風を含めて対象を設定した。 <b>愛知県周辺において高波が発生する台風を網羅的に抽出した。</b>	P27
2	d2、d4の過去実験が2011年までの条件で得られている。2010年以降で波浪の状況が変わっていると、気候変動の影響を受けて上がっているところに、さらに気候変動の増分が乗る形になる恐れがある。 気候変動による増減を乗せる波浪は、長期的な変化があるかないかを確認した上で判断したほうがい。	波浪観測所の経年変化を確認したところ、観測期間が短く長期的なトレンドは確認できなかった。 <b>気候変動による影響を考慮する起点(基準年)は、今後検討する。</b>	P28

### （7）既存計画との整合

No.	意見・確認事項	回答・対応方針	頁
1	名古屋港の高潮防波堤の内側の潮位偏差は、協議会で設定した値から高潮防波堤の効果を考慮して50cm下げている。必ずしも技術上の基準に合致していなければ駄目ということではないという認識でよいか。	基本は技術上の基準に従うが、既存計画との整合性にも配慮しながら議論していく。	—

### 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (1) 現行計画の課題

### ○三河湾・伊勢湾沿岸

外力		課題	対応方針(案)
設計高潮位	初期潮位	・台風期平均満潮位を用いており、 <b>技術上の基準と齟齬が生じている。</b>	・ <b>朔望平均満潮位</b> を用いる。 ・ <b>既存計画値と最新の統計データを比較しながら設定する。</b>
	潮位偏差	・協議会値or推算値(1999)の高い値を用いていることを原則としているが、 <b>乖離や河川との関係から低い値を用いている範囲</b> がある。	・最新の地形データを用いシミュレーションを行う。 ・ <b>既存計画値とシミュレーションによる推算値を比較しながら設定</b> する。
波浪		・1955年～2006年の統計データであり、 <b>近年のデータが反映されていない。</b>	・ <b>～2021年までのデータを反映し、更新する。</b>

### ○遠州灘沿岸

外力		課題	対応方針(案)
設計高潮位	初期潮位	・現基本計画整備目標の <b>設計高潮位※の値が整理されていない。</b> ※台風期平均満潮位 + 伊勢湾台風規模潮位偏差 ・現況施設は、 <b>既往最高潮位を設計高潮位とし設定</b> している。	・ <b>三河湾・伊勢湾沿岸に同じ</b>
	潮位偏差		・ <b>三河湾・伊勢湾沿岸に同じ</b>
波浪		・ <b>三河湾・伊勢湾沿岸に同じ</b>	・ <b>三河湾・伊勢湾沿岸に同じ</b>

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (2) 基本的な検討方針

### ○三河湾・伊勢湾沿岸

	概要	潮位			波浪
		初期潮位	海面上昇量	潮位偏差	
現行計画	—	台風期 平均満潮位	—	伊勢湾台風規模の高潮偏差 (協議会値 or 1999年推算値)	2006年までの波浪推算による1/50波浪 (2008)
検討ケース1 【ベース】	<b>気候変動考慮前の必要 施設高(外力)の算定</b>	朔望 平均満潮位	—	伊勢湾台風規模の 高潮シミュレーション (本検討)	2021年までの波浪推算による1/50波浪 (本検討)
検討ケース2	<b>現時点における将来的な 最終目標とする必要施設 高(外力)の算定</b>	朔望 平均満潮位	<b>0.39m</b> (2度上昇)	<b>新伊勢湾台風規模*</b> の 高潮シミュレーション ※気候変動による台風中心気圧低下を考慮 (本検討)	2021年程度*までの波浪推算による1/50波浪 に <b>気候変動による増分 を考慮</b> (本検討)

### ○遠州灘沿岸

	概要	潮位			波浪
		初期潮位	海面上昇量	潮位偏差	
現行計画	—	台風期 平均満潮位	—	伊勢湾台風規模の高潮偏差 (協議会値 or 1999年推算値)	2006年までの波浪推算による1/50波浪 (2008)
検討ケース1 【ベース】	<b>気候変動考慮前の必要 施設高(外力)の算定</b>	朔望 平均満潮位	—	伊勢湾台風規模の 高潮シミュレーション (本検討)	2021年までの波浪推算による1/50波浪(本 検討)
検討ケース2	<b>現時点における将来的な 最終目標とする必要施設 高(外力)の算定</b>	朔望 平均満潮位	<b>0.39m</b> (2度上昇)	<b>新伊勢湾台風規模*</b> の 高潮シミュレーション ※気候変動による台風中心気圧低下を考慮 (本検討)	2021年程度*までの波浪推算による1/50波浪 に <b>気候変動による増分 を考慮</b> (本検討)

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

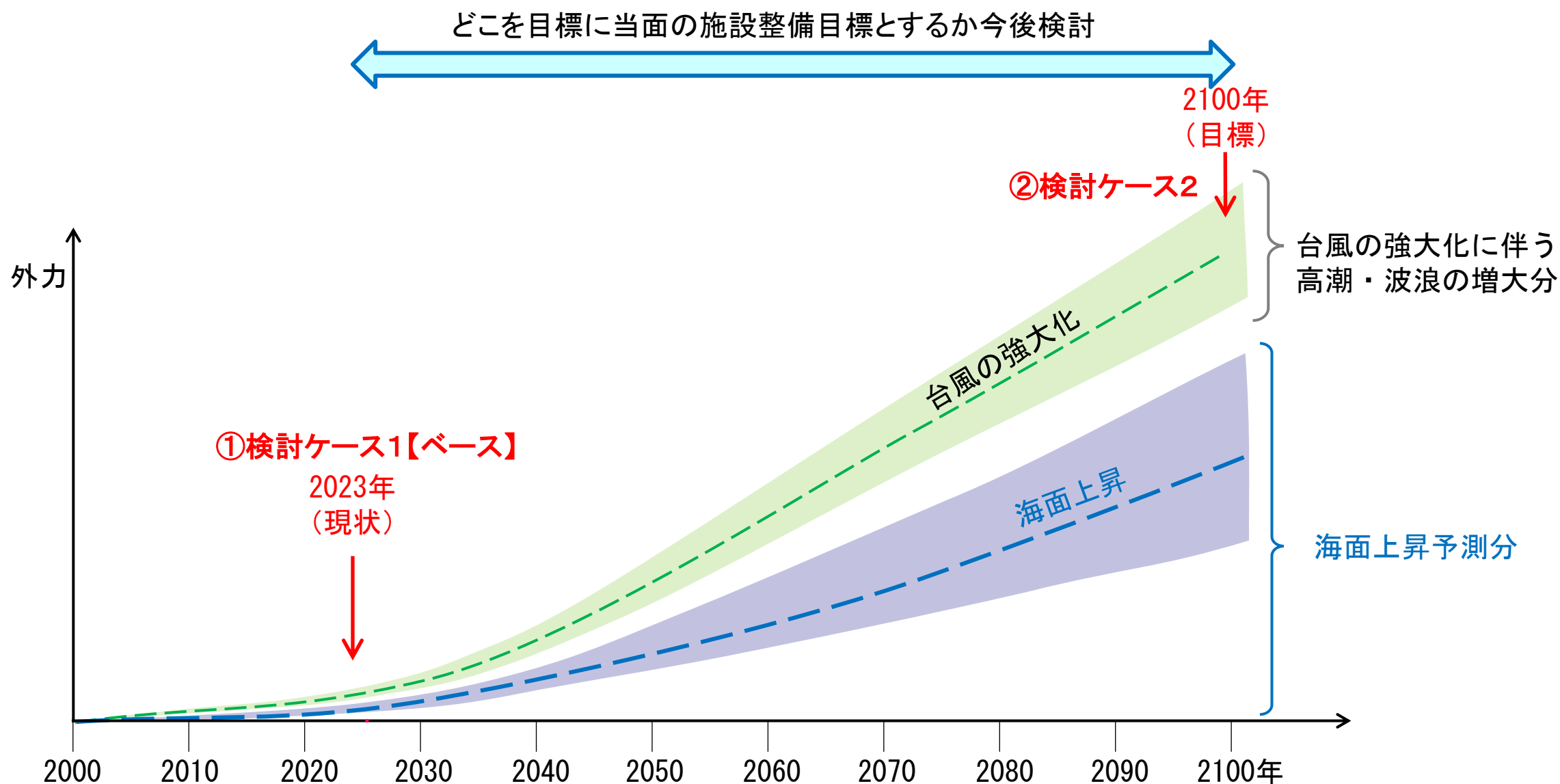
## (2) 基本的な検討方針

○2ケースの外力及び施設整備必要高を算出

①検討ケース1【ベース】: 気候変動考慮前の施設必要高の算定

②検討ケース2 : 現時点における将来的な最終目標とする施設必要高の算定

○算出結果をもとに気候変動の不確実性や施設の耐用年数などを考慮し、当面の施設整備目標(外力)について今後検討



【気候変動の影響による外力の長期変化と整備目標】

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

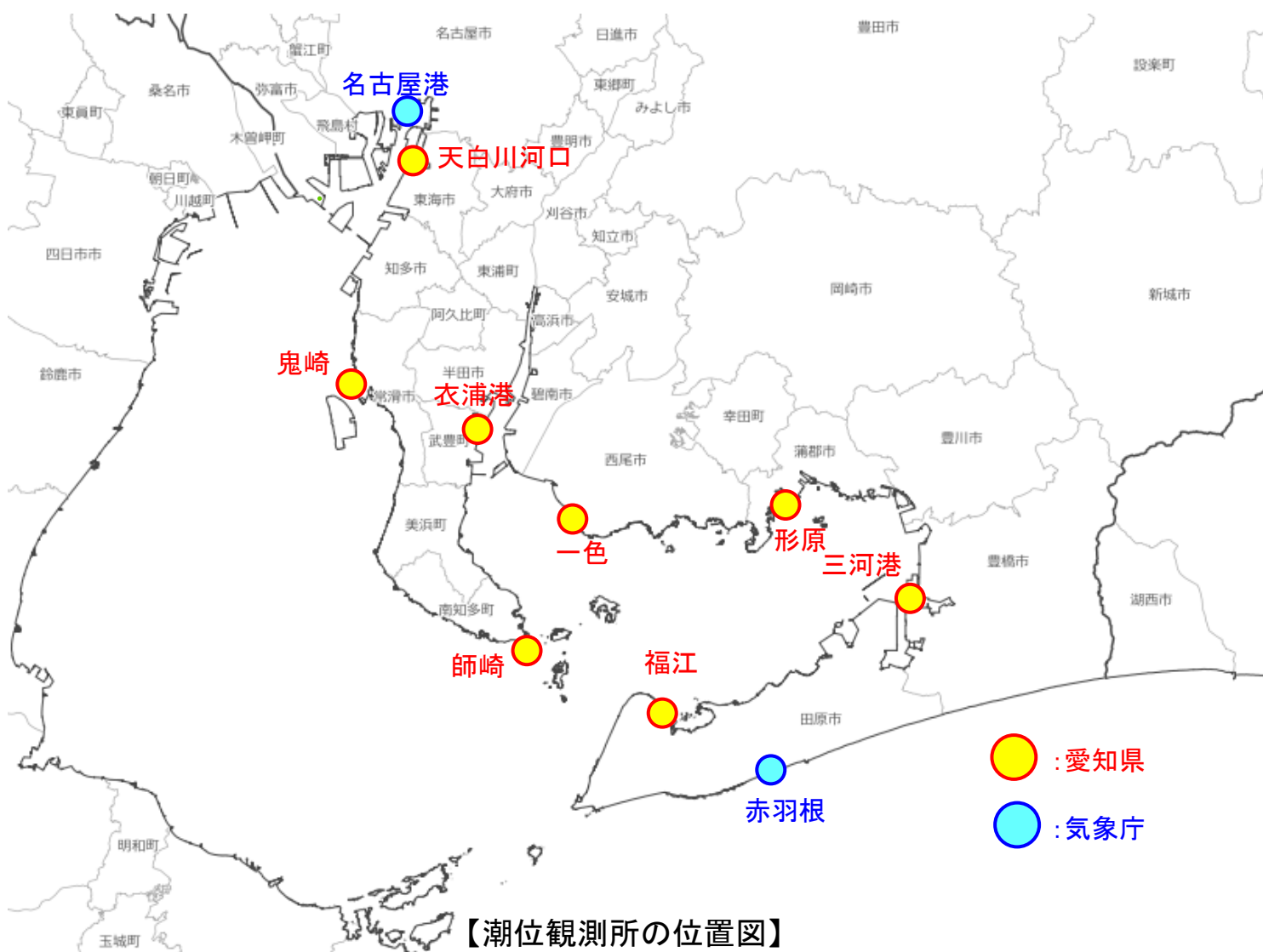
## (3) 初期潮位

### ■ 検討ケース1【ベース】

○ 現行計画では、設計高潮位の初期潮位を台風期平均満潮位としていたが、技術上の基準に準拠し、朔望平均満潮位を用いることとする。

○ 朔望平均満潮位は、三河港を除き、各港の現行設定値を用いることとする。

(三河港以外は、前回の準備会で、現行設定値と観測値が概ね同値であることから、変更の必要がない旨を了承済み)



【潮位観測所の位置図】

【各港の朔望平均満潮位】

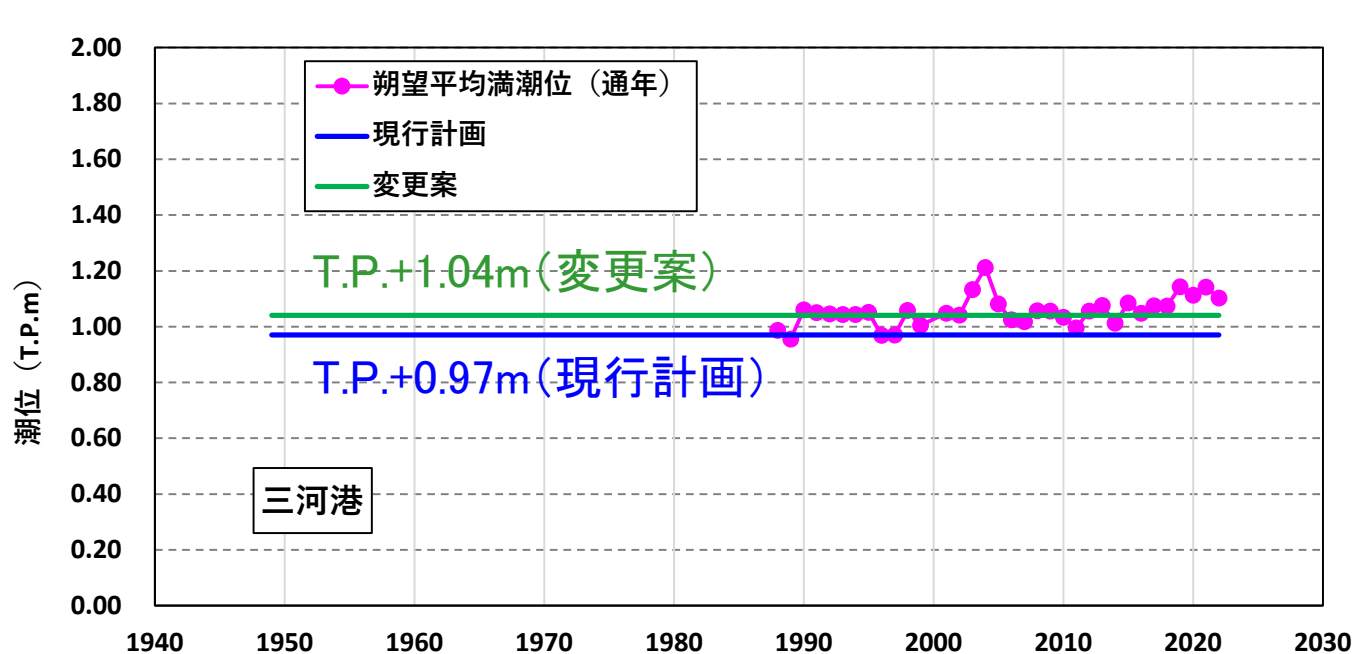
港名	朔望平均満潮位(T.P.m)	
	現行の朔望平均満潮位	今回設定
名古屋港	1.20	同左
常滑港	0.99	同左
師崎港 豊浜港	1.01	同左
衣浦港	1.03	同左
一色漁港	1.05	同左
形原漁港	0.97	同左
三河港	0.97	1.04 (今回見直し)
福江漁港	1.04	同左
赤羽根漁港	0.88	同左

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (3) 初期潮位

### ■ 検討ケース1【ベース】（三河港の朔望平均満潮位について）

- 三河港の朔望平均満潮位は、現行計画ではS37(1962)年4月～S38(1963)年4月の神野験潮所の実測値よりT.P.+0.97mと設定したとされているものの、その具体的データは不明であり、検証は不可能であった。
- 近年の朔望平均満潮位はT.P.+0.97mより高い傾向にあったため、近年の観測値をもとに再設定を行う。
- 後述の検討ケース2における海面上昇量は、20世紀末(1986～2005年平均)を基準にした増分であるため、海面上昇量の基準を合わせるため、2005年以前の観測値を用いた。その結果、**三河港の朔望平均満潮位はT.P.+1.04mと設定する。**
- 「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言(案)」では、最新の予測技術に基づいた設計外力の定期的な見直しが必要とされていることから、地盤変動等を含め、今後も観測データをモニタリングし、必要に応じて見直しを行う。



【三河港の朔望平均満潮位】

潮位	期間	数値
朔望平均満潮位	1988~2005年※	T.P.+1.04m

※2005年以前の電子データが存在する全期間

【朔望平均満潮位の算定方法】  
 観測潮位データ(毎時)をもとに、毎月の朔(新月)と望(満月)の前2日後4日以内に観測された最高潮位を抽出、平均することで算定



# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

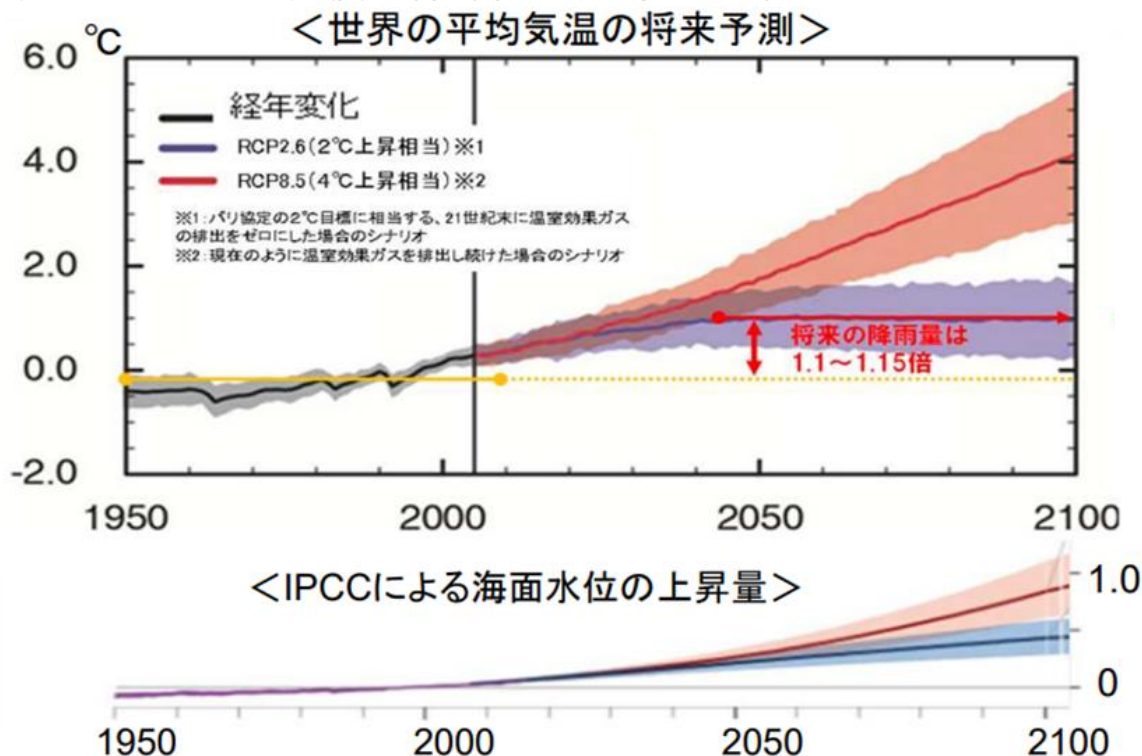
## (3) 初期潮位

### ■ 検討ケース2【将来(気候変動の2度上昇シナリオにおける海面上昇量)】

- 気候変動に伴う海面上昇量は、関係機関で2度上昇シナリオを基本とした検討が行われているが、設定値が関係機関によって異なることから、本検討で使用する数値の調整を行った。
- 2度上昇シナリオ(RCP2.6)の平均海面水位の上昇量は、SROCCでは世界平均として0.39mや0.43mの上昇が示されている。また、日本の気候変動2020では21世紀末の平均海面水位は、世界、日本沿岸ともに0.39m上昇するとされている。
- 本検討では、「海岸保全施設の技術上の基準」一部改正及び計画外力の設定方法等に関する通知(令和3年7月30日、8月2日)に準拠し、**海面上昇量は0.39mを採用**する。

### ■ IPCC海洋・雪氷圏特別報告書(SROCC)(2019年9月)

- RCP2.6では世界平均海面水位(GMSL)の上昇は、1986~2005年の期間と比べて、2081~2100年の期間に0.39m(0.26~0.53m、可能性が高い範囲)、2100年に0.43m(0.29~0.59m、可能性が高い範囲)になると予測される。RCP8.5では、対応するGMSLの上昇は2081~2100年に0.71m(0.51~0.92m、可能性が高い範囲)、2100年に0.84m(0.61~1.10m、可能性が高い範囲)になると予測される。



### ■ 日本の気候変動2020(2020年12月)

	2°C上昇シナリオによる予測 パリ協定の2°C目標が達成された世界	4°C上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
日本沿岸の平均海面水位	約0.39 m上昇	約0.71 m上昇
【参考】世界の平均海面水位	(約0.39 m上昇)	(約0.71 m上昇)

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

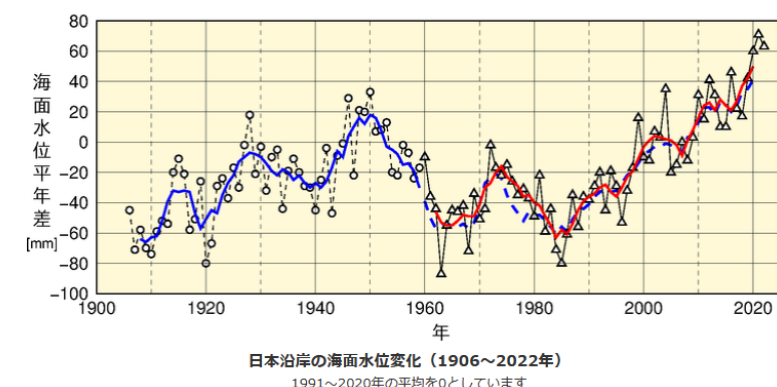
## (3) 初期潮位

### ■ 検討ケース2【将来(気候変動の2度上昇シナリオにおける海面上昇量)】

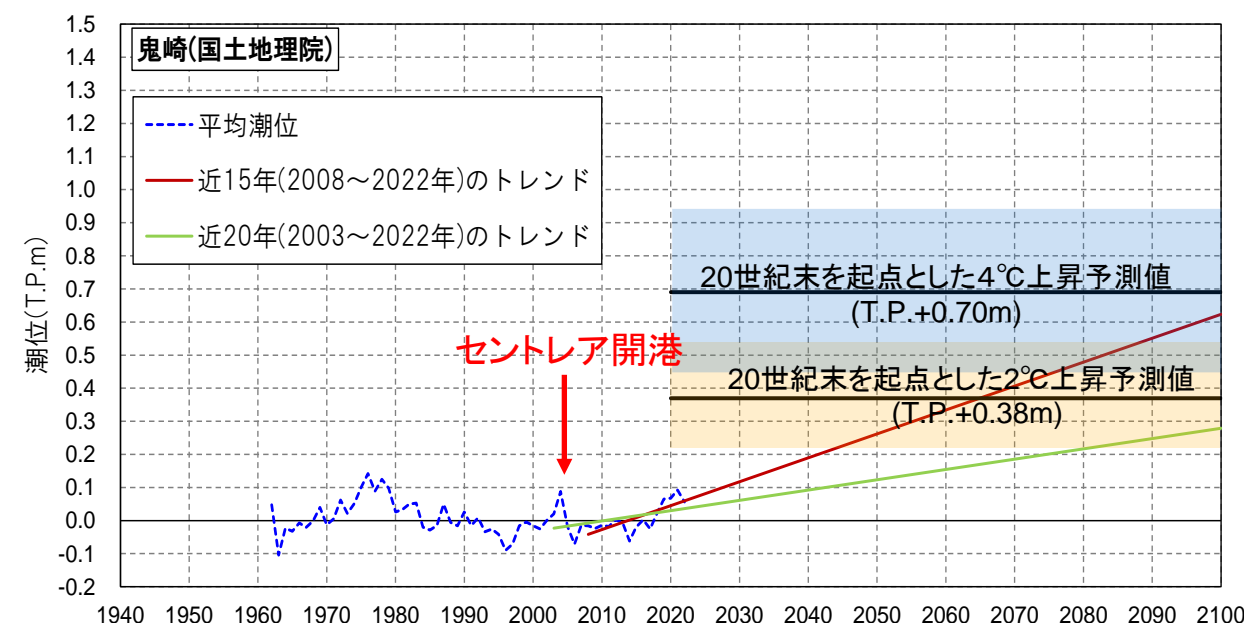
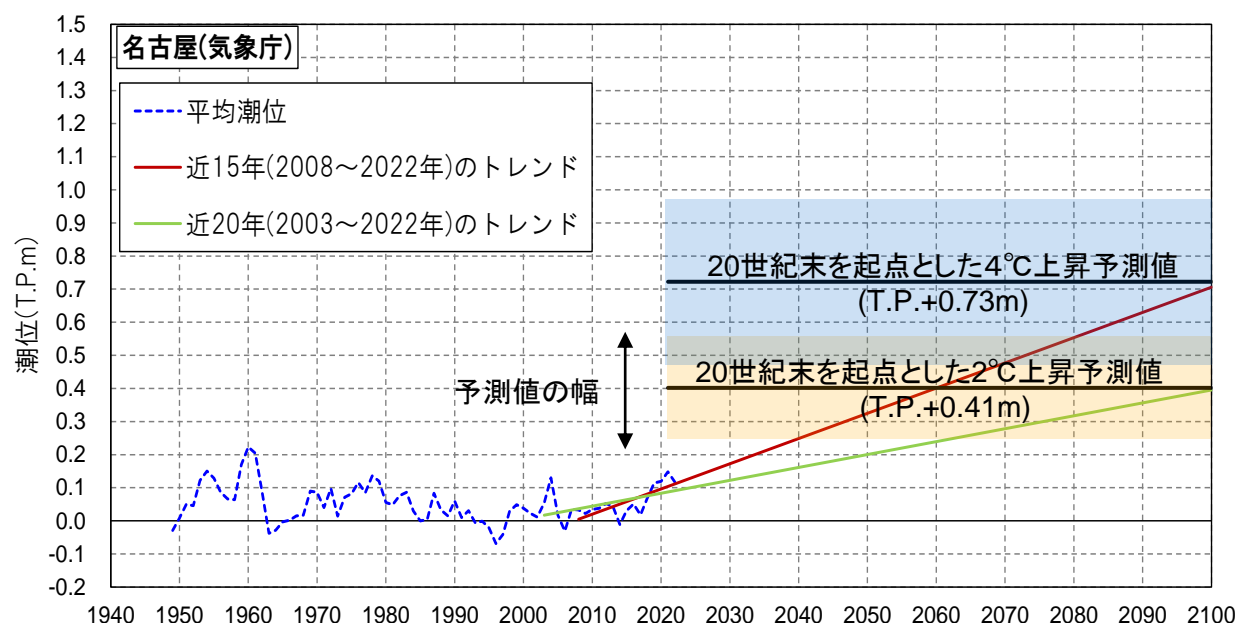
- 長期間の観測データがある名古屋(気象庁)、鬼崎(国土地理院)について、直近15年、直近20年の平均潮位の変化トレンドを確認した。直近15年のトレンドは大きな上昇傾向となっており、このままのトレンドが継続した場合、2100年時点での2度上昇シナリオの海面上昇量(0.39m)を上回る可能性がある。一方、直近20年のトレンドではおおむね2度上昇シナリオと同程度である。
- 気象庁によると日本沿岸の潮位は周期的な変動をしており、直近15年は上昇タームである可能性がある。1960～1970年代には現状と同程度の潮位の時期もあり、直近の上昇トレンドが継続するかは分からないものと考えられる。
- (参考)名古屋と鬼崎の長期変化は類似しており、2005年に開港したセントレア空港島は潮位への影響は無いと考えられる。

【日本沿岸の海面水位変化(1906～2022年)】

日本沿岸の海面水位は、1980年代以降、上昇傾向が見られます。1906～2022年の期間では上昇傾向は見られません。また、全期間を通して10年から20年周期の変動(十年規模の変動)と50年を超えるような長周期の変動があります。



出典: 日本沿岸の海面水位の長期変化傾向, 気象庁



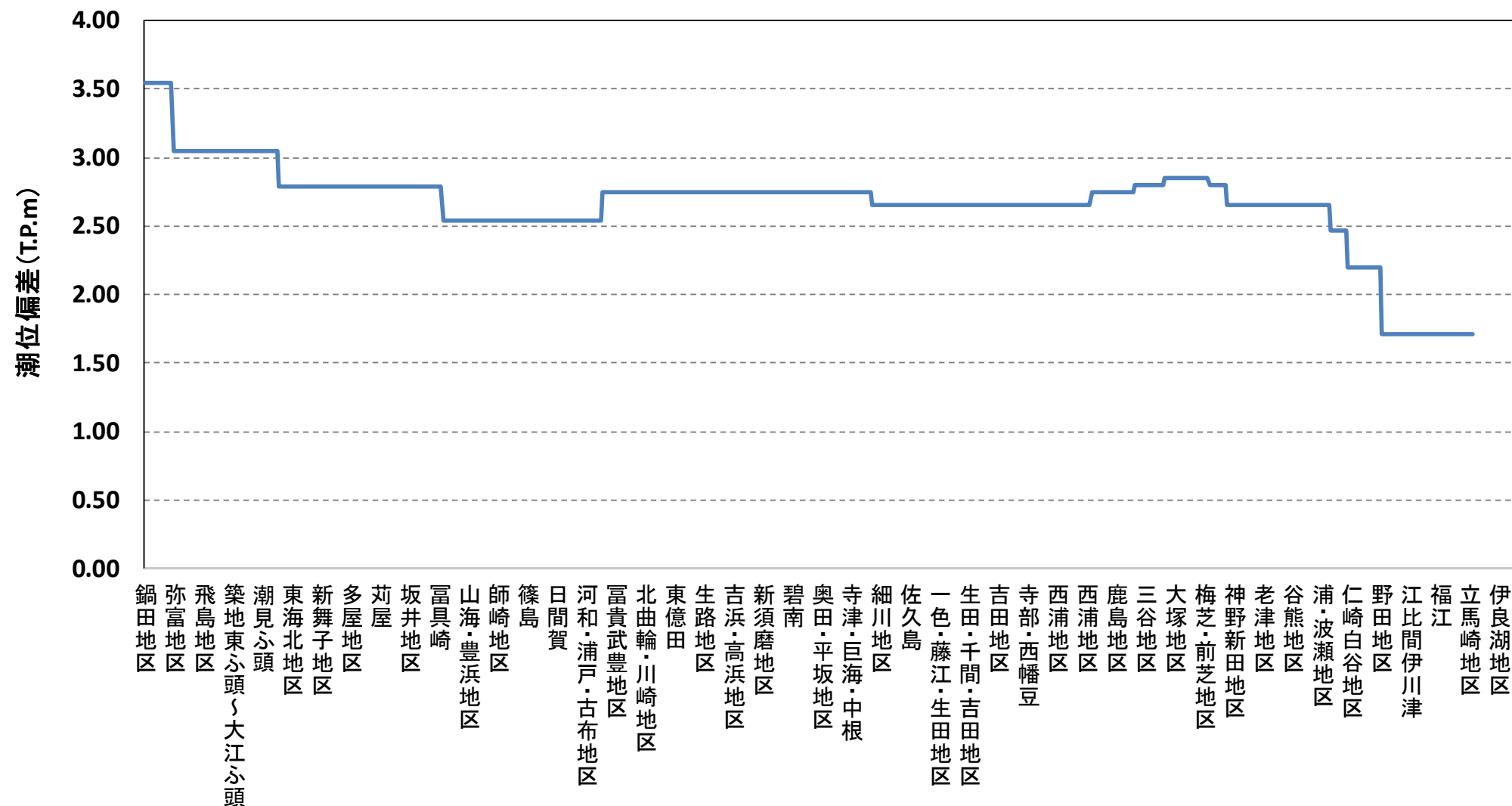
# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (4) 潮位偏差

### ■ 現行計画

- 「伊勢湾等高潮対策協議会」による伊勢湾台風規模の潮位偏差を用いている。
- 三河港については2015年に見直しを行っている。

【現行計画の潮位偏差】



# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (4) 潮位偏差

### ■ 検討ケース1【ベース】・検討ケース2

- 想定台風を対象に、検討ケース1【ベース】に対し、検討ケース2では将来的な台風中心気圧の低下量と海面上昇量を考慮した高潮シミュレーションを実施し、地区海岸ごとの潮位偏差を設定する。
- 最新地形は海図(2015年刊行、2020年補刷:海上保安庁)を用いた。

【高潮シミュレーション計算条件】

設定項目	検討ケース1【ベース】	検討ケース2
想定台風	全県:1959年(S34) 伊勢湾台風 これに加え、 三河湾で2009年(H21)台風18号 遠州灘で2012年(H24)台風17号 を追加	<b>新</b> 伊勢湾台風  ※再現計算、検討ケース1において最も潮位偏差が大きかった伊勢湾台風を基本とする
計算時間	・計算開始時刻については、初期水位から台風の気圧低下による不自然な波が発生しないように設定 ・計算時間は、潮位偏差のピーク値を捉えられるように設定	同左
計算格子間隔	最小計算格子間隔 90m	同左
計算時間間隔	C.F.L条件を満たすように計算時間間隔( $\Delta t$ )を設定	同左
構造物条件	破堤なし 防護ラインの海岸保全施設については無限鉛直壁とした	同左
河川流量	考慮しない	同左
台風中心気圧	実績台風の中心気圧	d2PDF/d4PDFより将来の中心気圧低下量を設定
最大旋衡風速半径	実績台風の風速半径	同左
移動速度	実績台風の移動速度	同左
風速変換係数C1、C2	再現計算の結果より設定	同左
潮位	朔望平均満潮位	朔望平均満潮位+海面上昇量

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (4) 潮位偏差

### ■ 検討ケース2 (d2PDF/d4PDFによる中心気圧低下量の設定)

- ・台風の中心気圧は、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(d2PDF/d4PDF)の解析結果を用いて検討する。
- ・d2PDF/d4PDFは、気候変動シナリオの数値実験であり、過去実験、2度上昇実験、4度上昇実験が行われており、対象期間、温暖化パターン、観測不確実性を示す摂動を組み合わせた数千年分(数千ケース)の数値シミュレーションデータがある。
- ・これにより、気候変動後の台風の中心気圧の算定や低頻度の発生確率の評価が可能である。

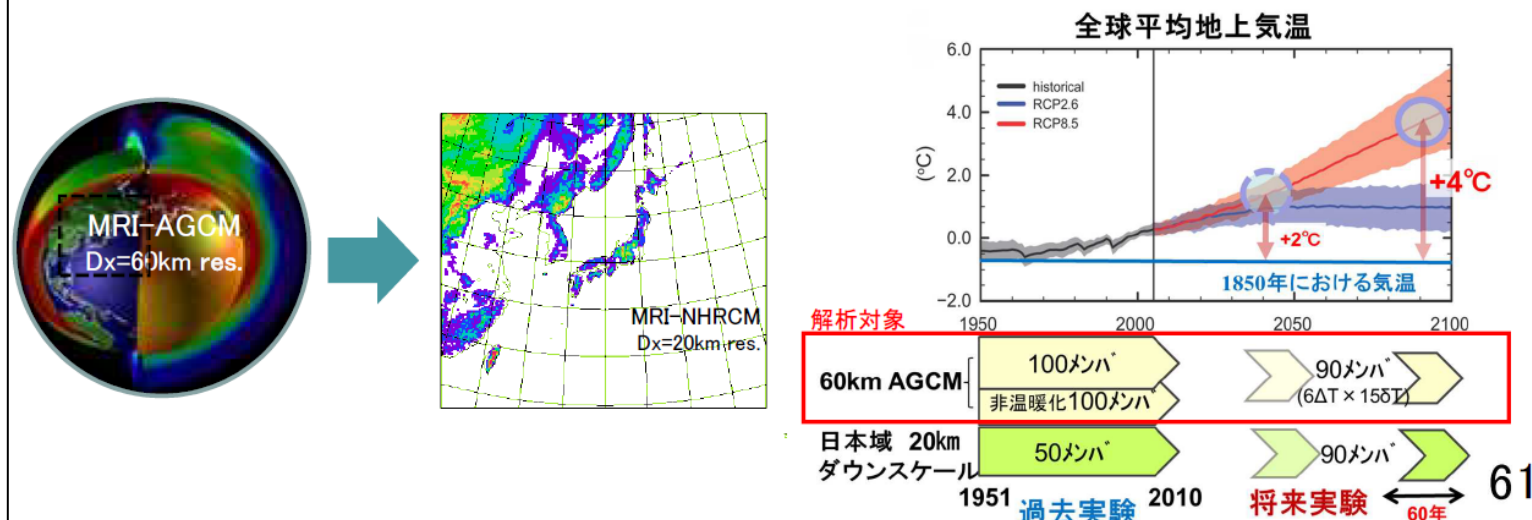
#### 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)

- 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、顕著な大気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。

- ・過去実験(6000年) = 温暖化トレンドを入れた過去60年の時間変動 × 観測不確実性を表す100摂動
- ・将来実験(5400年) = 温暖化トレンドを除いた過去60年の時間変動 × 6種のCMIP5温暖化パターン × 観測不確実性を表す15摂動



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

シナリオ	条件
過去実験	1951年～2011年8月 × 100メンバ
2度上昇実験 (d2PDF)	2031年～2091年8月 × 54メンバ
4度上昇実験 (d4PDF)	2051年～2111年8月 × 90メンバ

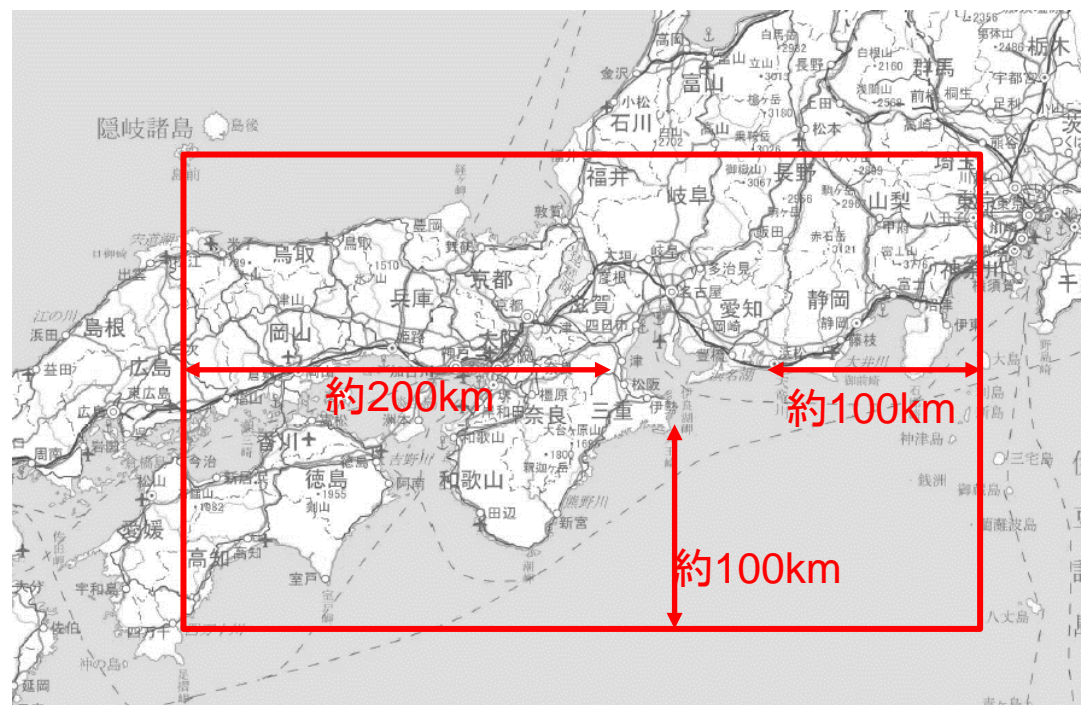
# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (4) 潮位偏差

### ■ 検討ケース2 (d2PDF/d4PDFによる中心気圧低下量の設定)

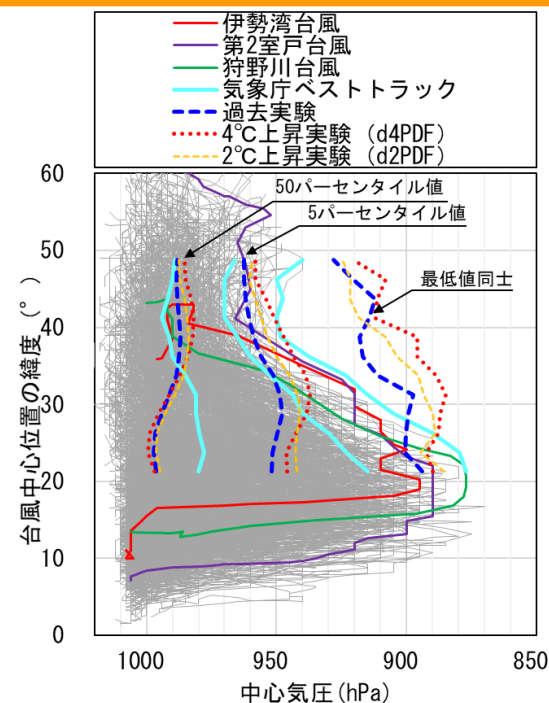
- ① 愛知県内で顕著な高潮を生じさせる台風の範囲を設定し、その範囲に含まれる台風中心気圧の最小値を抽出した。大規模な台風の最大旋衡風速半径は概ね100kmであることから、対象エリアから100km以内の範囲とする。エリア西側については、台風の移動速度が風速に加算される分風速が大きくなることから、倍の約200kmの範囲とした。
- ② d2PDF/d4PDFは数値シミュレーションから算定した結果のため、計算モデルと観測値の誤差(バイアス)が存在する。そのため気象庁ベストトラックデータとd4PDFトラックデータの緯度別の台風中心気圧の確率分布が整合するようにd4PDFの中心気圧を補正(バイアス補正)を行った。バイアス補正は、気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会と同手法として、クオンタイルマッピング法※有村ら(2021)の方法とした。

【台風の抽出範囲】

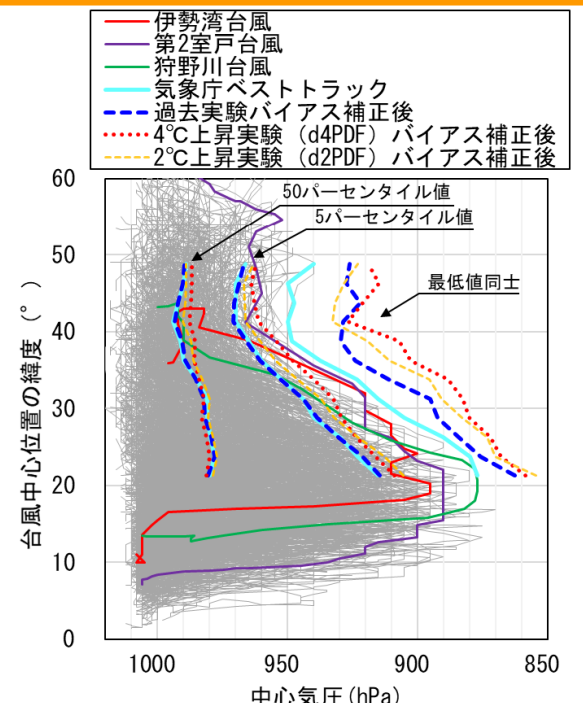


【中心気圧のバイアス補正】

気象庁ベストトラックとd4PDF過去実験(全メンバー)の比較



d4PDF過去実験と将来実験の比較(全メンバー)



# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (4) 潮位偏差

### ■ 検討ケース2 (d2PDF/d4PDFによる中心気圧低下量の設定)

③ 気象庁ベストトラックとd4PDF過去実験で年平均台風通過数の分布が異なるため、台風個数についても実測値（気象庁ベストトラック）と過去実験の結果が一致するよう**バイアスの補正を行った**。気象庁ベストトラックデータとd4PDF（過去実験）の年平均通過個数の比1.28で通過個数のバイアス補正を実施した

#### 【台風の年平均通過個数のバイアス補正】

- ・気象庁ベストトラックデータで愛知県周辺の台風の年平均通過個数は2.38個/年であり、d4PDF（過去実験）の年平均通過個数1.86個/年の**1.28倍**となっている。
- ・以下の式で各データセットの超過確率、再現期間を求めた。再現期間を求める際に**年平均通過 個数のバイアス補正**を実施した。

$$\text{超過確率 } F(x_m) = \frac{m}{N + 1}, \quad \text{再現期間 } R = \frac{1}{\lambda' F(x_m)}$$

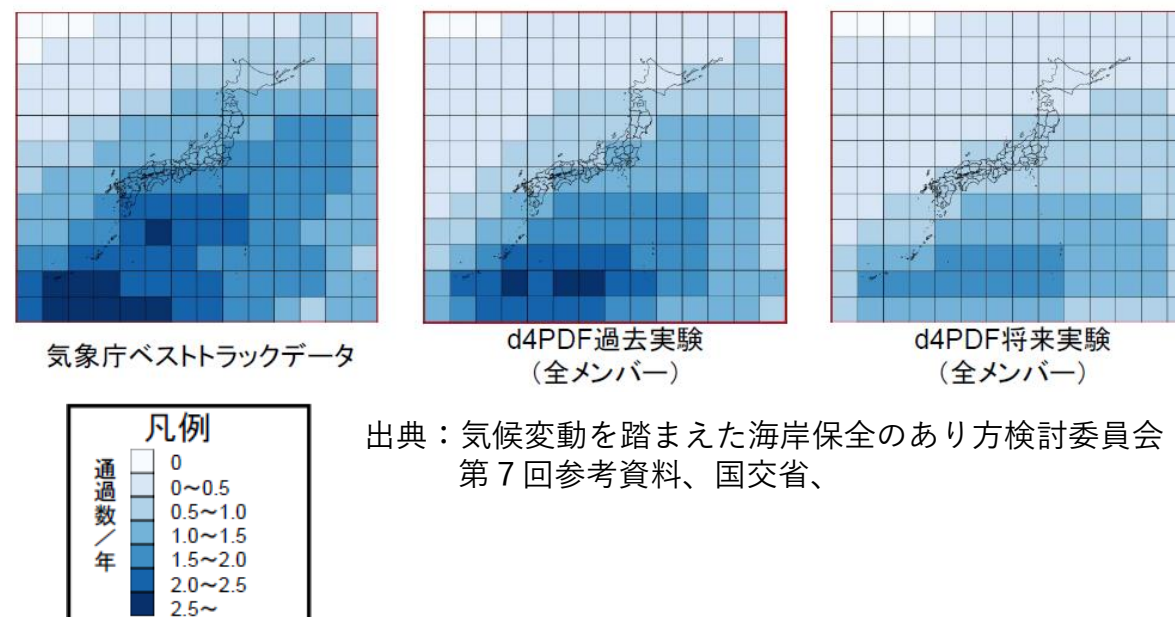
ここで、 $x_m$ : 極値,  $m$ : データの順位,  $N$ : ケース数

#### 【台風の年平均通過個数】

データセット	統計年	総通過個数	年平均通過個数 (補正前) $\lambda$	年平均通過個数 (補正後) $\lambda'$
気象庁ベストトラック	60年	143	2.38	-
d4PDF 過去実験	6000年	11,147	1.86	<b>2.38</b>
d2PDF 2°C上昇実験	3240年	4,939	1.52	<b>1.95</b>
d4PDF 4°C上昇実験	5400年	6,049	1.12	<b>1.43</b>

#### 【日本近海の台風通過数の比較】

※2.5度メッシュ内を通過する台風の個数をカウント



出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会 第7回参考資料、国交省、

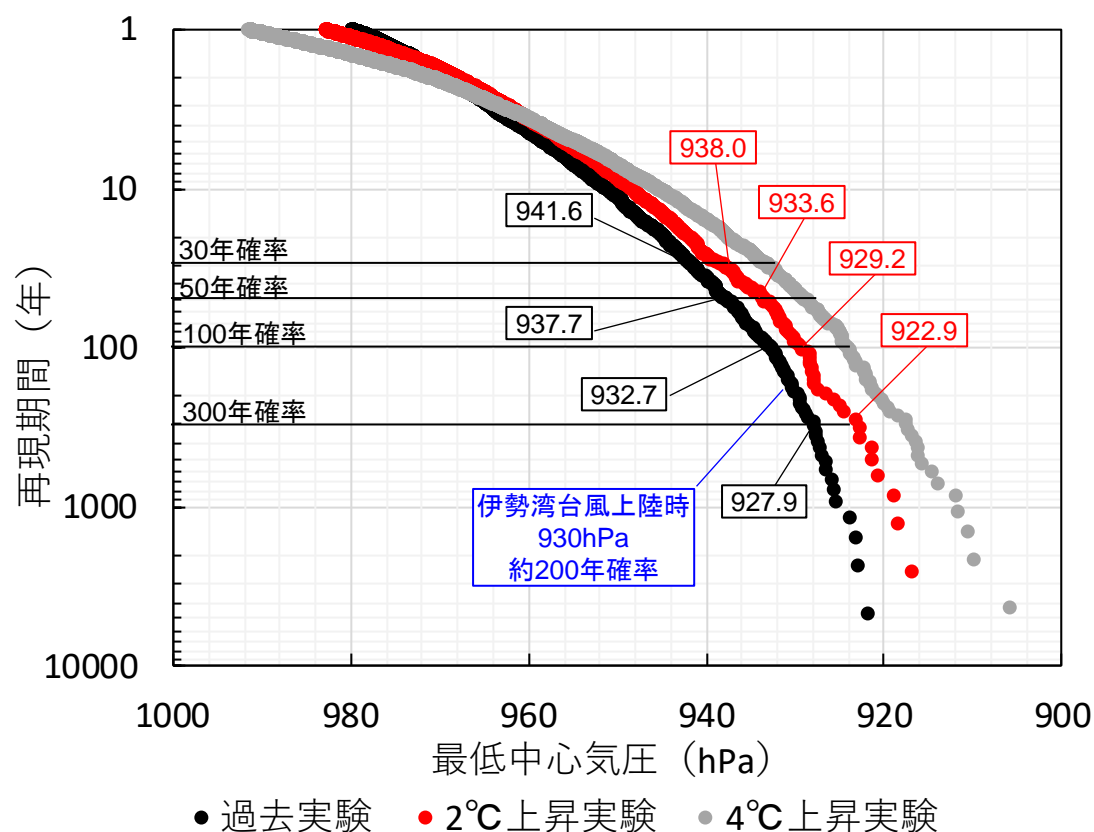
# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (4) 潮位偏差

### ■ 検討ケース2 (d2PDF/d4PDFによる中心気圧低下量の設定)

- ④ ①②③より抽出した台風中心気圧について、過去実験、2度上昇実験、4度上昇実験別に統計解析を実施した。
- ・ 2°C上昇時は過去実験と比べて中心気圧が3.6~5.5hPa低下、4°C上昇時は8.4~12.1hPa低下となった。
  - ・ 標準気圧(1013hPa)からの気圧低下量を指標とした変化倍率は、2°C上昇時は1.04~1.06倍(平均1.05)、4°C上昇時は1.11~1.14倍(平均1.12)となった。
  - ・ 伊勢湾台風の実績中心気圧は時々刻々と変化するため、**2°C上昇時の変化倍率1.05を乗じて設定**する。

【最低中心気圧の再現期間】



【最低中心気圧の将来変化】

再現期間	過去実験	2°C上昇		4°C上昇	
		中心気圧 (差分)	変化倍率*	中心気圧 (差分)	変化倍率*
30年確率	941.6 hPa	938.0 hPa △ 3.6	1.05	933.2 hPa △ 8.4	1.12
50年確率	937.7 hPa	933.6 hPa △ 4.1	1.05	928.8 hPa △ 8.9	1.12
100年確率	932.7 hPa	929.2 hPa △ 3.5	1.04	924.1 hPa △ 8.6	1.11
300年確率	927.9 hPa	922.9 hPa △ 5.0	1.06	917.5 hPa △ 10.4	1.12
500年確率	926.7 hPa	921.5 hPa △ 5.2	1.06	915.9 hPa △ 10.8	1.13
1000年確率	924.0 hPa	918.5 hPa △ 5.5	1.06	911.9 hPa △ 12.1	1.14

※変化倍率は、標準気圧(1013hPa)からの台風中心気圧低下量を指標とし、その比率を算定した(例:2°C上昇30年確率の場合、(1013-938.0)/(1013-941.6)=1.05)



# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (4) 潮位偏差

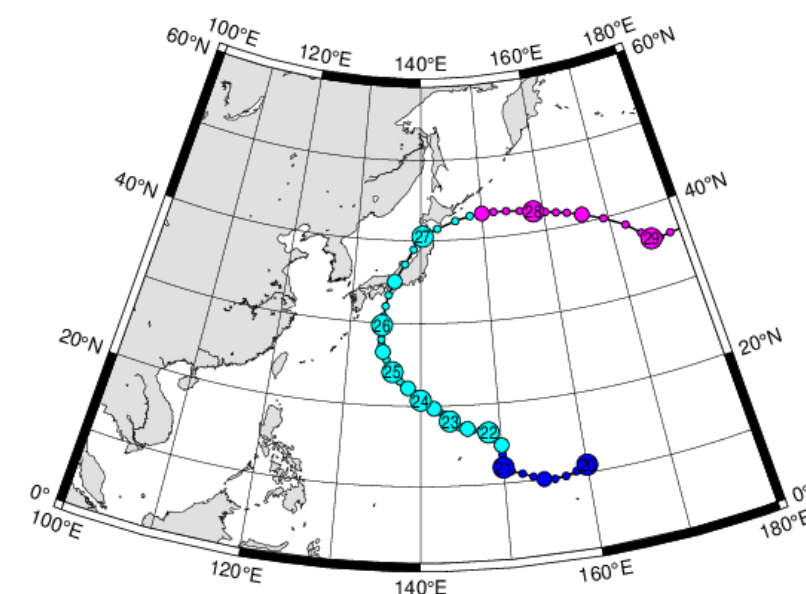
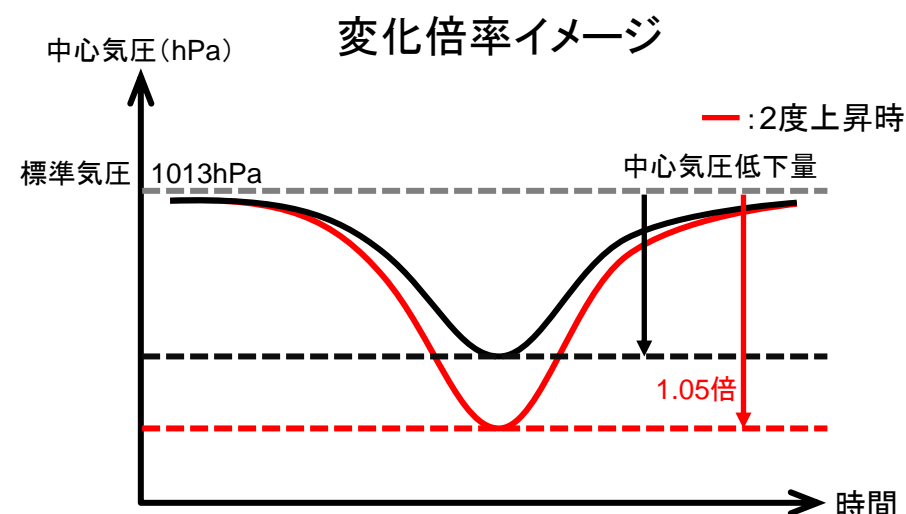
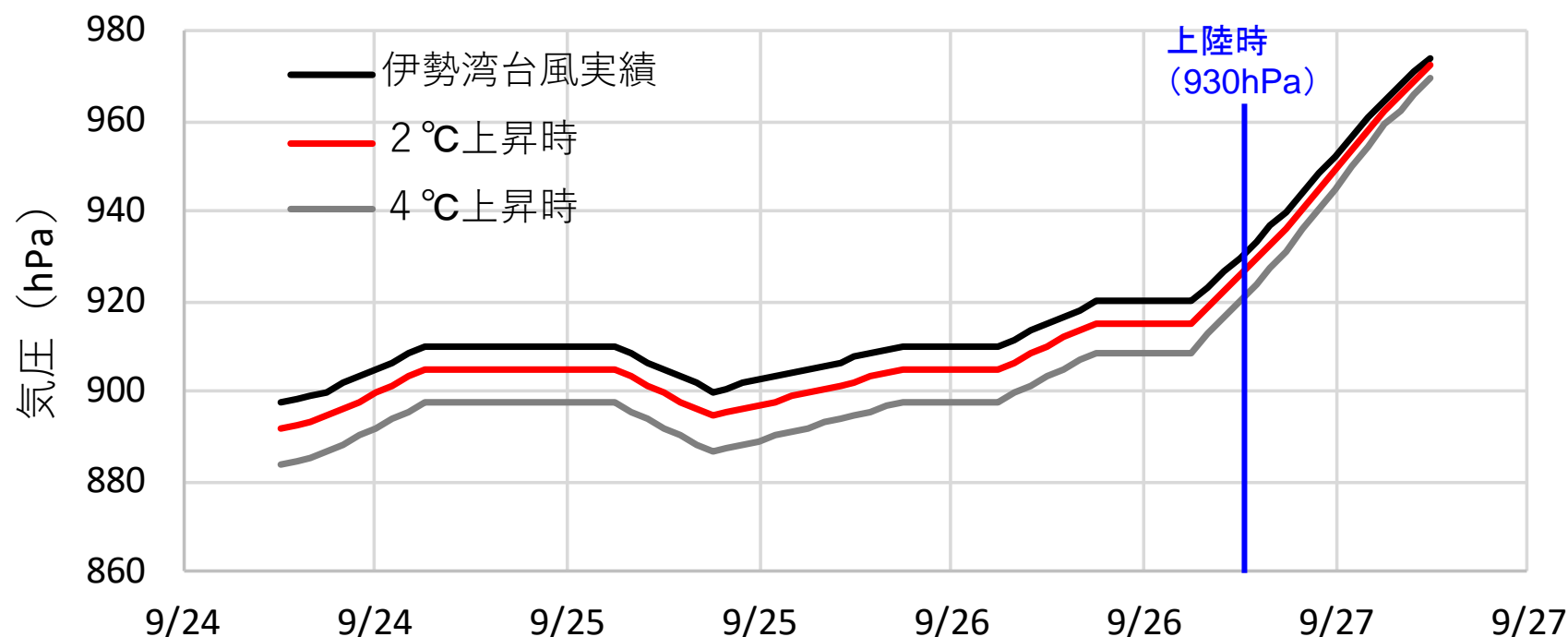
### ■ 検討ケース2 (d2PDF/d4PDFによる中心気圧低下量の設定)

⑤ 伊勢湾台風の実績中心気圧に将来の変化倍率※を乗じて将来の想定台風の中心気圧を設定した。

※変化倍率は、標準気圧(1013hPa)からの台風中心気圧低下量を指標とし、その比率を算定した

変化倍率: 2°C上昇時 1.05、4°C上昇時 1.12

【想定台風を中心気圧設定】



1959年(S34) 伊勢湾台風  
9月26日18時頃和歌山県潮岬の西側に上陸

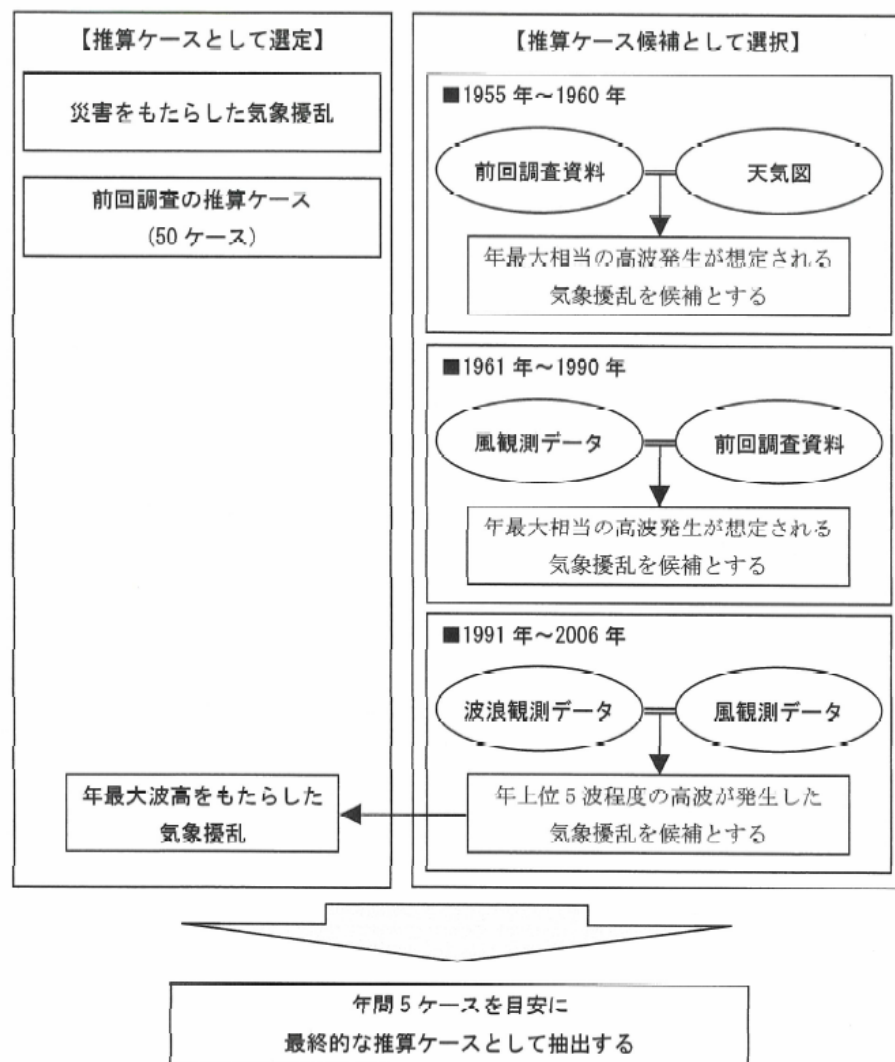
# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (5) 波浪

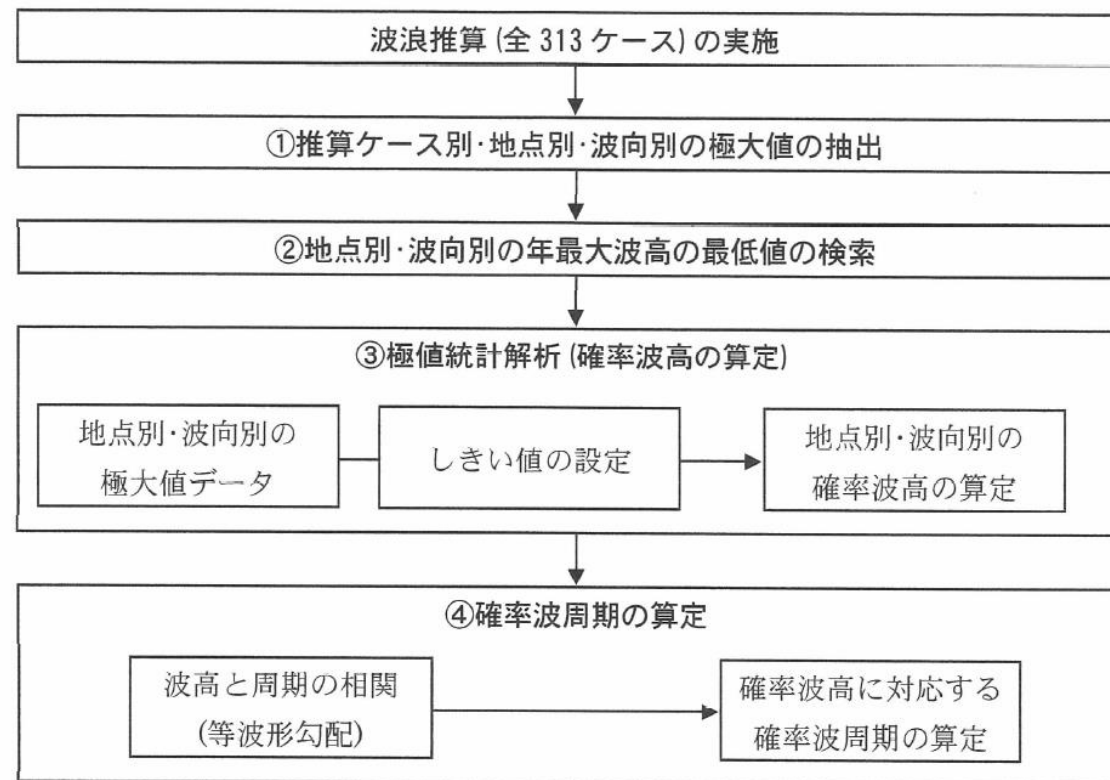
### ■ 現行計画

- 計画波浪は2008年に設定した50年確率波を用いている。数値シミュレーションから算定した1955～2006年の波浪を統計解析することで算定している。
- 当該シミュレーションは、神奈川県～三重県の4県に跨った検討であり、波浮～潮岬の各観測所で観測された高波を推算ケースとして設定し、全313ケースの波浪推算を実施している。

【推算ケースの設定方法】



【地点別の確率波高の算定フロー】



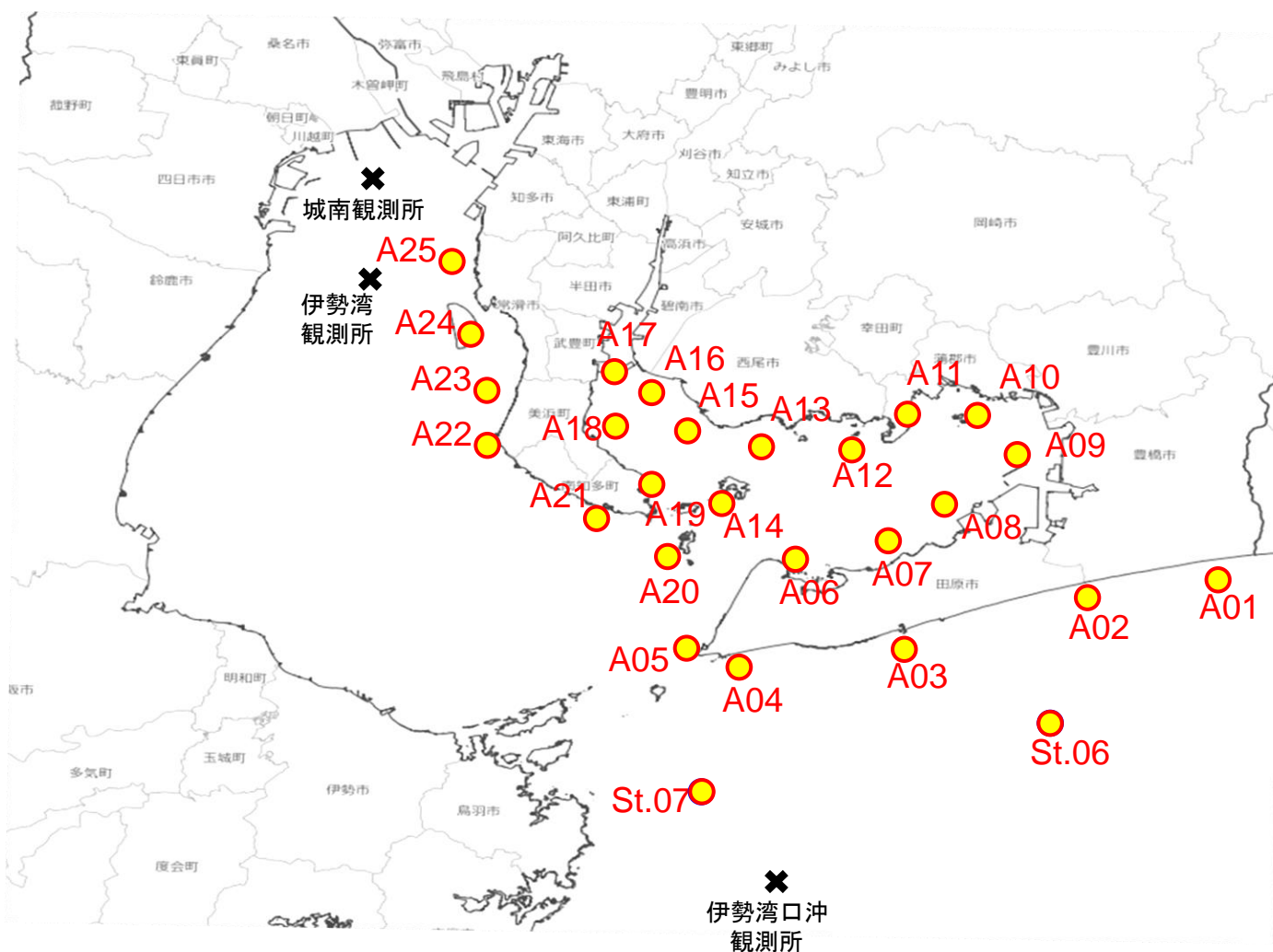
# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (5) 波浪

### ■ 現行計画

○愛知県内では、A01～A25、St.06、St.07（浅海）が評価地点として設定されており、波向き別の確率波高と周期が算出されている。

【愛知県内の波浪評価地点】



【評価地点の諸元】

区分	代表点	対応漁港	格子番号		算定水深	確率波高の位置付け	
			モデル	X			Y
代表点	St. 01	大島北東沖	狭領域	131	60	-1000m	深海波
	St. 02	大島西沖	狭領域	118	54	-550m	深海波
	St. 03	石廊崎南沖	狭領域	107	47	-450m	深海波
	St. 04	石廊崎西沖	狭領域	99	54	-2000m	深海波
	St. 05	御前崎南西沖	狭領域	79	50	-600m	深海波
	St. 06	遠州灘西部沿岸漁港	内湾域	69	10	-60m	浅海波
	St. 07	伊勢湾湾口	内湾域	50	6	-30m	浅海波
	St. 08	大王崎南東沖	狭領域	49	38	-700m	深海波
	St. 09	大王崎南西沖	狭領域	36	35	-500m	深海波
	St. 10	熊野灘	狭領域	25	24	-1300m	深海波
	St. 11	駿河湾	狭領域	103	66	-	風速のみ
	St. 12	伊勢湾内	内湾域	30	24	-	風速のみ
愛知県	A01	二川	内湾域	78	18	-20m	浅海波
	A02	高豊	内湾域	71	17	-10m	浅海波
	A03	赤羽根	内湾域	61	14	-15m	浅海波
	A04	堀切地区	内湾域	52	13	-10m	浅海波
	A05	伊良湖地区	内湾域	49	14	-20m	浅海波
	A06	福江、伊川津	内湾域	55	19	-10m	浅海波
	A07	宇津江	内湾域	60	20	-10m	浅海波
	A08	姫島	内湾域	63	22	-10m	浅海波
	A09	豊橋地区	内湾域	67	25	-10m	浅海波
	A10	御馬、三谷	内湾域	65	27	-10m	浅海波
	A11	形原	内湾域	61	27	-10m	浅海波
	A12	知柄、西幡豆	内湾域	58	25	-10m	浅海波
	A13	宮崎	内湾域	53	25	-10m	浅海波
	A14	佐久島	内湾域	51	22	-10m	浅海波
	A15	衣崎、一色	内湾域	49	26	-10m	浅海波
	A16	味沢、榮生、寺津	内湾域	47	28	-10m	浅海波
	A17	蜷川、大浜	内湾域	45	29	-10m	浅海波
	A18	河和、豊丘	内湾域	45	26	-10m	浅海波
	A19	大井、師崎	内湾域	47	23	-10m	浅海波
	A20	日間賀、篠島	内湾域	48	19	-15m	浅海波
	A21	豊浜、山海	内湾域	44	21	-15m	浅海波
	A22	小野浦地区	内湾域	38	25	-15m	浅海波
	A23	上野間、小鈴谷	内湾域	38	28	-10m	浅海波
	A24	苅屋	内湾域	37	31	-10m	浅海波
	A25	鬼崎、大野	内湾域	36	35	-10m	浅海波

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (5) 波浪

### ■ 検討ケース1【ベース】

- 波浪観測所(城南、伊勢湾、伊勢湾口沖、竜洋)において、2007年～2021年の期間の年上位5波を抽出した。対象期間において各地点で発生した上位の高波浪を含む台風を抽出した。
- 抽出した台風を対象に波浪シミュレーションを実施し、台風ごとの各評価地点の最大有義波高と周期を算出する。過年度に実施されている推算結果と合わせて**極値統計解析を実施し、50年確率波を算出する。**

【波浪シミュレーションの計算条件】

設定項目	設定内容
台風	2007～2021年の年上位5波より、対象期間に発生した高波浪の台風を選定
計算時間	・台風の風による発達を考慮できるように設定 ・計算時間は、波高のピーク値を取得できるように設定
計算格子間隔	最小計算格子間隔 90m
計算時間間隔	C.F.L条件を満たすように計算時間間隔( $\Delta t$ )を設定
構造物条件	破堤なし
台風中心気圧	実績台風の中心気圧
最大旋衡風速半径	実績台風の風速半径
移動速度	実績台風の移動速度
風速変換係数C1、C2	再現計算の結果より設定
潮位	T.P.+0.0m

【年上位5波(伊勢湾)】

年	順位	年月日時	H1/3(m)
2007	1	2007/7/15 4:00	1.69
	2	2007/1/7 8:20	1.42
	3	2007/5/17 9:00	1.29
	4	2007/12/31 9:20	1.23
	5	2007/3/11 8:20	1.22
2008	1	2008/5/13 23:00	1.36
	2	2008/1/24 15:20	1.28
	3	2008/10/24 6:40	1.20
	4	2008/2/24 15:20	1.08
	5	2008/4/24 10:20	0.99
2009	1	2009/10/8 5:20	2.54
	2	2009/12/31 20:20	1.36
	3	2009/4/26 10:20	1.33
	4	2009/3/14 1:00	1.31
	5	2009/1/12 23:00	1.13
2010	1	2010/1/1 1:00	1.38
	2	2010/12/25 9:00	1.31
	3	2010/1/5 14:20	1.25
	4	2010/12/3 4:40	1.24
	5	2010/1/1 13:40	1.23
2011	1	2011/9/3 5:20	1.90
	2	2011/9/4 12:00	1.73
	3	2011/7/20 1:40	1.56
	4	2011/5/29 18:00	1.53
	5	2011/9/21 13:40	1.49
2012	1	2012/4/3 15:40	1.88
	2	2012/9/30 19:00	1.72
	3	2012/6/19 19:20	1.58
	4	2012/1/2 13:00	1.21
	5	2012/4/22 3:20	1.16

【年上位5波(伊勢湾口沖)】

年	順位	年月日時	H1/3(m)
2013	1	2013/4/6 19:00	1.96
	2	2013/9/16 8:20	1.69
	3	2013/11/25 16:40	1.63
	4	2013/10/16 2:00	1.34
	5	2013/3/21 2:00	1.32
2014	1	2014/8/10 12:40	2.62
	2	2014/10/13 20:20	2.40
	3	2014/12/17 11:20	1.54
	4	2014/10/6 11:40	1.49
	5	2014/6/5 13:20	1.48
2015	1	2015/12/11 7:00	2.17
	2	2015/8/25 19:20	2.01
	3	2015/7/17 5:00	1.49
	4	2015/1/1 10:40	1.39
	5	2015/11/14 3:00	1.26
2016	1	2016/9/20 17:40	1.73
	2	2016/4/17 9:20	1.63
	3	2016/5/4 0:00	1.39
	4	2016/1/20 4:40	1.37
	5	2016/3/20 15:00	1.14
2017	1	2017/9/18 0:00	2.70
	2	2017/8/7 19:40	1.99
	3	2017/6/21 7:40	1.73
	4	2017/10/23 3:20	1.48
	5	2017/2/21 3:00	1.33
2018	1	2018/9/4 15:00	4.07
	2	2018/9/30 22:00	3.66
	3	2018/8/24 1:00	2.10
	4	2018/7/29 2:40	1.88
	5	2018/3/1 3:40	1.87
2019	1	2019/8/16 0:00	1.86
	2	2019/7/27 9:40	1.64
	3	2019/9/23 8:00	1.47
	4	2019/10/12 21:40	1.27
	5	2019/4/27 10:20	1.25
2020	1	2020/9/7 8:40	1.76
	2	2020/1/8 15:00	1.31
	3	2020/12/31 23:40	1.25
	4	2020/12/30 17:40	1.13
	5	2020/12/16 12:00	1.12

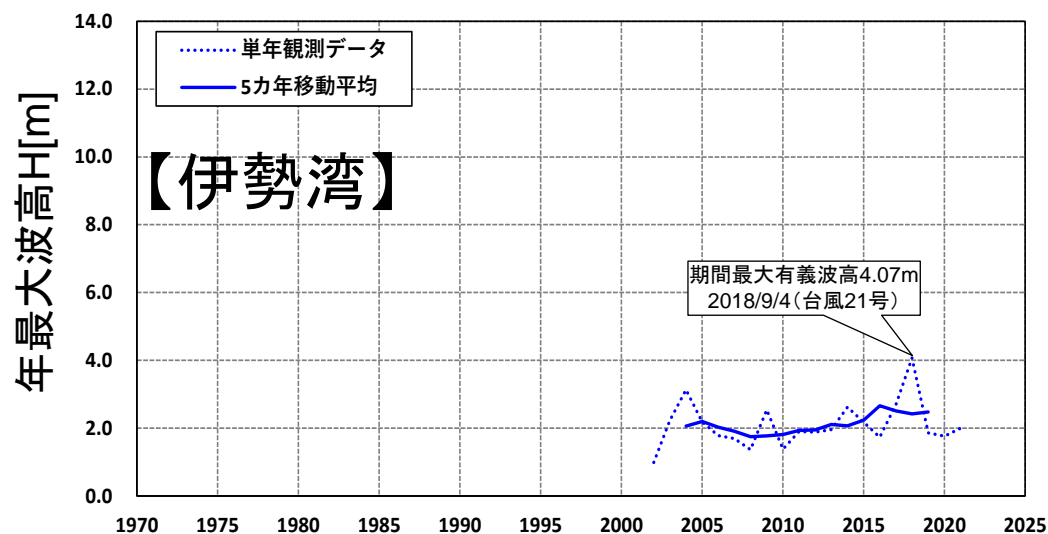
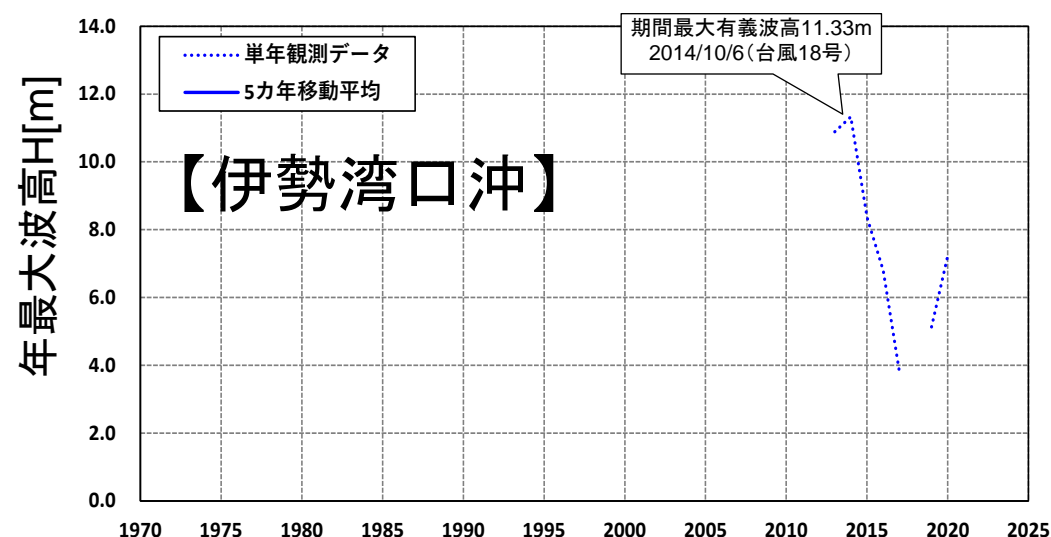
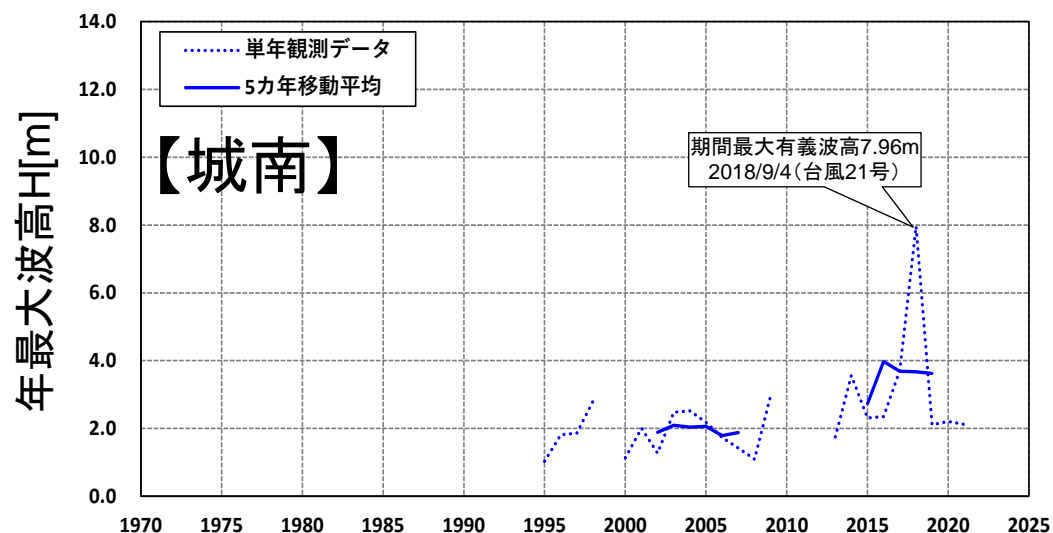
年	順位	年月日時	H1/3(m)
2013	1	2013/9/16 6:40	10.89
	2	2013/10/16 5:00	8.91
	3	2013/11/25 19:40	5.89
	4	2013/9/25 3:40	4.94
	5	2013/9/26 2:40	4.29
2014	1	2014/10/6 7:00	11.33
	2	2014/8/10 13:20	6.46
	3	2014/10/14 2:00	6.03
	4	2014/3/13 22:00	5.72
	5	2014/3/30 13:00	5.13
2015	1	2015/9/9 7:20	8.37
	2	2015/7/16 23:40	7.73
	3	2015/7/16 5:20	7.21
	4	2015/12/11 6:00	6.36
	5	2015/8/25 21:20	5.97
2016	1	2016/9/20 17:20	6.79
	2	2016/12/23 0:00	4.91
	3	2016/5/4 4:40	4.53
	4	2016/4/17 15:20	4.31
	5	2016/1/18 5:40	4.08
2017	1	2017/1/8 22:20	3.83
	2	2017/1/21 2:40	2.37
	3	2017/2/10 6:40	2.14
	4	2017/1/31 1:40	2.03
	5	2017/1/14 20:00	2.01
2018	2		#NUM!
	2		#NUM!
	2		#NUM!
	2		#NUM!
	2		#NUM!
2019	1	2019/7/27 8:40	5.13
	2	2019/6/15 12:20	4.96
	3	2019/8/9 13:00	3.34
	4	2019/2/4 3:20	3.29
	4	2019/2/4 4:00	3.29
5	2019/6/30 11:40	3.19	

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

## (5) 波浪

### ■ 検討ケース1【ベース】

- 各観測所で既往最大波高となった有義波高・周期とその時の気象擾乱を整理した。
- 伊勢湾内に位置する城南と伊勢湾の観測所では2018年の台風21号で最大波高となっていたが、伊勢湾口沖では2014年の台風18号で最大となった。
- 既往最大に限らず、年最大波高となった気象擾乱についても、ほとんどの年で台風によるものとなっていた。



【近年の最大波高と気象擾乱】

観測所	波高(m)	周期(s)	日付	擾乱
城南	7.96	15.6	2018/9/4	台風21号(T1821)
伊勢湾	4.07	6.7	2018/9/4	台風21号(T1821)
伊勢湾口沖	11.33	14.5	2014/10/6	台風18号(T1418)
竜洋	11.69	15.7	2011/9/21	台風15号(T1115)

# 3. 気候変動を踏まえた計画外力の検討条件

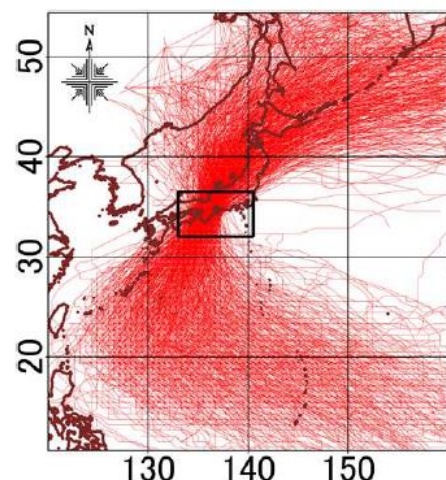
## (5) 波浪

### ■ 検討ケース2

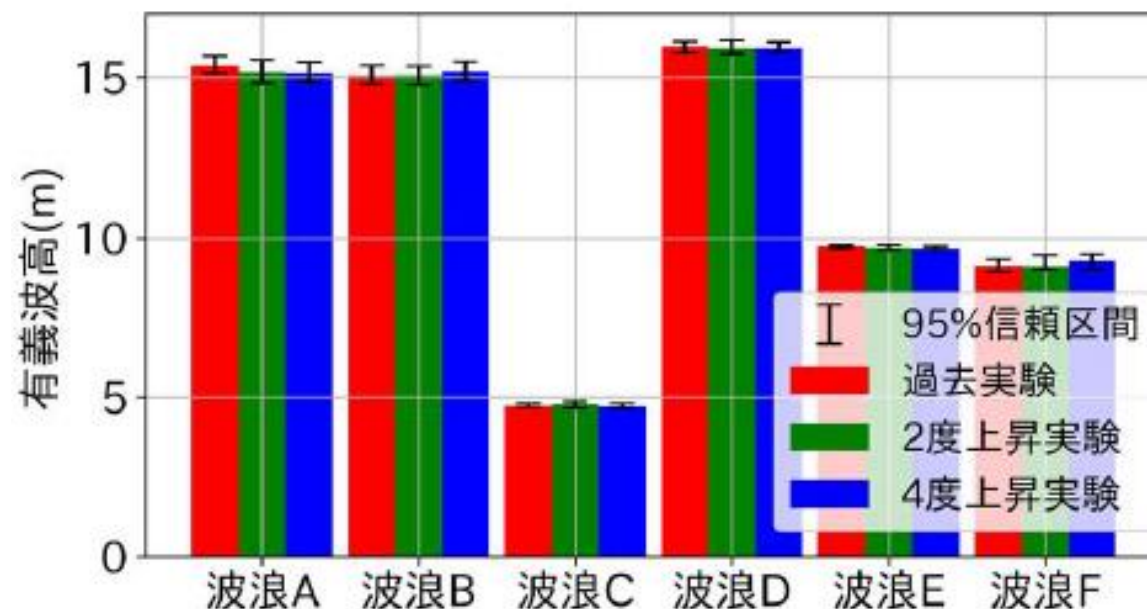
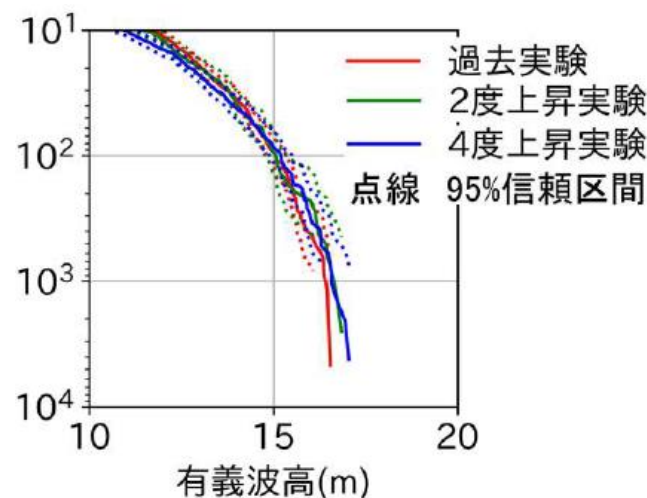
- 現在までの観測値を用いた50年波浪(ケース1で算出)に、波浪の増分を加えることで気候変動後の波高を推算する。  
(波浪の増分は、中部地整が実施したアンサンブル気候予測データセット(d4PDF)の台風トラックデータの高潮・波浪シミュレーション結果(以下、波浪推算結果(2022年)という)を活用する)
- 波浪推算結果(2022年)は、d4PDFから抽出した対象海域に高波浪を発生させる台風を対象に、過去実験851ケース、2度上昇実験469ケースが実施されている。
- 上記の波浪推算結果を活用し、本検討の対象地点を対象に各台風の最大有義波高を抽出する。**過去実験と2度上昇実験のそれぞれで極値統計解析を行い、その差分を気候変動による増大分とする。**

表-2 海域別のシミュレーションの対象台風数

海域	計算種別	過去実験	2度上昇実験	4度上昇実験
1	波浪	851	469	669
	高潮	851	469	669



(a) モデル海域1の選定台風



出典:五十嵐ら(2022):大規模アンサンブル気候予測データベース(d4PDF)を活用した設計外力相当の高潮・波浪に対する気候変動の影響評価手法の検討

【d2PDF/d4PDFを用いた有義波高の分析結果】

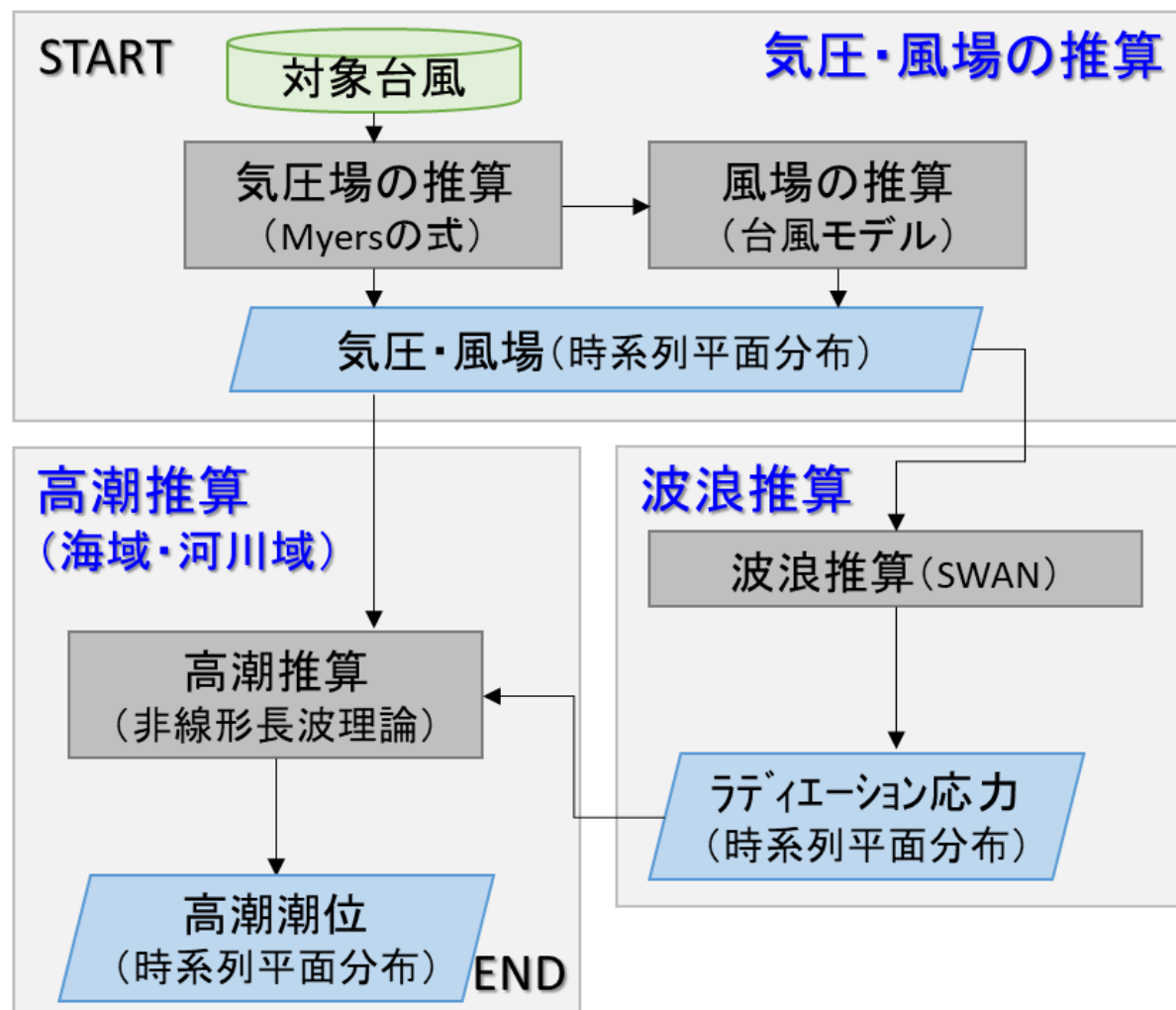
## 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (1) 高潮推算・波浪推算モデル

○使用する計算モデルは、「高潮浸水想定区域図作成の手引き」に記載の手法として下記のモデルとする。

- ◇気圧・風場の推算 : Myersの式、台風モデル
- ◇波浪等の計算 : SWAN
- ◇高潮推算 : 平面二次元非線形長波理論



【計算条件一覧】

設定項目	設定内容
計算時間	・計算開始時刻については、初期水位から台風の気圧低下による不自然な波が発生しないように設定 ・計算時間は、潮位偏差のピーク値を捉えられるように設定
計算格子間隔	最小計算格子 90m
計算時間間隔	C.F.L条件を満たすように計算時間間隔(Δt)を設定
構造物条件	破堤なし
河川流量	考慮しない
台風中心気圧	実績台風の中心気圧
最大旋衡風速半径	実績台風の風速半径
移動速度	実績台風の移動速度
風速変換係数C1、C2	再現計算の結果より設定(0.65、0.70、0.75)

【使用する計算モデル】



# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (1) 高潮推算・波浪推算モデル

### (参考)H28高潮浸水想定 of 計算モデルとの比較

- 使用する計算モデルは何れも「高潮浸水想定区域図作成の手引き」に記載の手法である。
- 高潮浸水想定では、最大クラスの浸水リスクを評価するため、陸域への流量が最大となるコースを詳細に設定し、陸域の浸水計算を10mメッシュで実施している。本検討は海域の計画外力を設定するものであり、構造物条件やメッシュサイズが異なる。

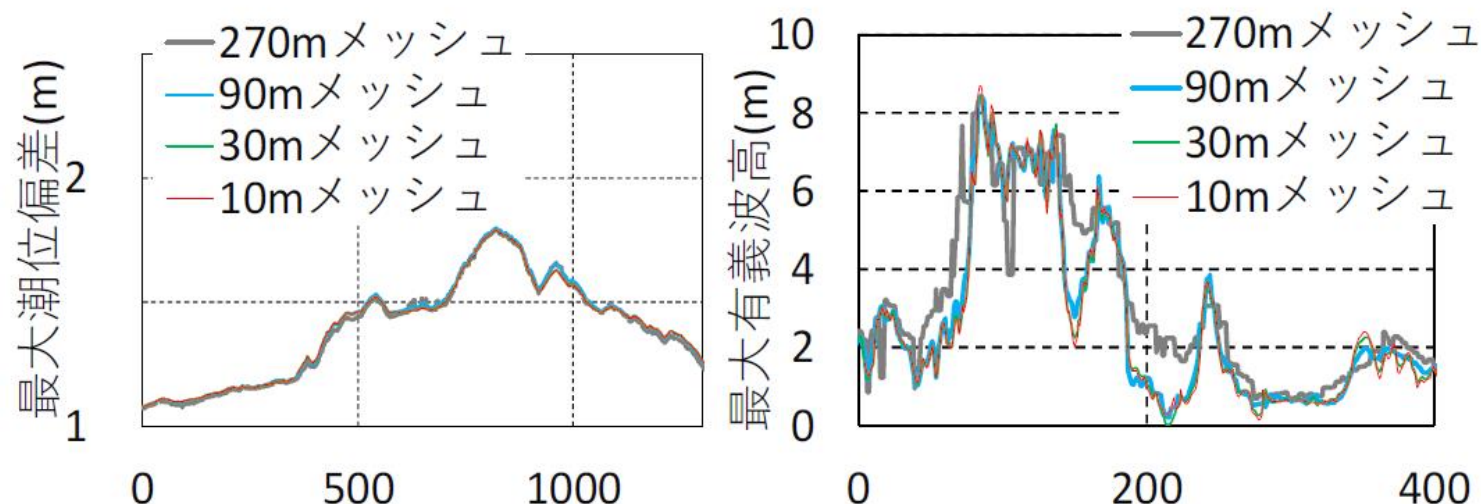
#### 【計算条件一覧】

設定項目	計算条件 (再現計算)	参考 H28(高潮浸水想定)の計算条件
解析手法	①Myersの式による台風モデル / ②スペクトル法(SWAN) ③非線形長波理論	①Myersの式による台風モデル / ②スペクトル法(SWAN) ③非線形長波理論
想定台風	全県: 1959年(S34) 伊勢湾台風 これに加え、 三河湾で2009年(H21)台風18号 遠州灘で2012年(H24)台風17号 を追加	全県: 1959年(S34) 伊勢湾台風 ただし、遠州灘沿岸は検討対象外
計算時間	・計算開始時刻については、初期水位から台風の気圧低下による不自然な波が発生しないように設定 ・計算時間は、潮位偏差のピーク値を捉えられるように設定	・初期条件が結果に影響を与えないように、台風が十分遠い場所に存在する時刻より開始
計算格子間隔	最小計算格子間隔(再現計算・予測計算90m程度を想定)	2430m~10mにかけて6領域をネスティング
計算時間間隔	C.F.L条件を満たすように計算時間間隔( $\Delta t$ )を設定	C.F.L条件を満たすように計算時間間隔( $\Delta t$ )を設定
構造物条件	破堤なし	①うちあげ高が堤防高を越えるとき、②潮位が設計高潮位を越えるとき ③越波流量が許容越波流量を越えるとき(②がほぼ全域)
河川流量	考慮しない	基本高水流量が1,000m <sup>3</sup> /sを越える9河川について、基本高水流量を考慮
台風中心気圧	実績台風の中心気圧	室戸台風級の910hpa一定(再現計算では実績台風の中心気圧)
最大旋衡風速半径	実績台風の風速半径	実績台風の風速半径
移動速度	実績台風の移動速度	実績移動速度73km/h(再現計算では実績台風の移動速度)
風速変換係数C1、C2	0.65、0.70、0.75を計算し、再現性の高い係数を採用	0.65、0.70、0.75を計算し、再現性の高い係数を採用
潮位	T.P.+0.0m(平均潮位相当)	朔望平均満潮位 + 異常潮位(15.2cm)

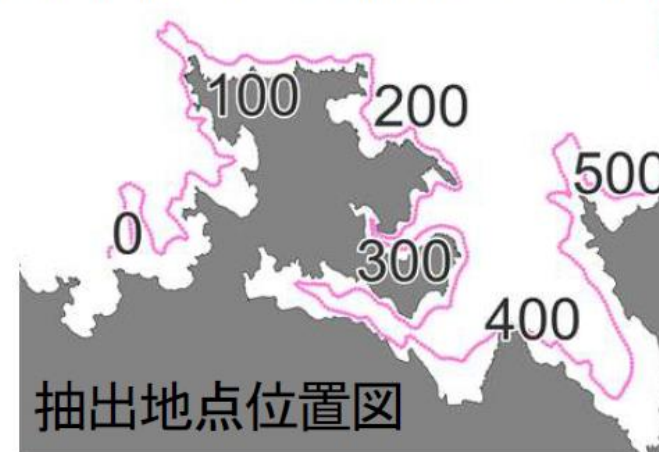
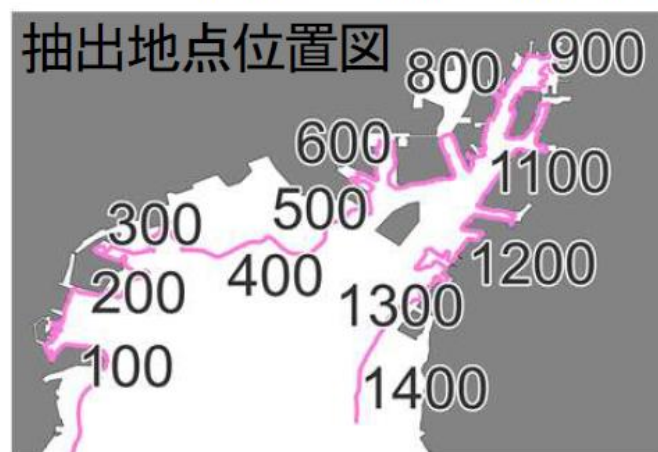
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (1) 高潮推算・波浪推算モデル

- ・高潮推算モデルおよび波浪推算モデルの格子サイズについて、計画外力の算定にあたっては地形条件を考慮できる格子サイズとする。
- ・下記の文献では、伊勢湾内および外洋における最大潮位偏差、最大有義波高の沿岸分布を比較し、高潮推算では270m格子、波浪推算は90m格子とすることで10m格子同等の計算結果となることが確認されている。
- ・以上のことから、本検討では高潮推算と波浪推算の両モデルで精度が確保できる90m格子とする。



※グラフの横軸の数値は抽出地点位置図に示す地点番号と対応



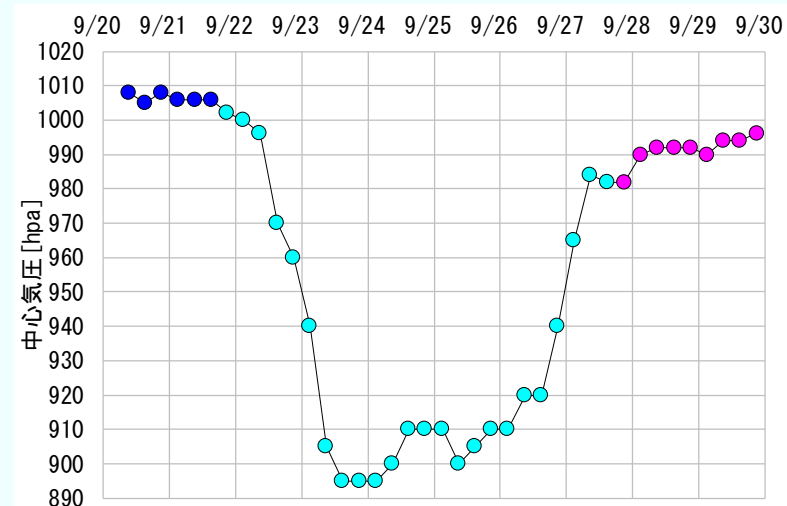
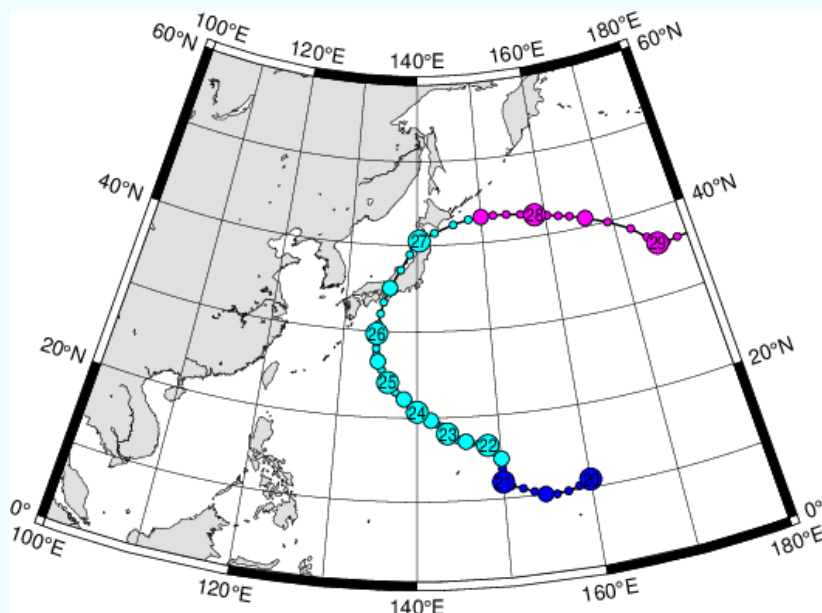
(a) 最大潮位偏差の沿岸分布 (b) 最大有義波高の沿岸分布

# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

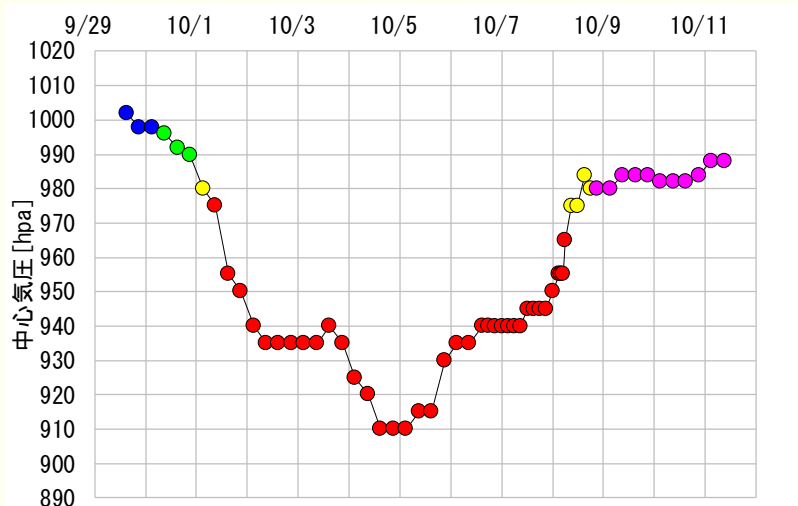
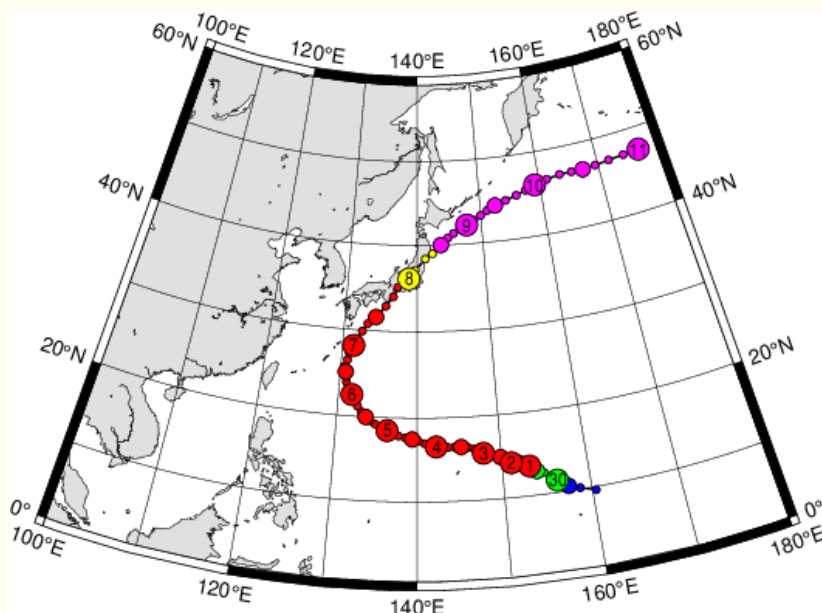
## (2) 再現計算の条件設定

### ○想定台風

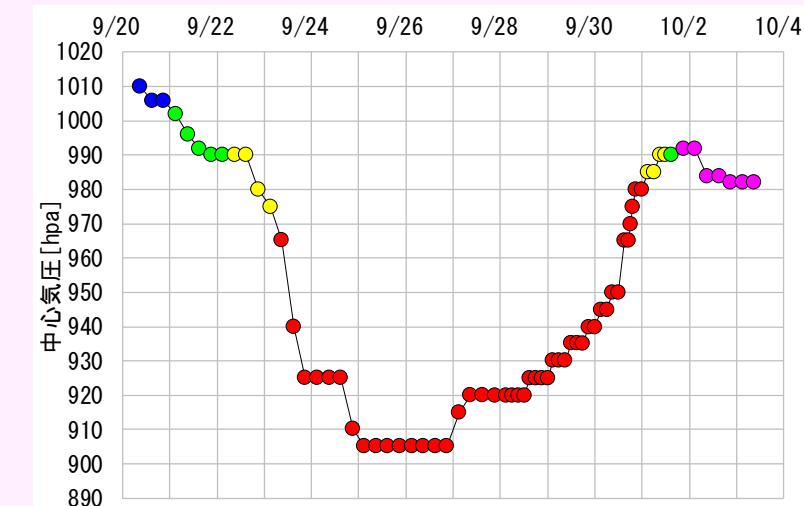
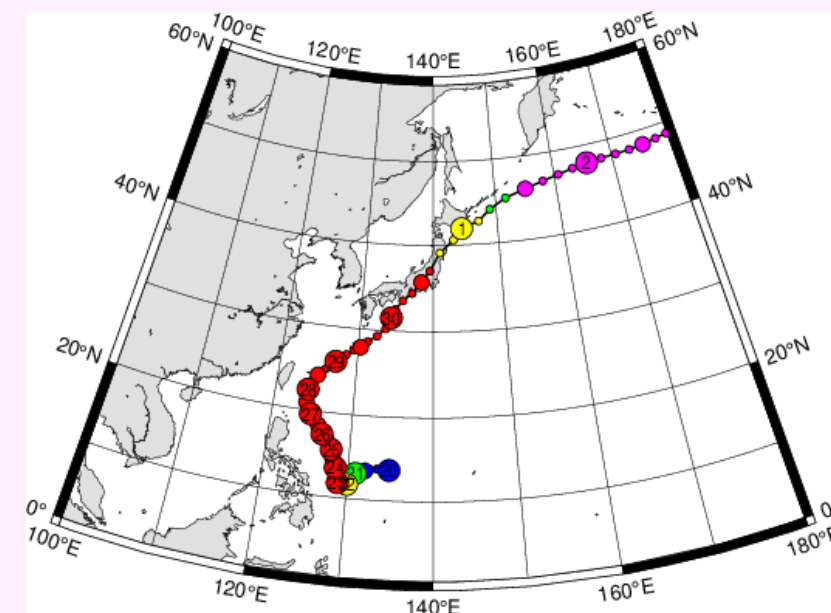
1959年(S34) 伊勢湾台風



2009年(H21) 台風18号



2012年(H24) 台風17号

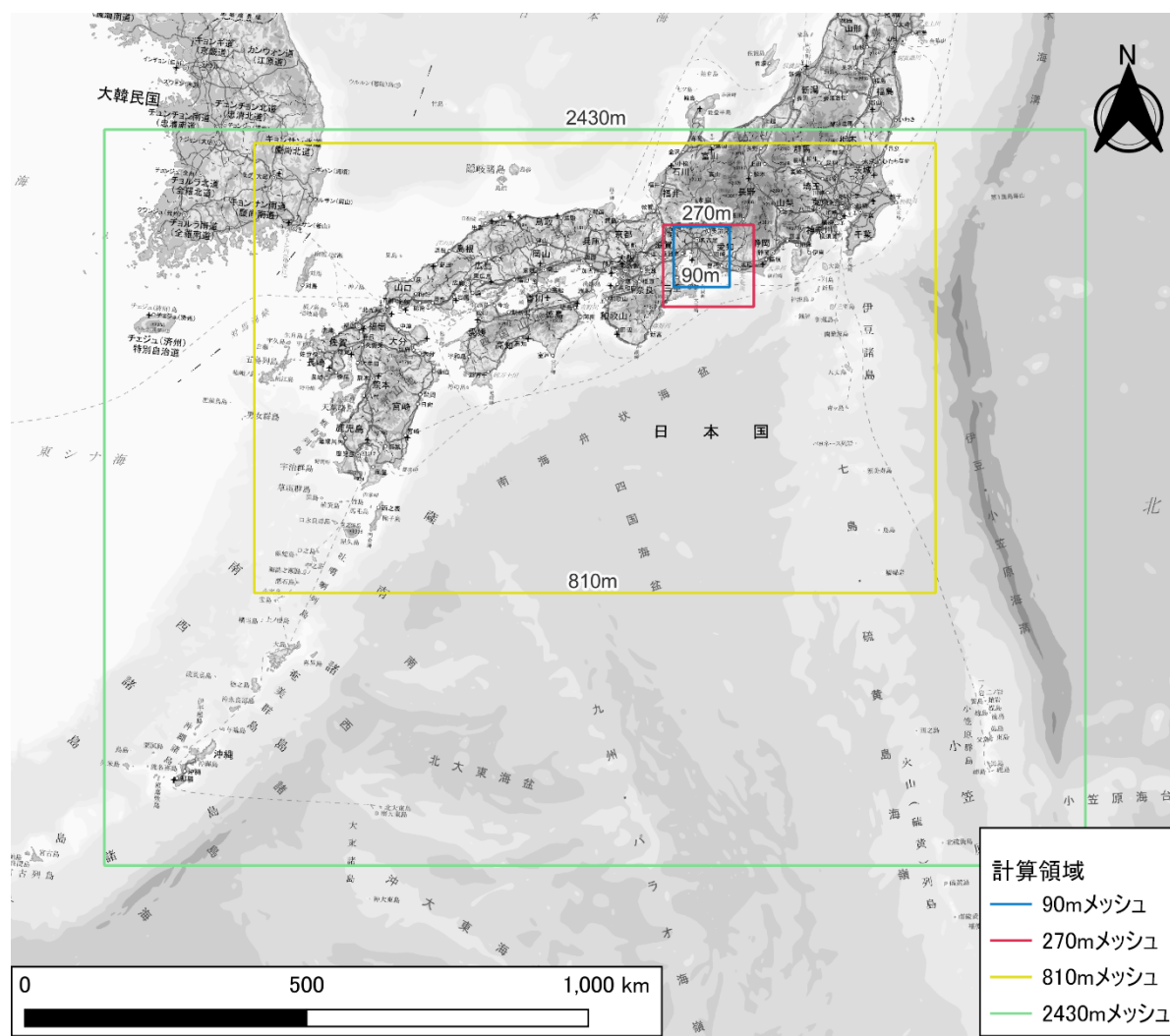


# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

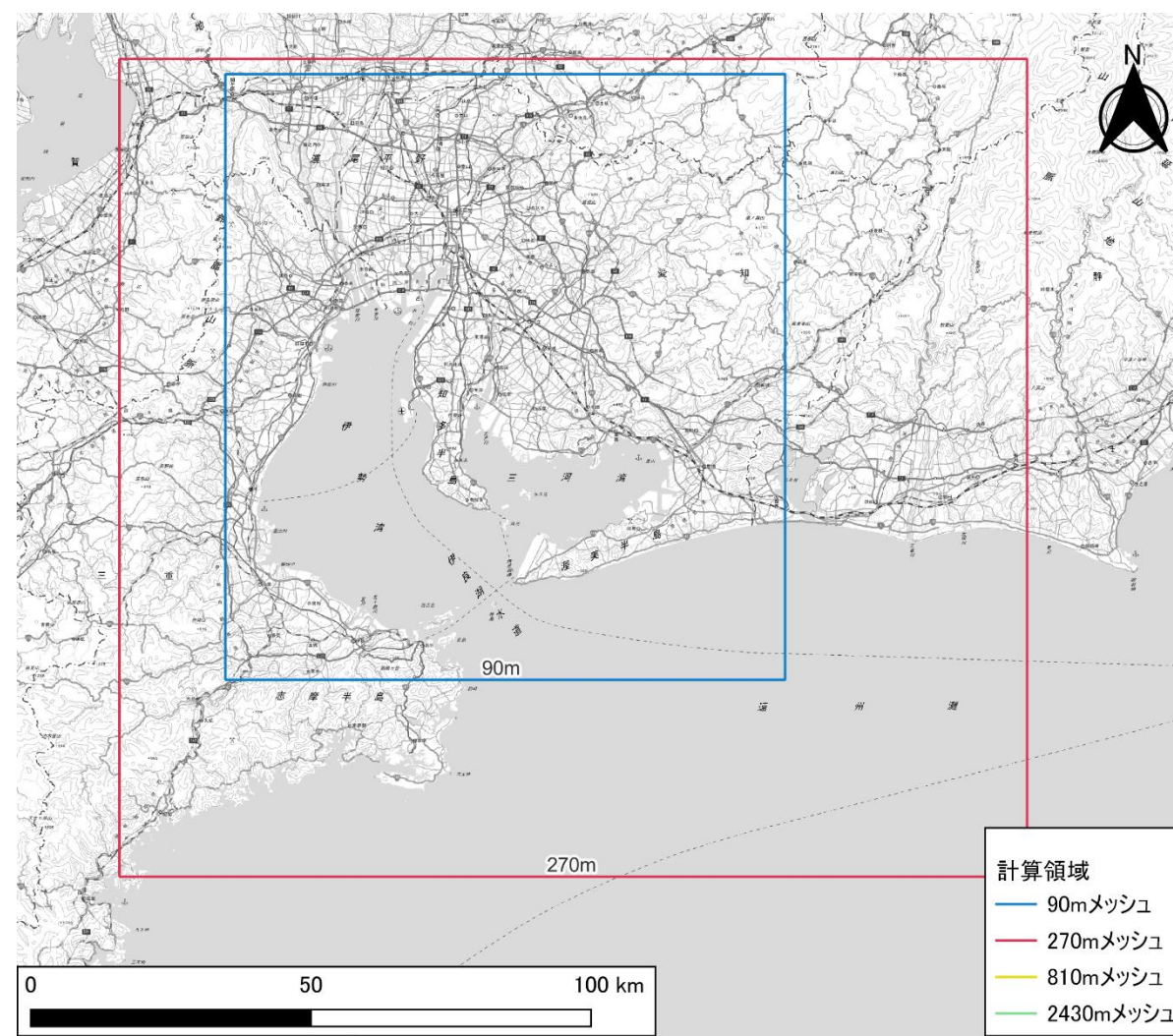
## (2) 再現計算の条件設定

### 計算領域

・計算領域は、H28年に検討された愛知県高潮浸水想定と同様の範囲とした。



計算領域\_2430m、810mメッシュ

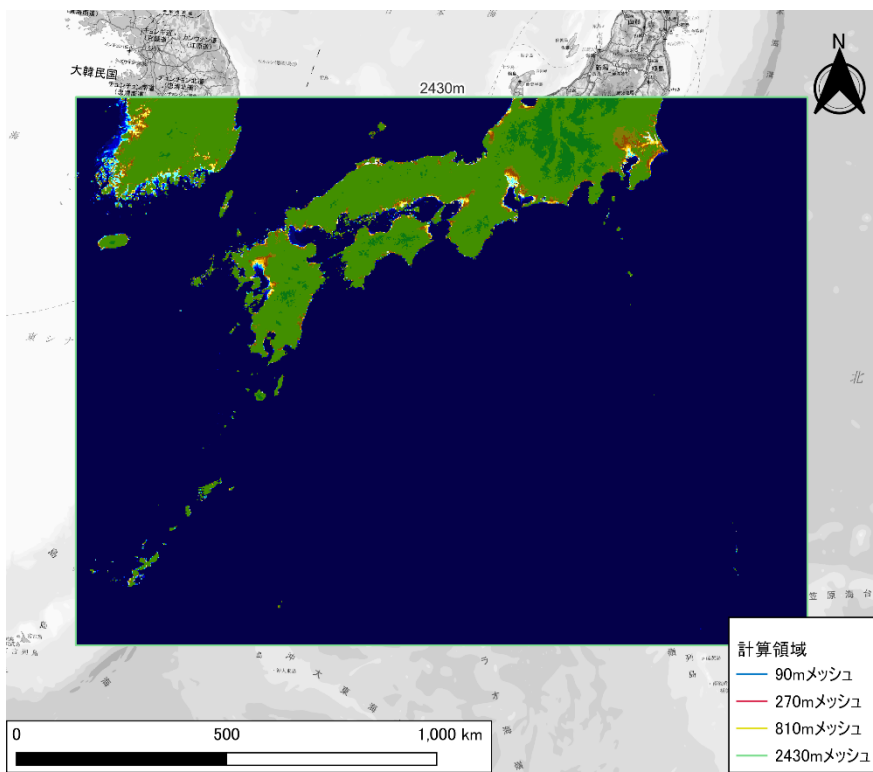


計算領域\_270m、90mメッシュ

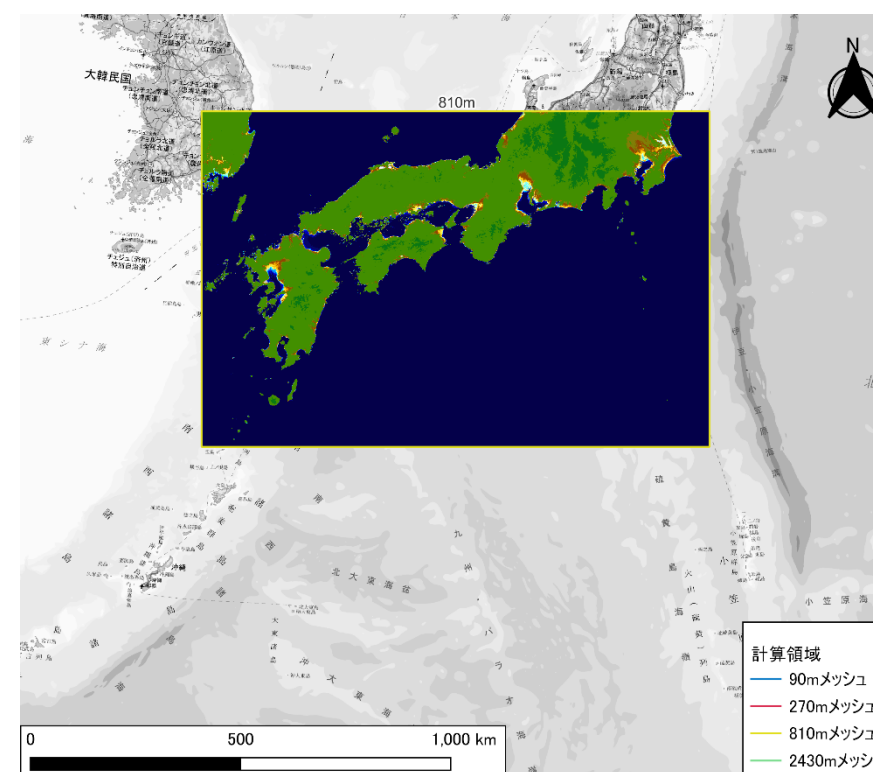
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (2) 再現計算の条件設定

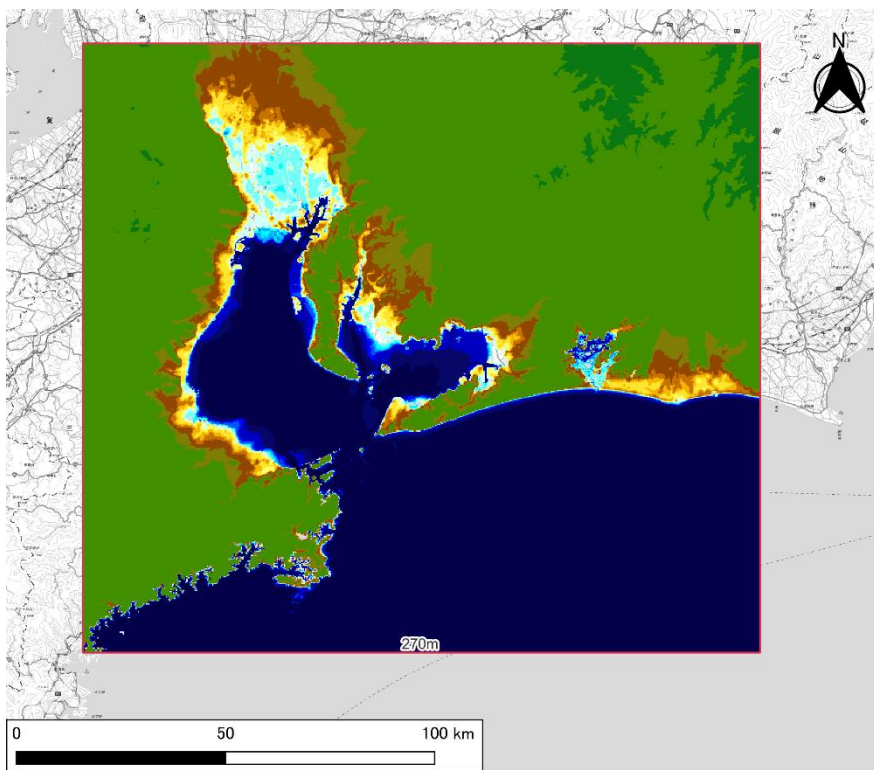
地形データ



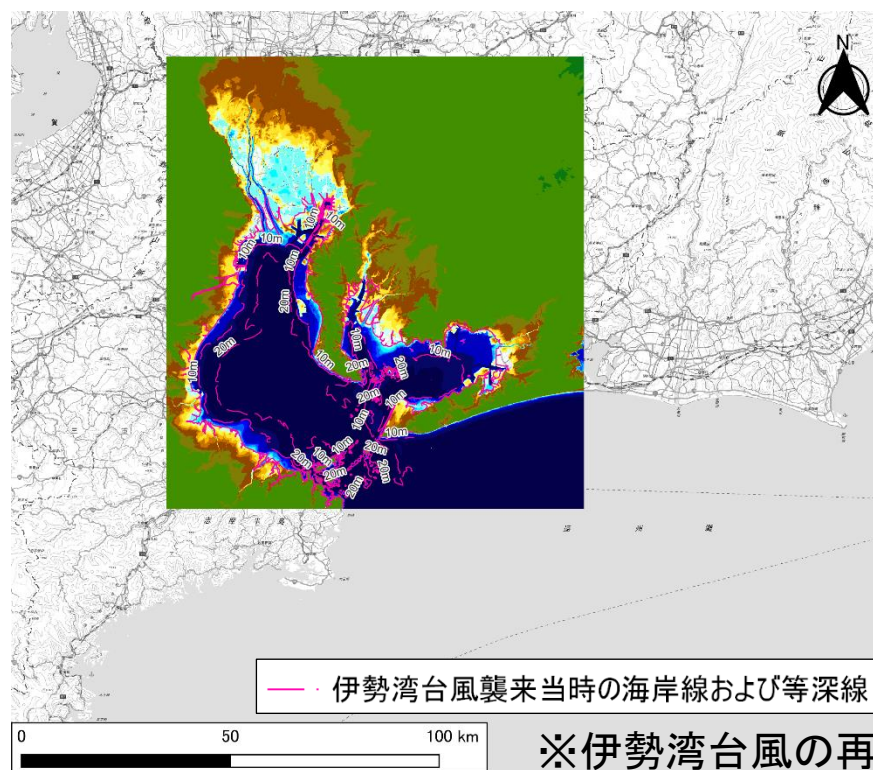
地形\_2430mメッシュ



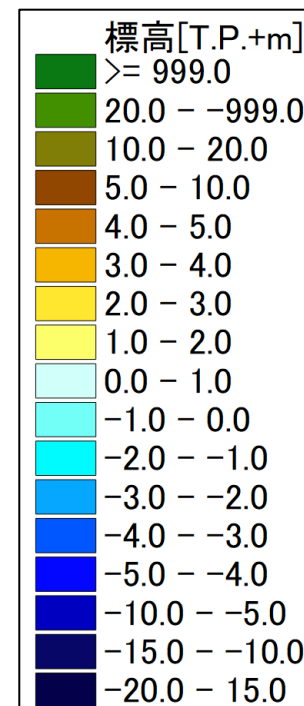
地形\_810mメッシュ



地形\_270mメッシュ



地形\_90mメッシュ



※伊勢湾台風の再現計算においては、当時の地形データを反映した。

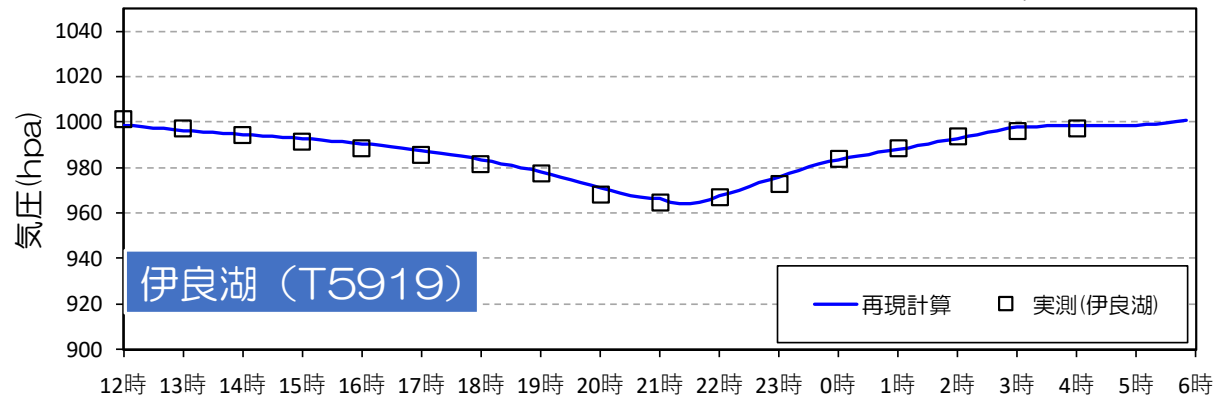
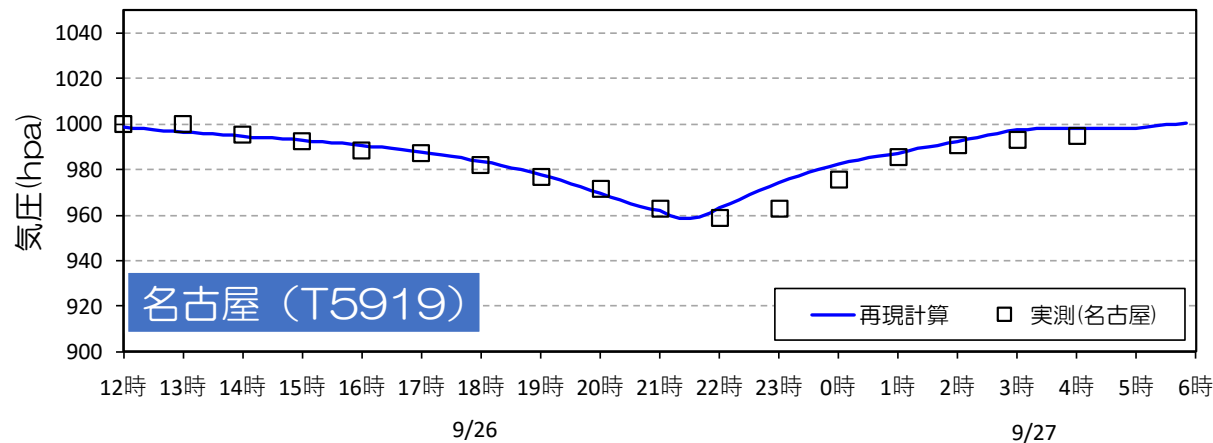
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

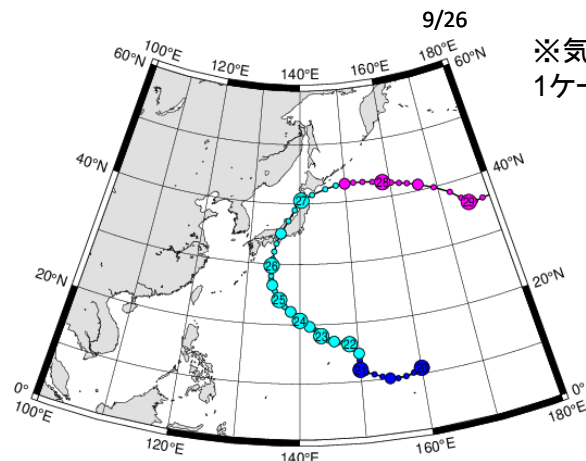
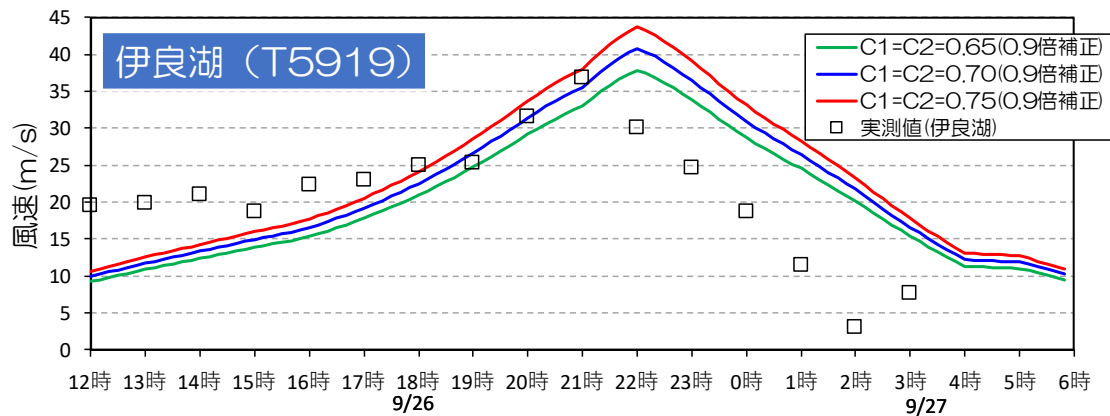
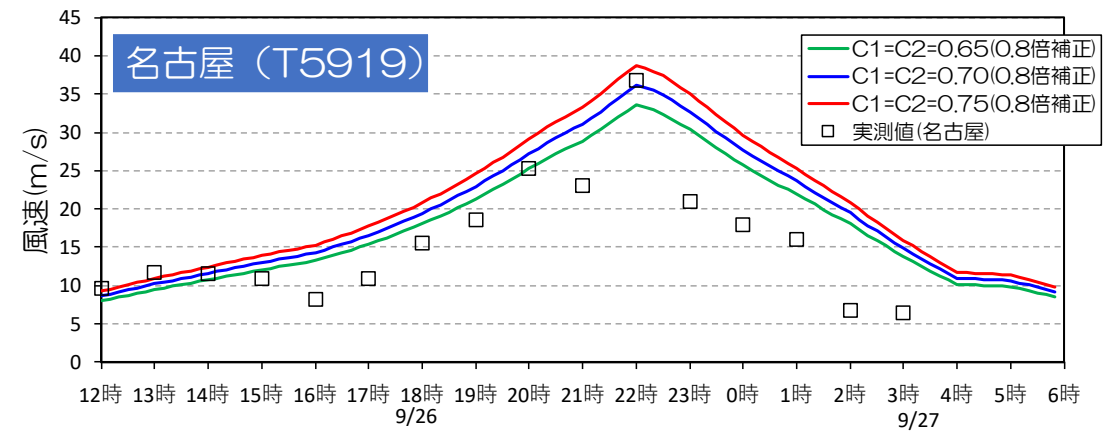
### 1959年(S34)伊勢湾台風

- 海上風速に対する観測風速の比率と観測点の高さから、計算値を補正(名古屋0.8倍、伊良湖0.9倍)して観測値と比較した。
- 中心気圧の時系列変化およびピーク値はよく再現できているといえる。

気圧(Myersの式)



風速(台風モデル)



※気圧はC1、C2の影響を受けないため、1ケースのみ図示した。

1959年(S34)伊勢湾台風

	名古屋	大府	蒲郡	南知多	豊橋	伊良湖
①摩擦の低減率	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
②観測点の高さ	17.8m	10m	10m	6.5m	6.6m	10.7m
②観測点の高さによる低減率	1.1倍	1.0倍	1.0倍	0.9倍	0.9倍	1.0倍
計算値への補正值	0.8倍 (0.77を丸め)	0.7倍	0.7倍	0.8倍 (0.81を丸め)	0.8倍 (0.81を丸め)	0.9倍

風速の補正方法の考え方はH28愛知県高潮対策検討委員会と同様

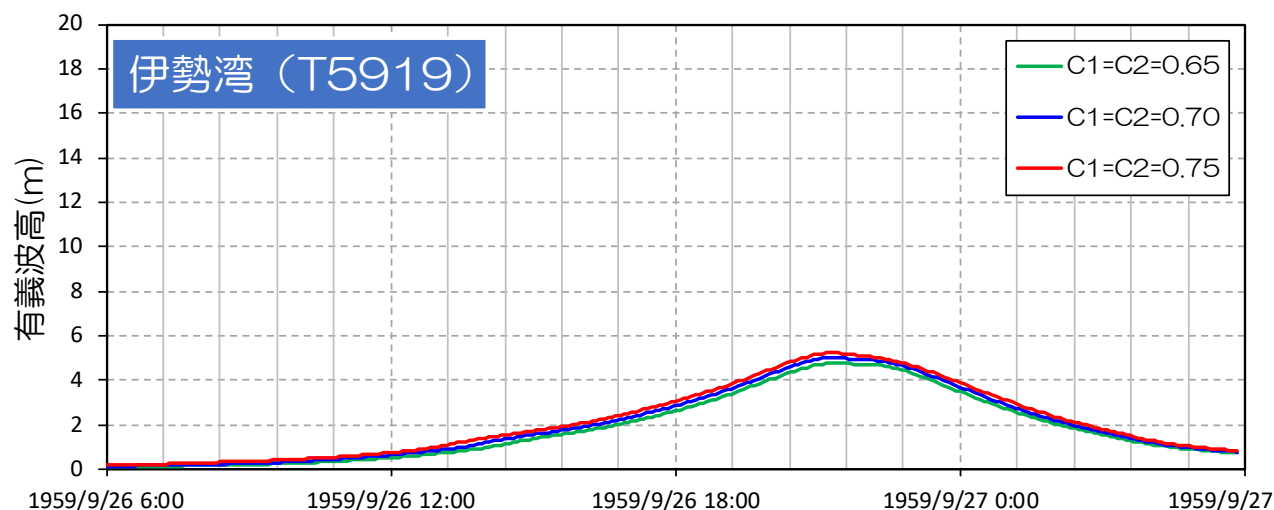
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

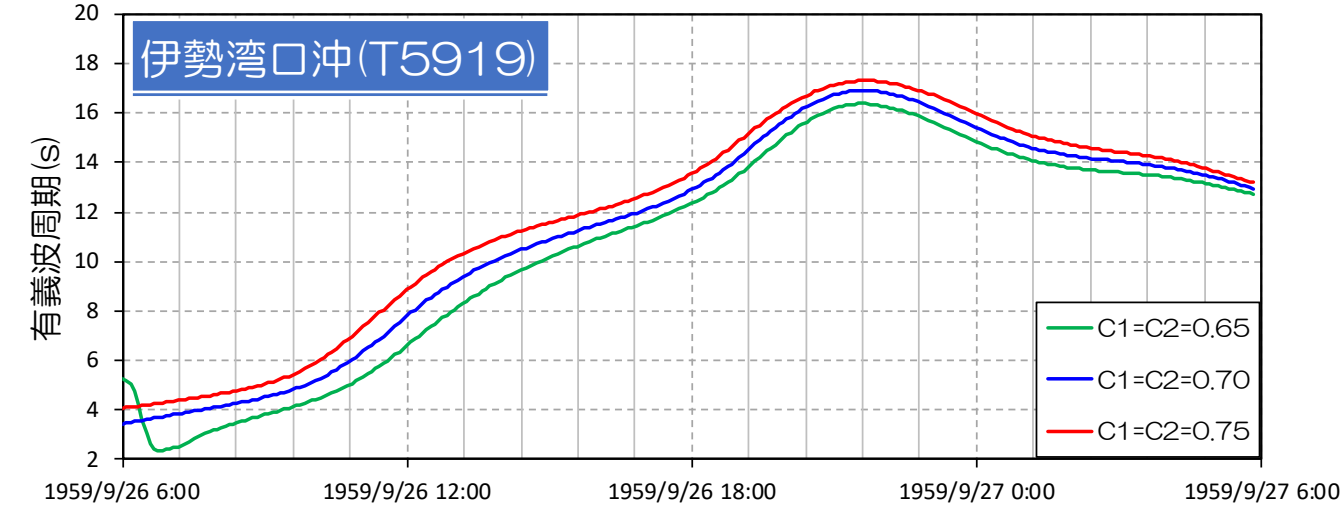
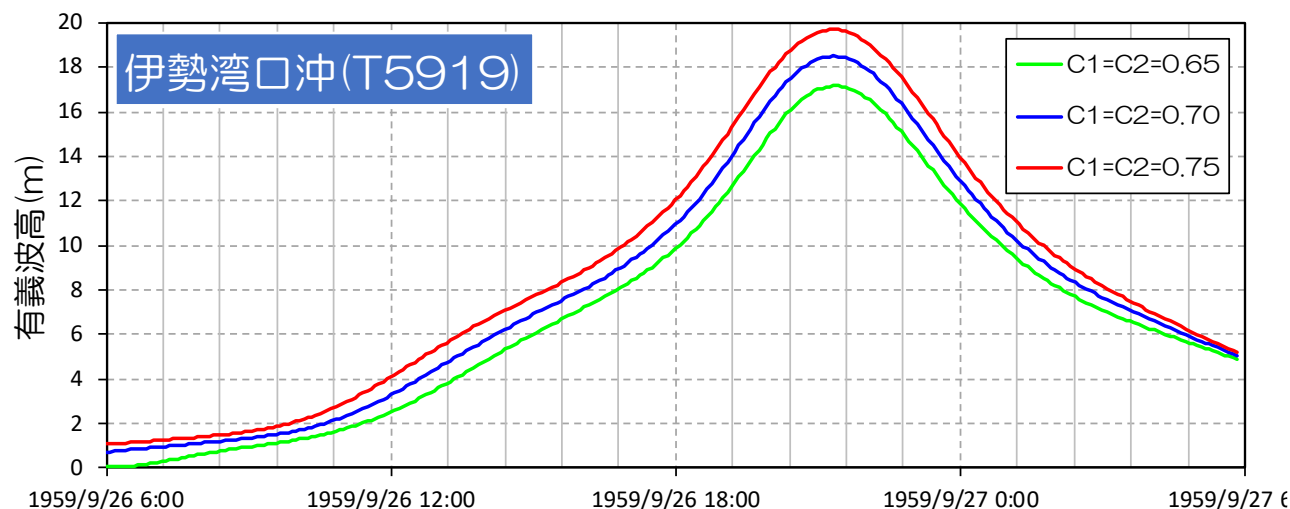
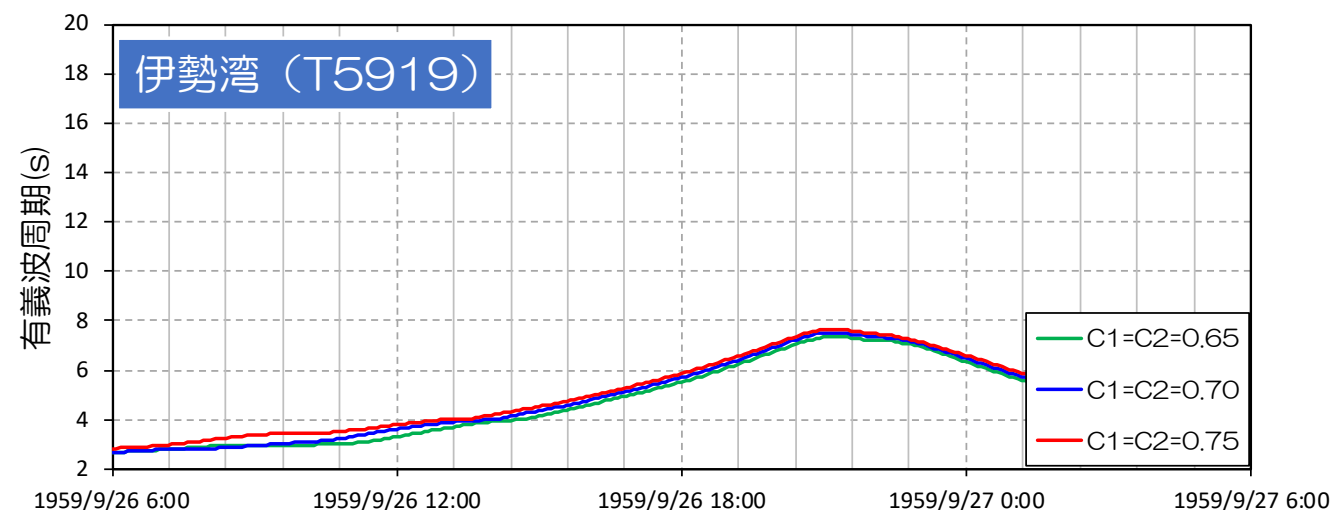
### 1959年(S34)伊勢湾台風

○波浪観測データがないため、観測値との比較はできない。中心気圧の接近にともない、波高が増大する傾向が確認できる。

有義波高(波浪推算SWAN)



有義波周期(波浪推算SWAN)

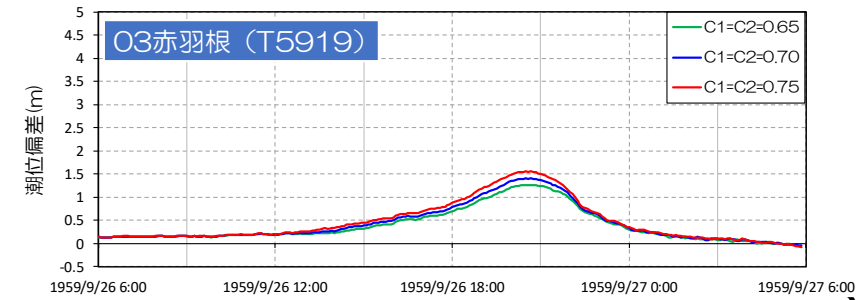
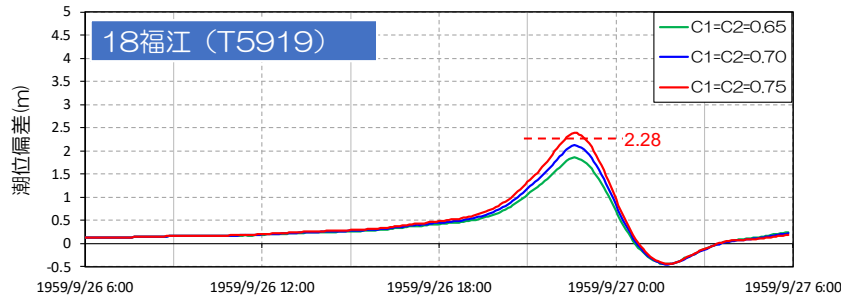
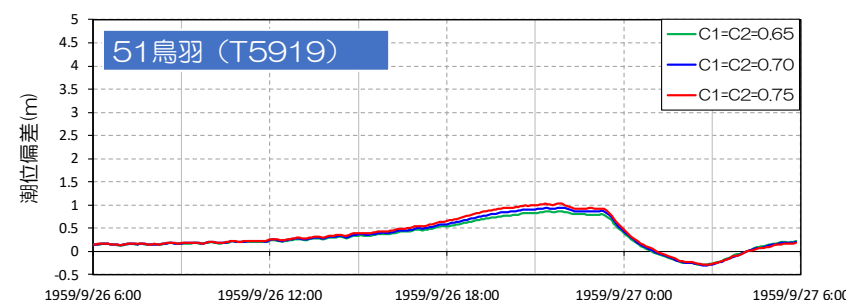
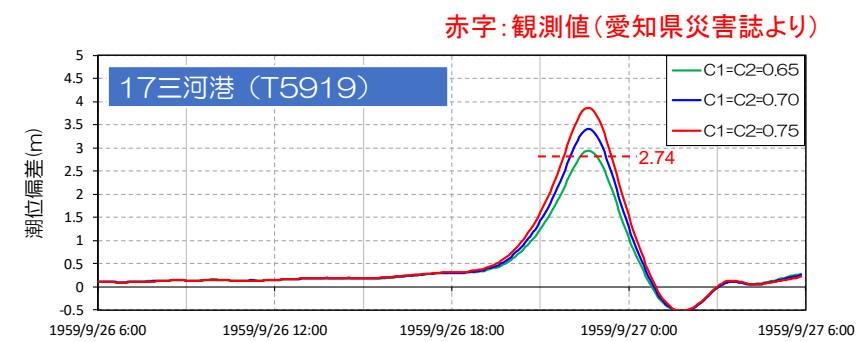
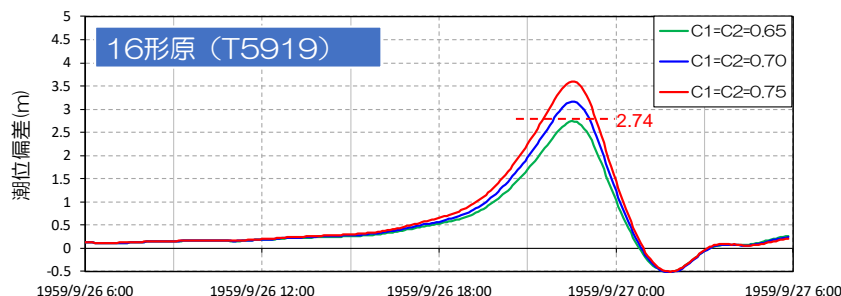
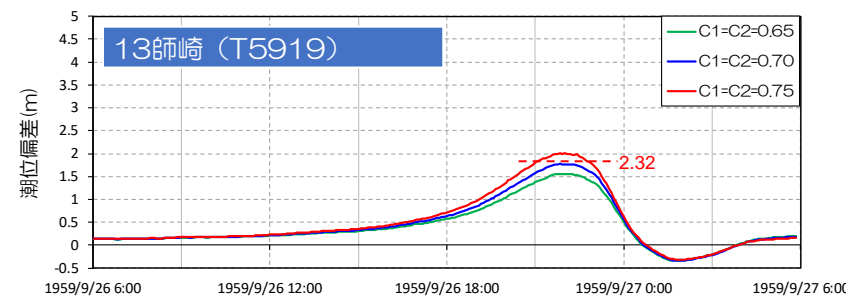
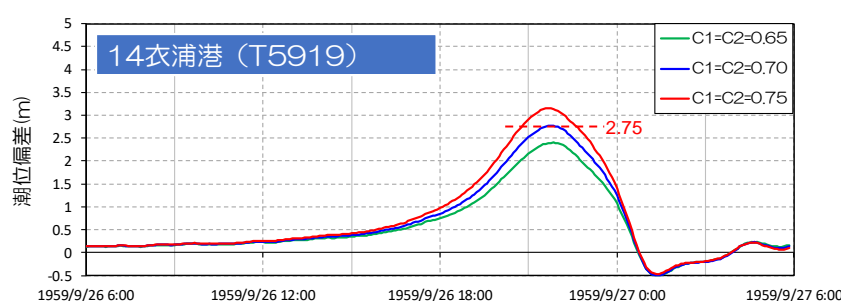
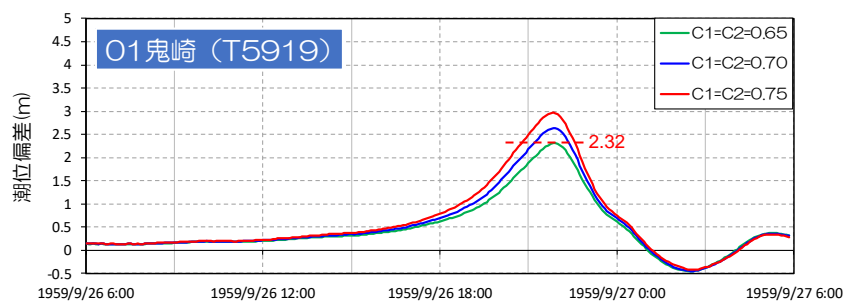
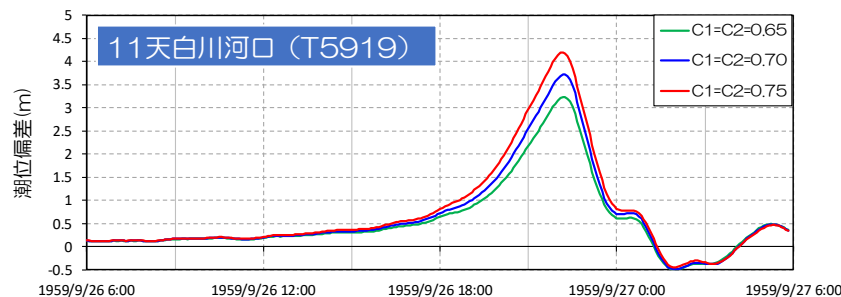
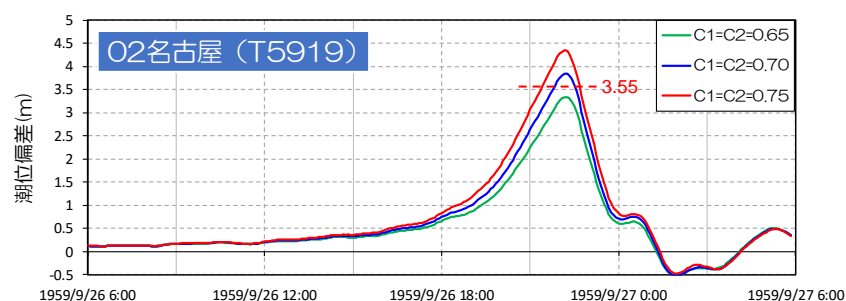
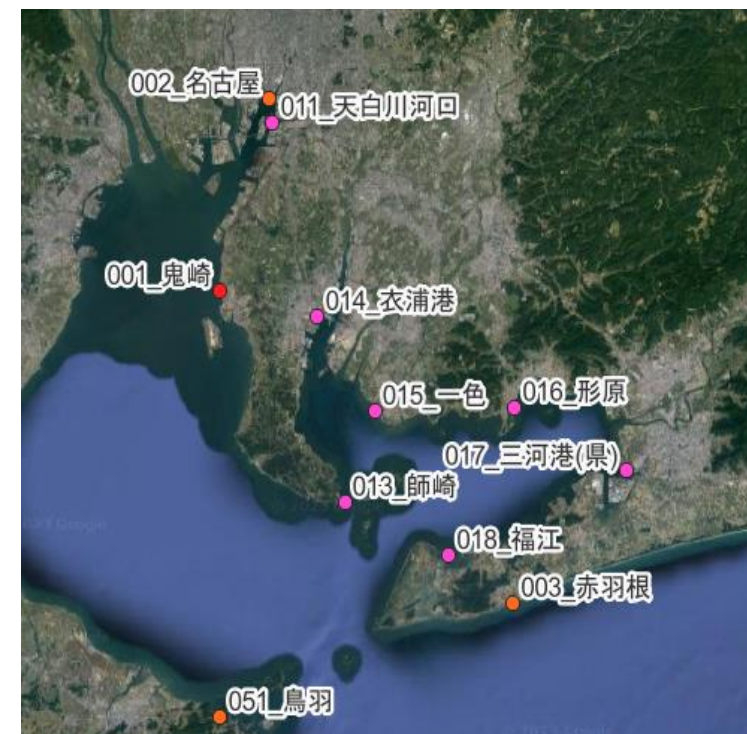


# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

### 1959年(S34)伊勢湾台風 潮位偏差(高潮推算)

・風速変換係数C1、C2を0.65、0.70、0.75として再現計算を実施し、潮位偏差を算出した。  
 ・地点ごとにC1、C2の違いによる若干の違いがみられるものの、概ねC1、C2=0.65のケースでピーク値を再現できているといえる。



赤字: 観測値(愛知県災害誌より)



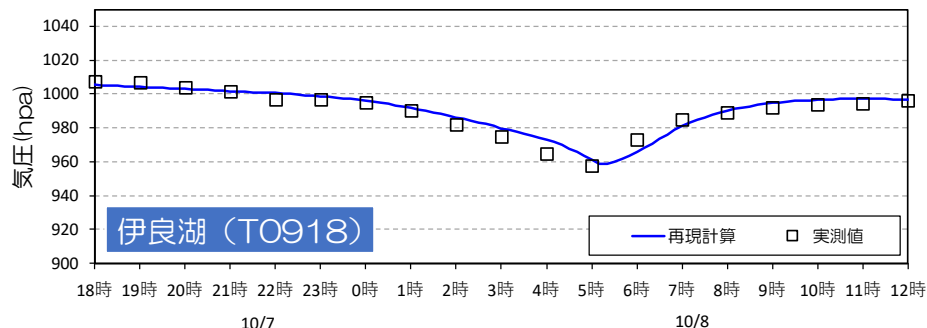
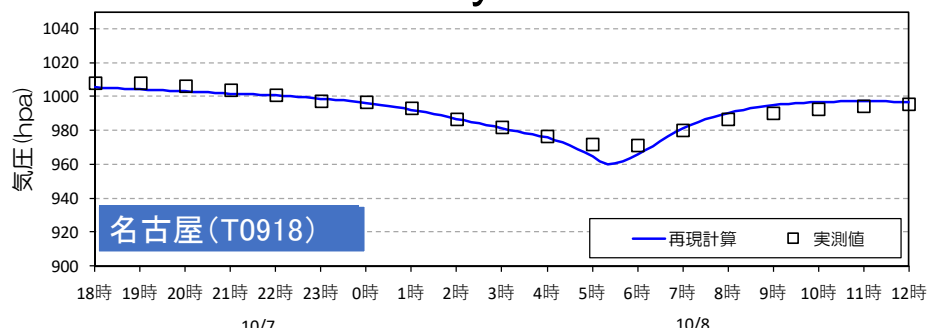
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

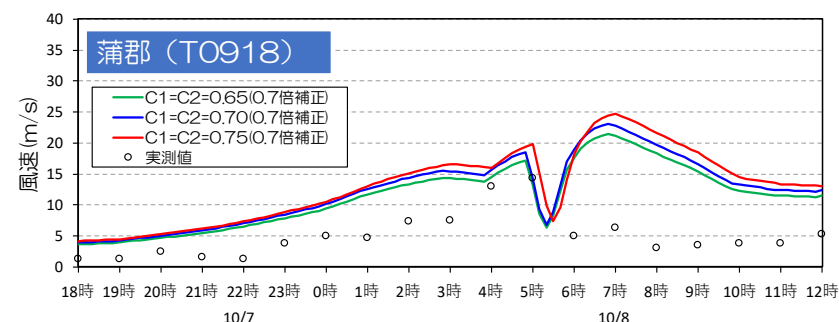
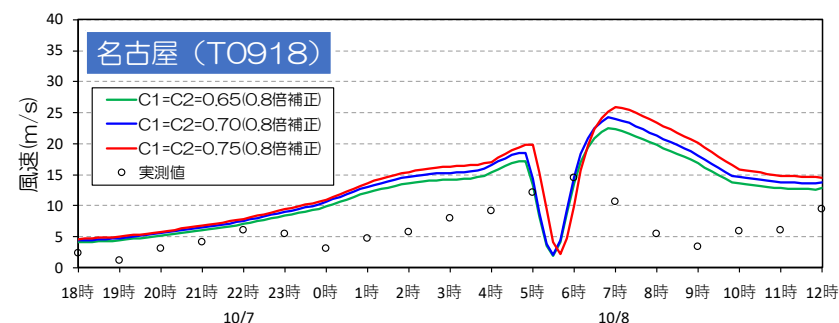
### 2009年(H21)台風18号

- ・中心気圧の時系列変化およびピーク値はよく再現できているといえる。
- ・風速の時間変化は若干の違いが確認された。計算結果でふた山となった要因について次頁以降に考察する。

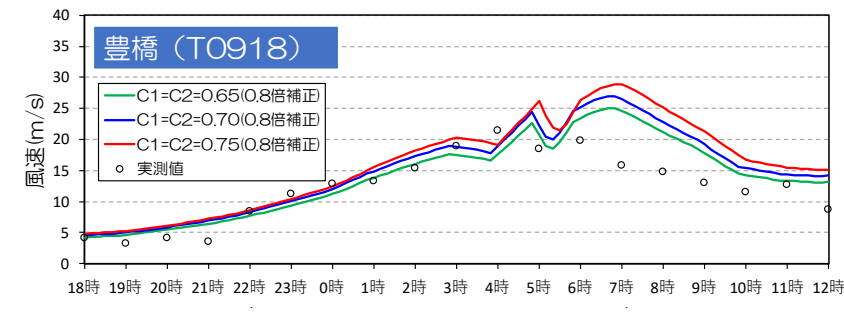
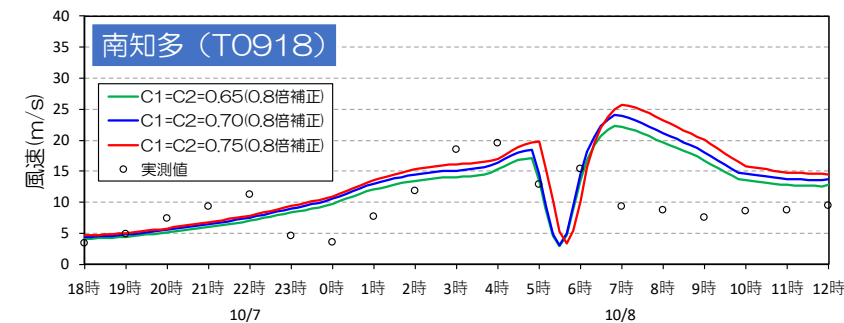
気圧(Myersの式)



風速(台風モデル)

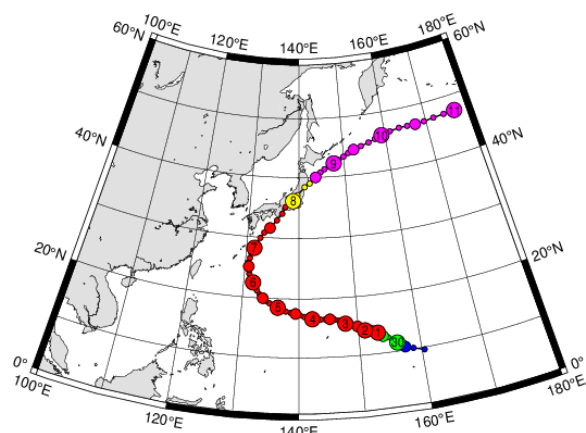


風速(台風モデル)



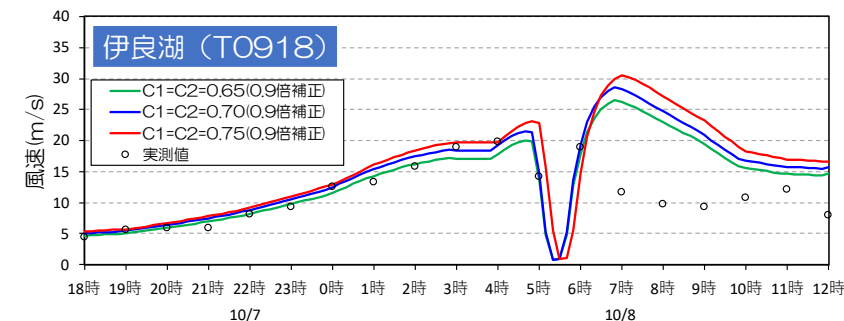
※気圧はC1、C2の影響を受けないため、1ケースのみ図示した。

### 2009年(H21)台風18号



風速の計算値への補正值

	名古屋	大府	蒲郡	南知多	豊橋	伊良湖
①摩擦の低減率	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
②観測点の高さ	17.8m	10m	10m	6.5m	6.6m	10.7m
②観測点の高さによる低減率	1.1倍	1.0倍	1.0倍	0.9倍	0.9倍	1.0倍
計算値への補正值	0.8倍 (0.77を丸め)	0.7倍	0.7倍	0.8倍 (0.81を丸め)	0.8倍 (0.81を丸め)	0.9倍

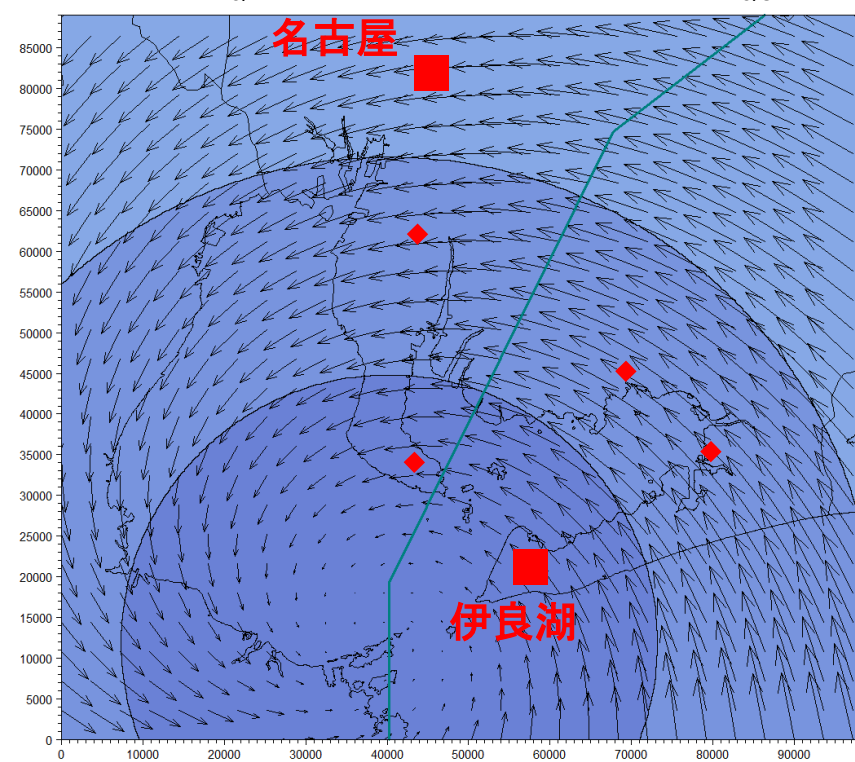
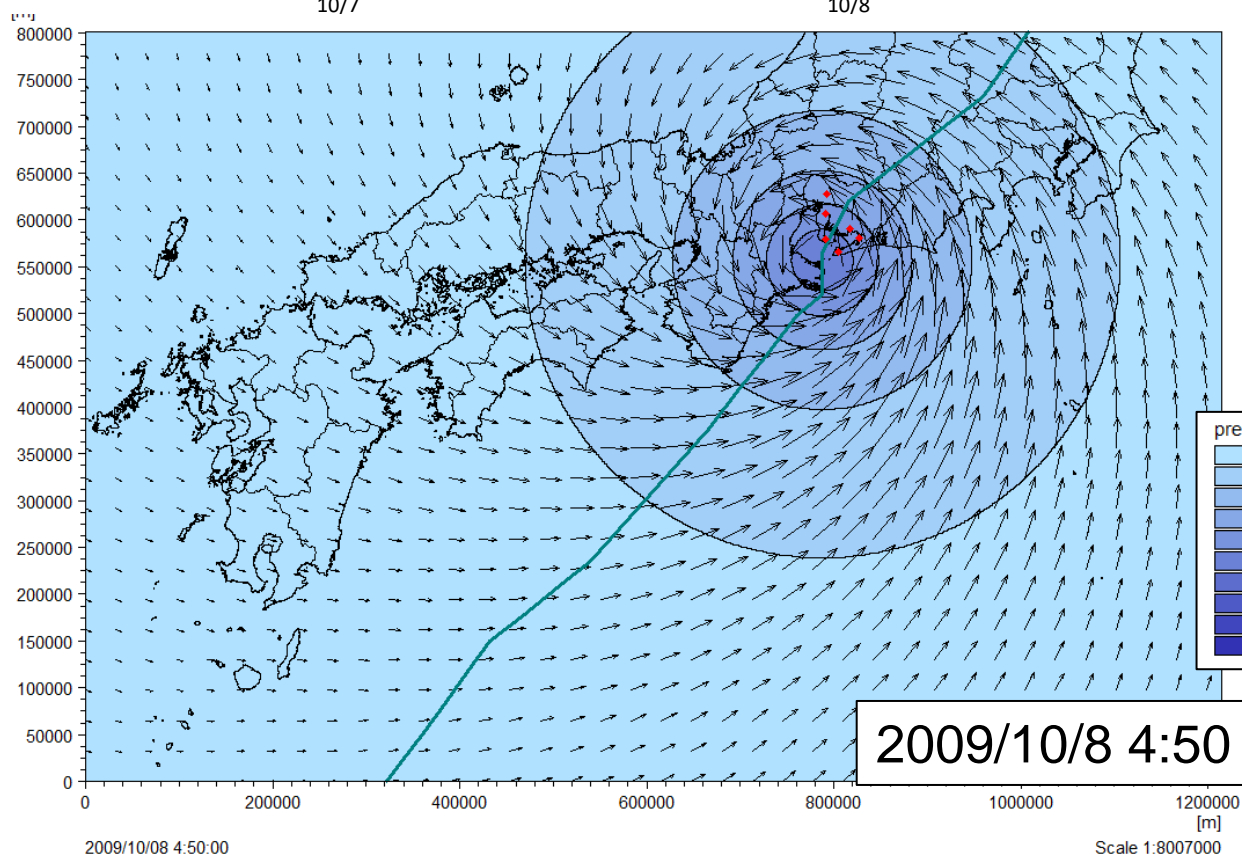
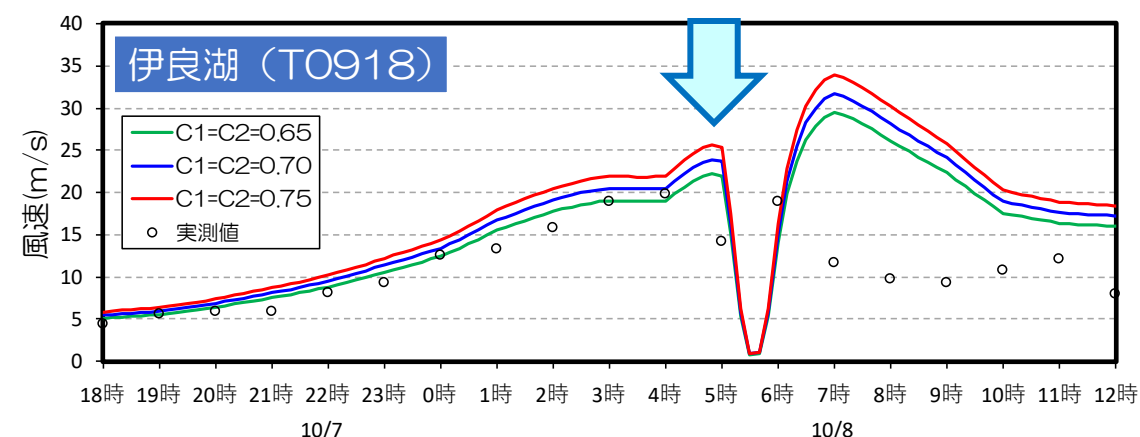
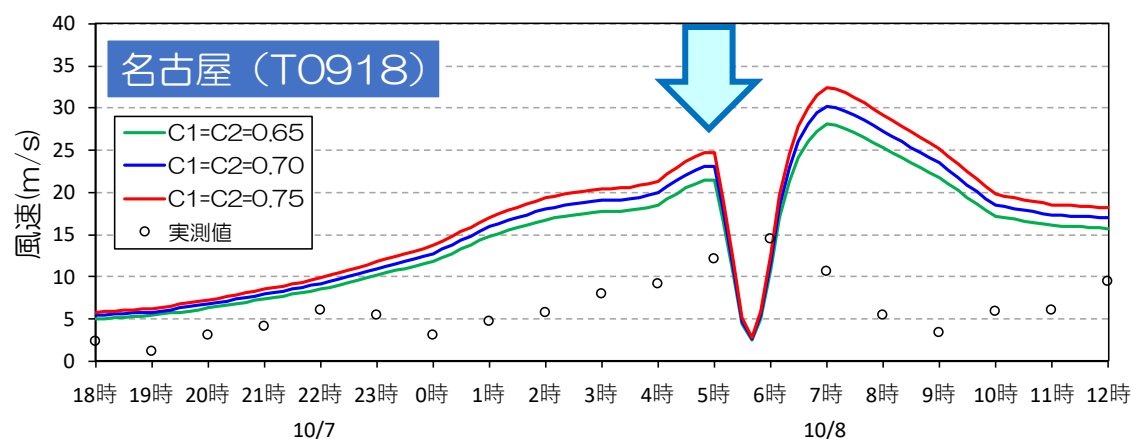


# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

### 2009年(H21)台風18号

- ・T0918号の風速がふた山になっているメカニズムについて、1回目のピーク時の気圧と風の分布図を示す。
- ・台風が観測所周辺を通過するため、風速が大きくなっている。



■: 観測所    —: 台風経路

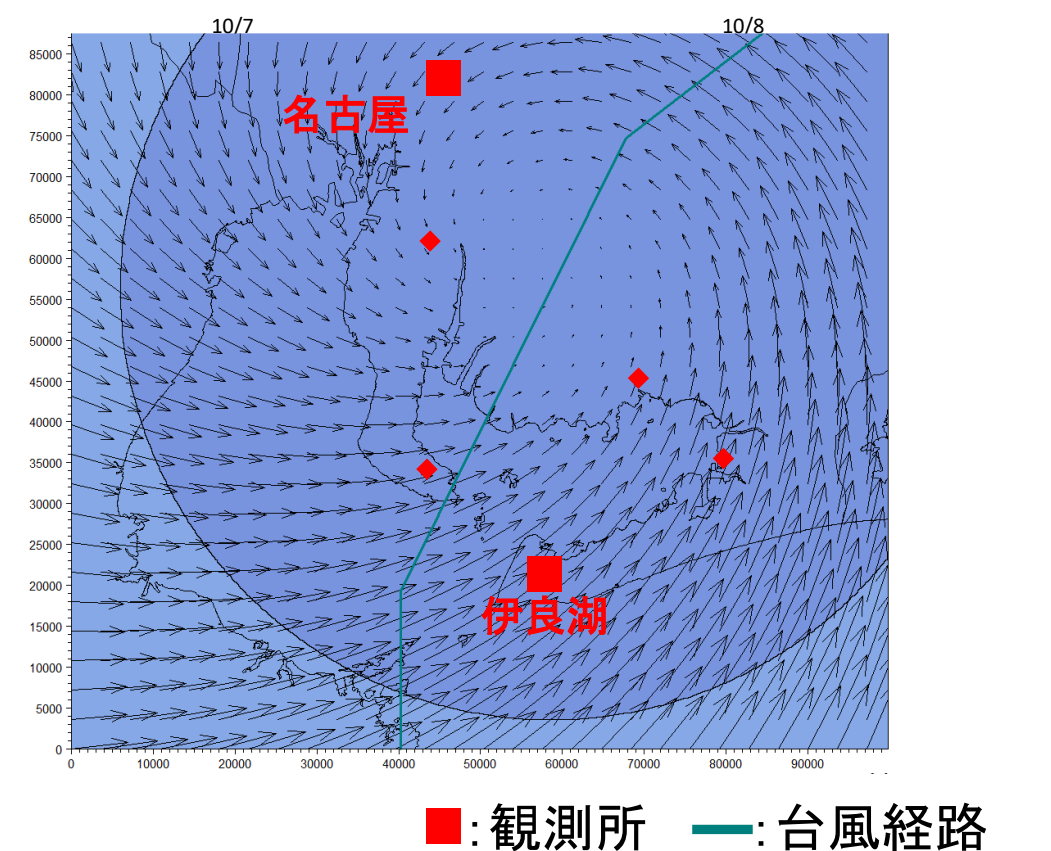
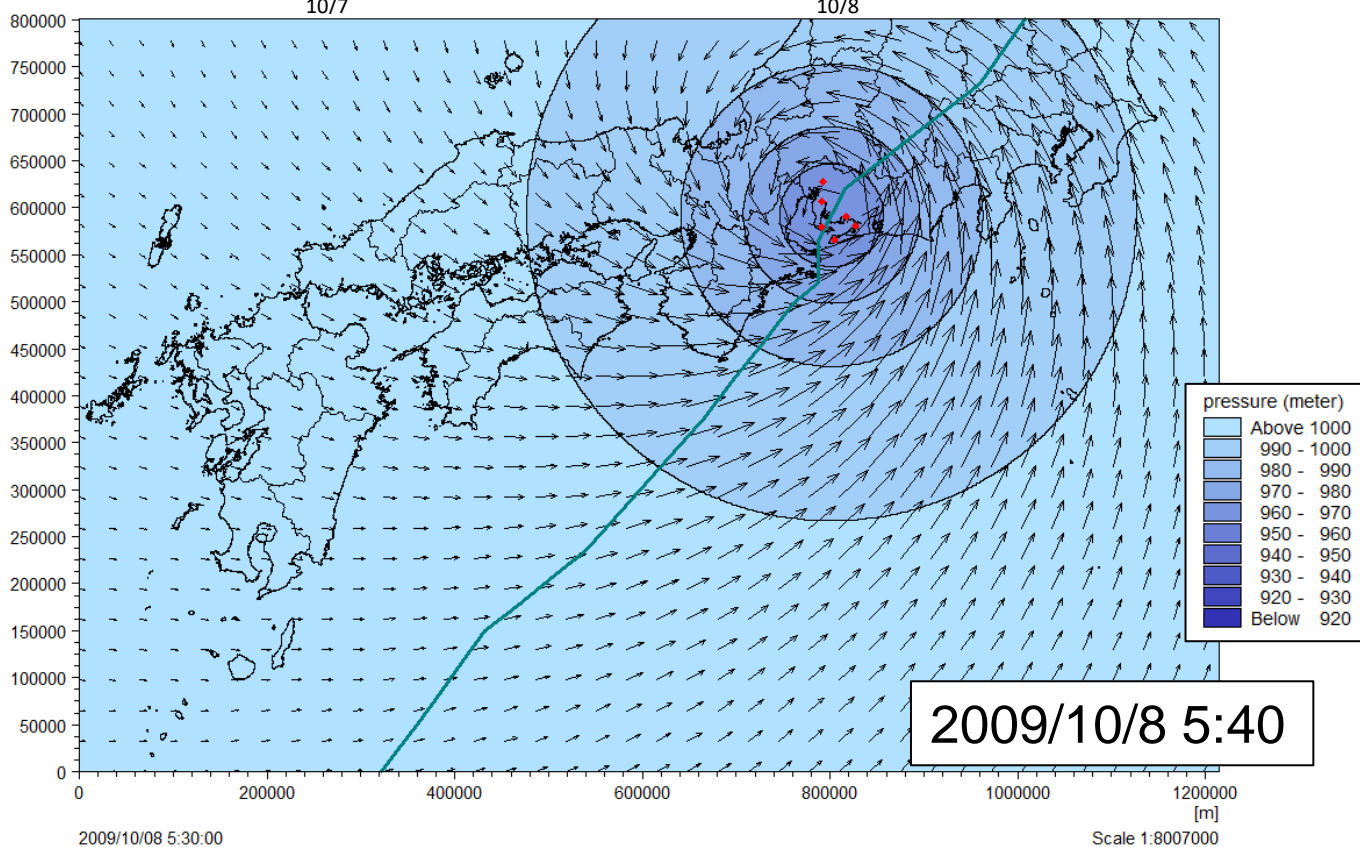
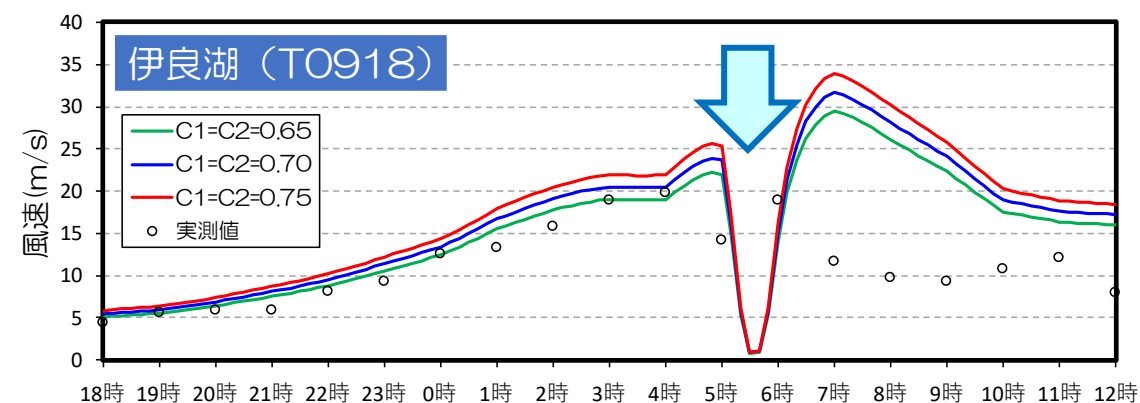
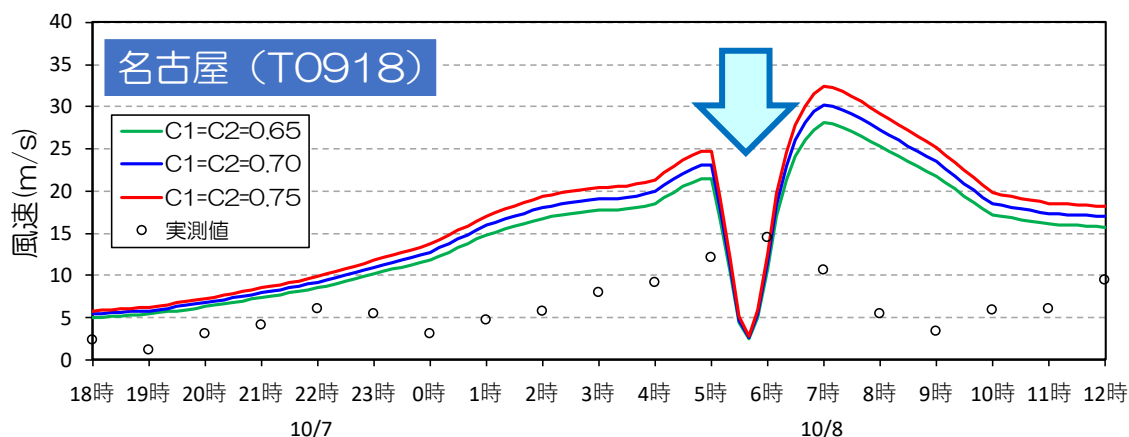
気圧と風の分布(2009/10/8 4:50)

# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

### 2009年(H21)台風18号

- ・T0918号の風速がふた山になっているメカニズムについて、1回目と2回目のピーク間の気圧と風の分布図を示す。
- ・台風の中心付近では風速が小さくなっていることが確認でき、観測所の真上を通過するタイミングでは風速が減少しているのが分かる。



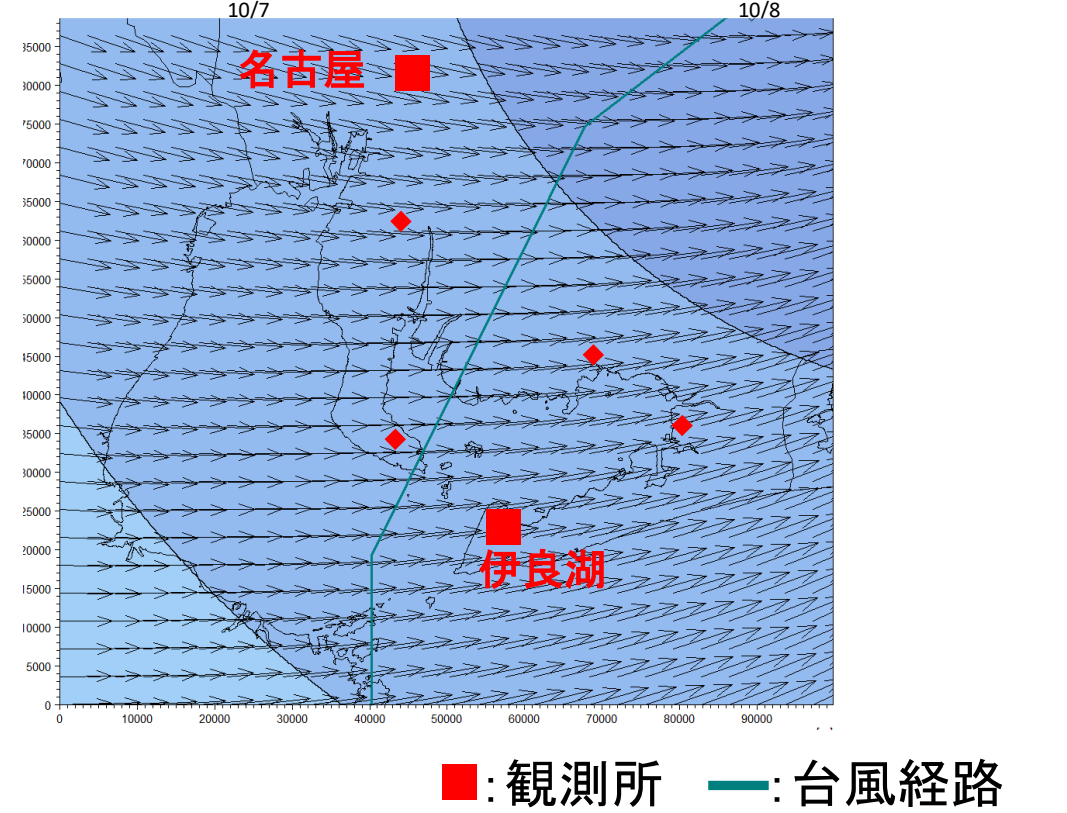
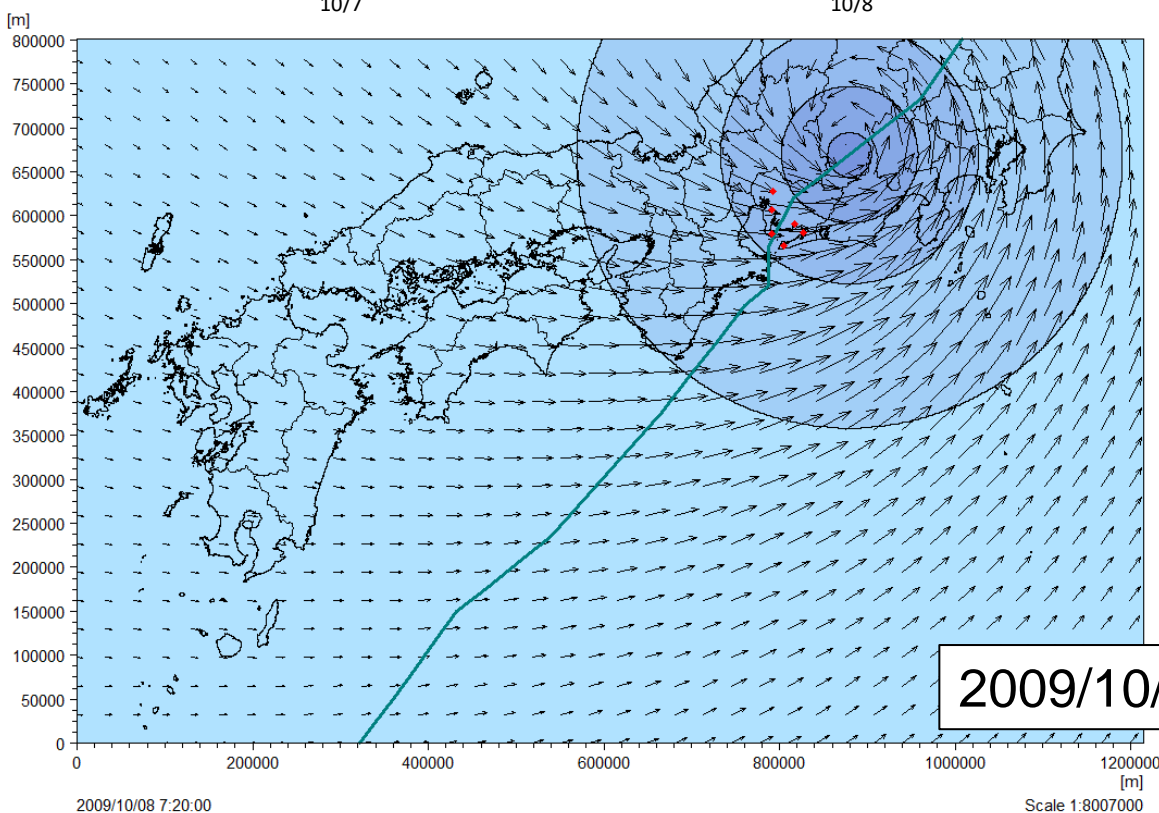
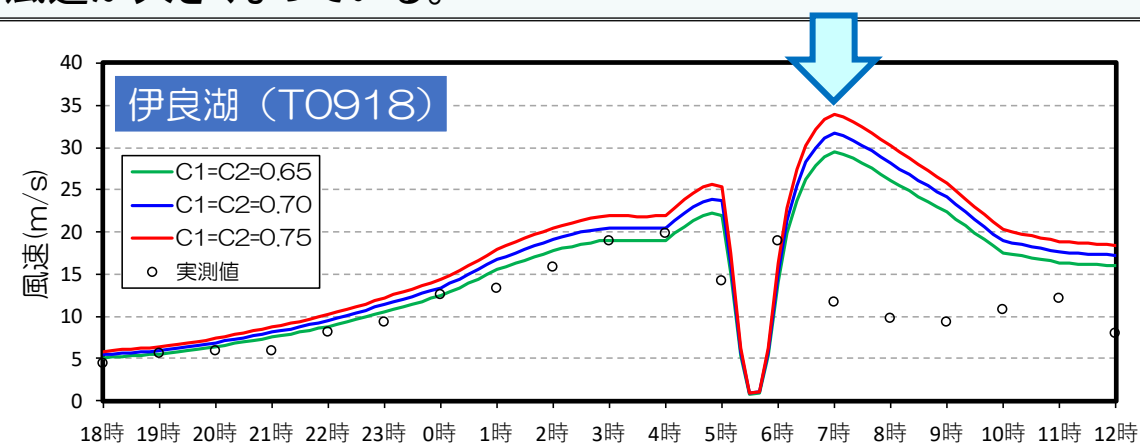
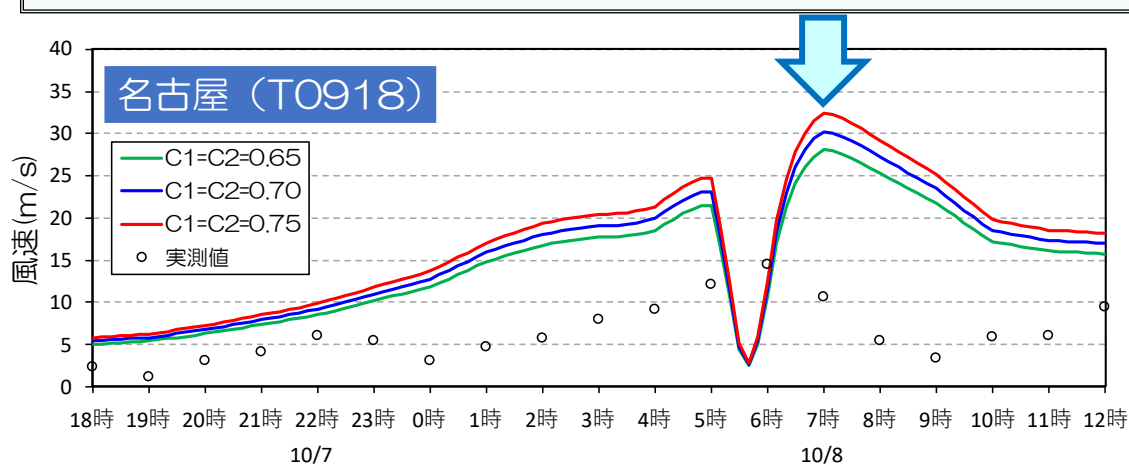
気圧と風の分布(2009/10/8 5:40)

# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

### 2009年(H21)台風18号

- ・T0918号の風速がふた山になっているメカニズムについて、2回目のピーク時の気圧と風の分布図を示す。
- ・台風の中心が観測所の上空を通過する際に風速が小さくなり、通過後に風速が大きくなっている。



■: 観測所    —: 台風経路

気圧と風の分布(2009/10/8 7:10)

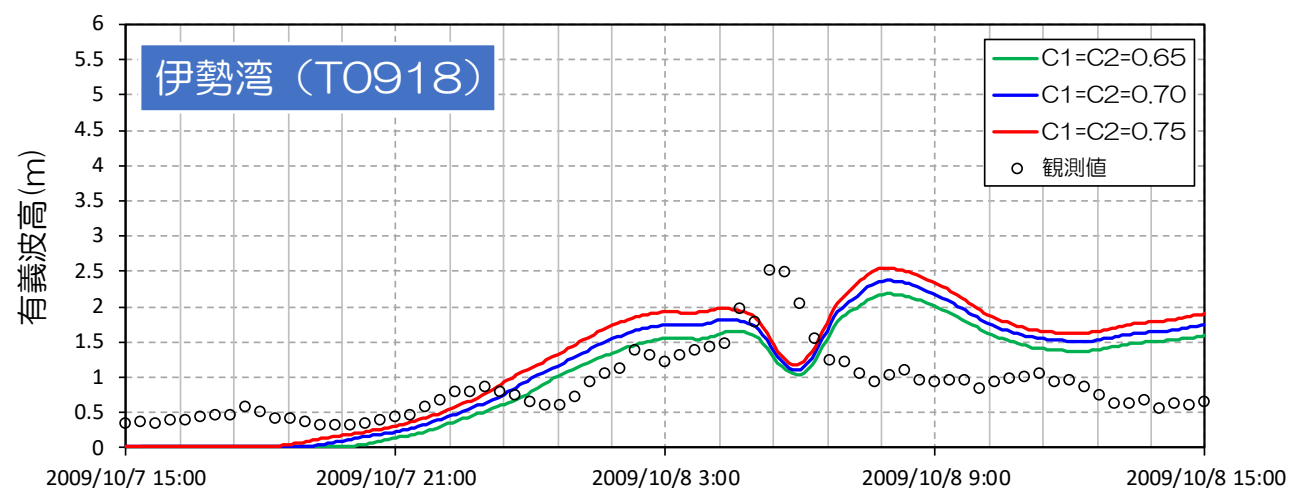
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

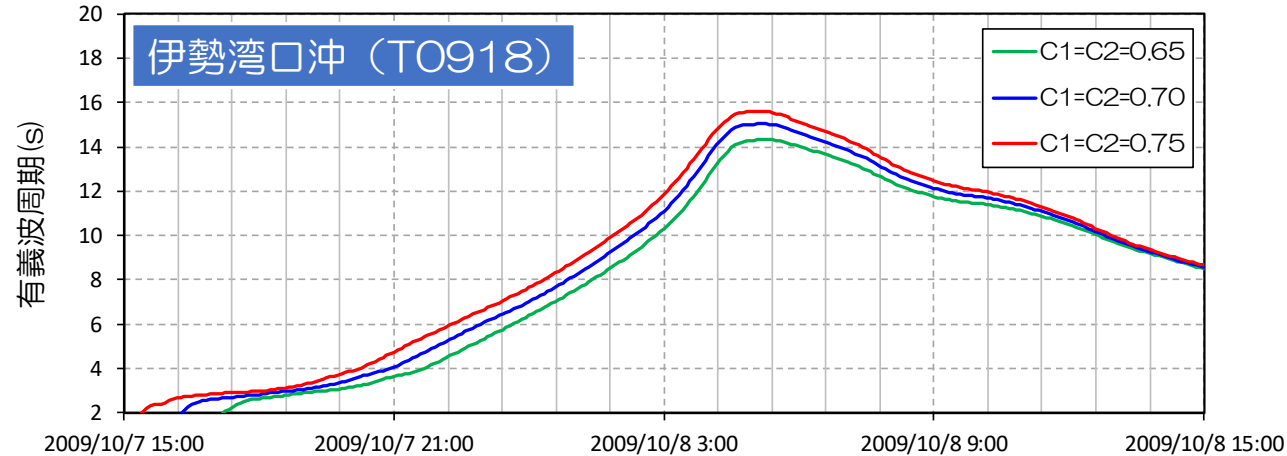
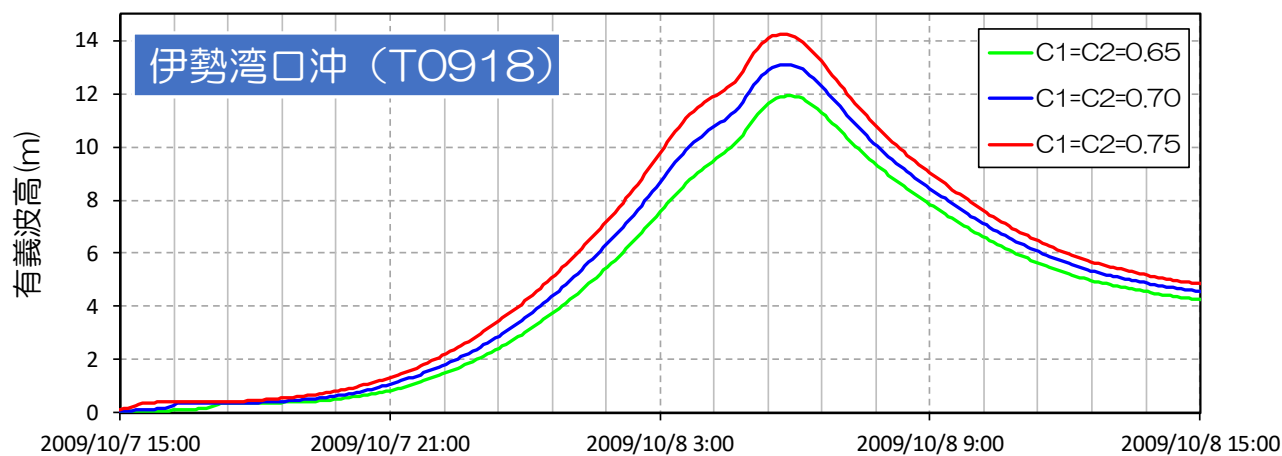
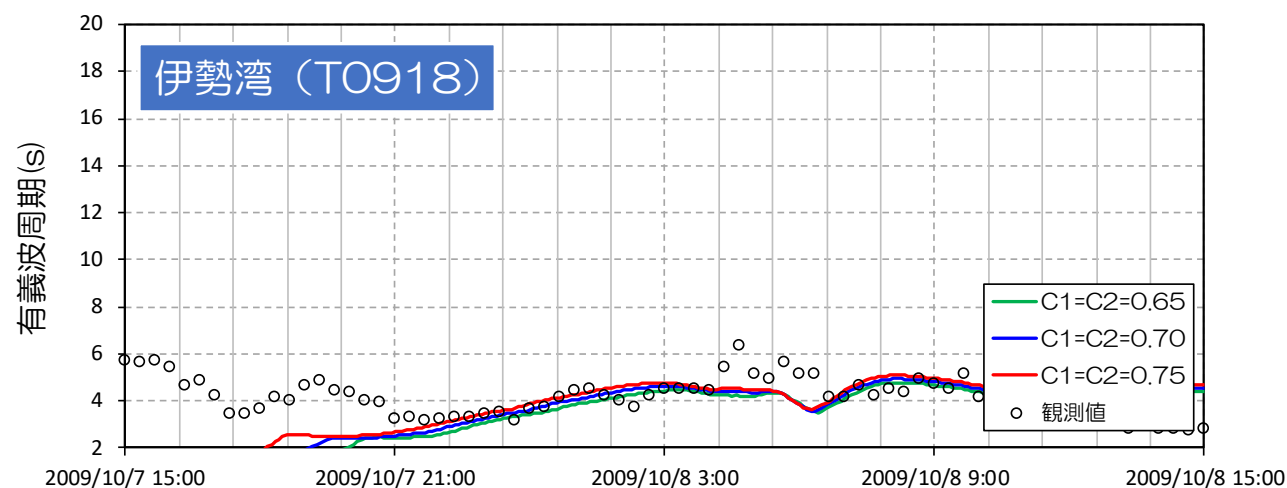
2009年(H21)台風18号

・風速がふた山となっている状況に対応して、伊勢湾地点では有義波高もふた山となっている。観測値のピーク値の再現性はよいといえる。

有義波高(波浪推算SWAN)



有義波周期(波浪推算SWAN)



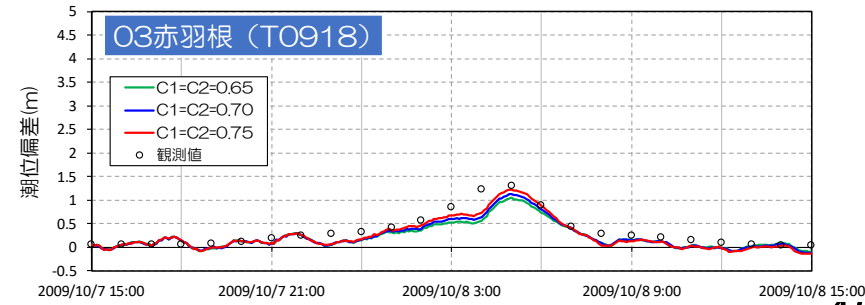
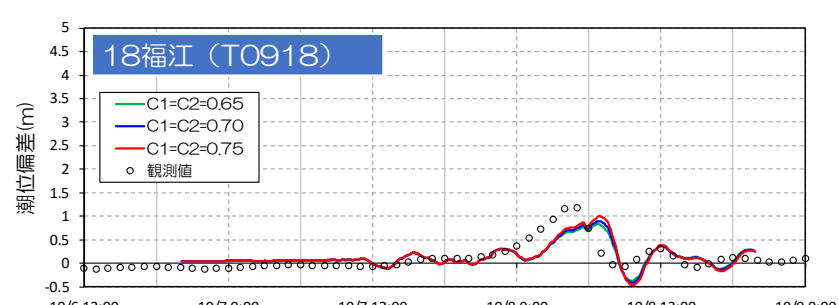
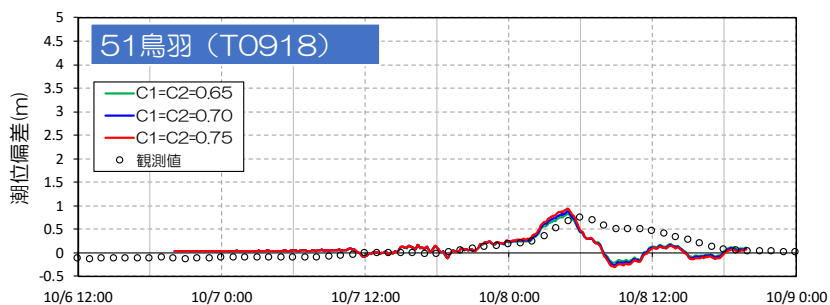
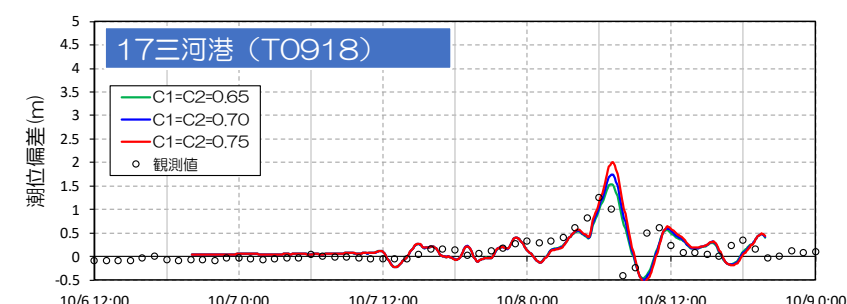
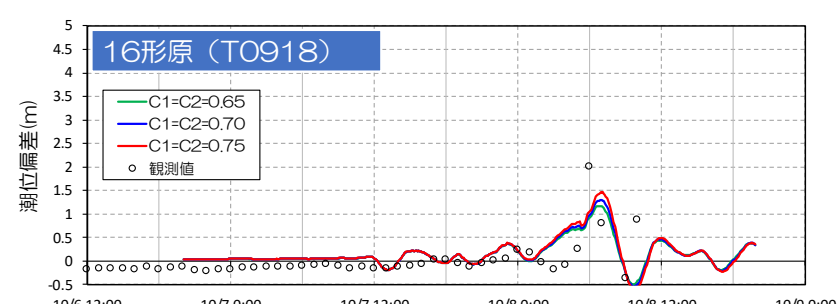
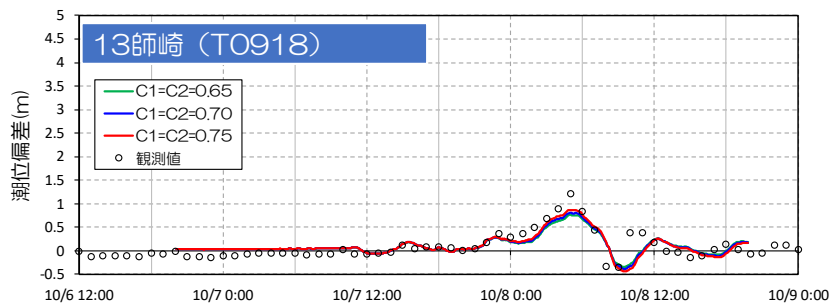
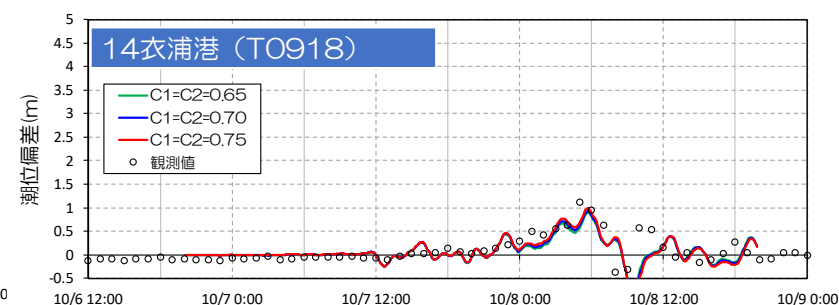
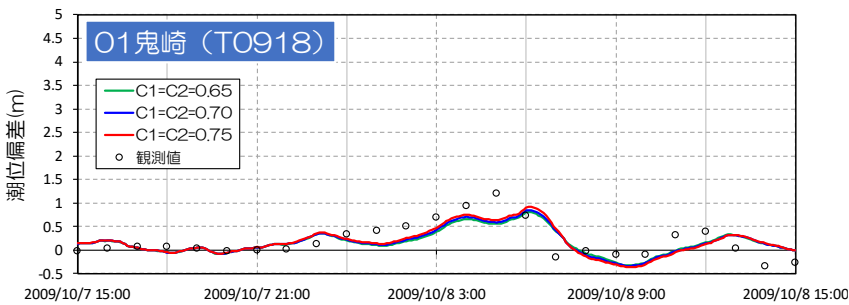
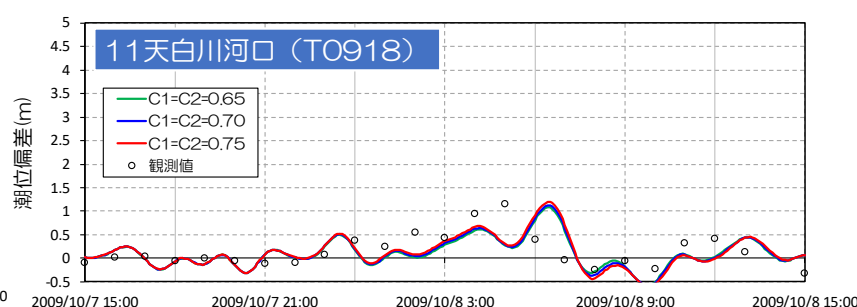
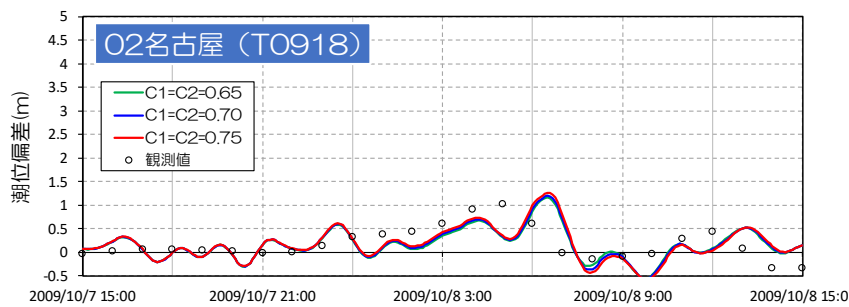
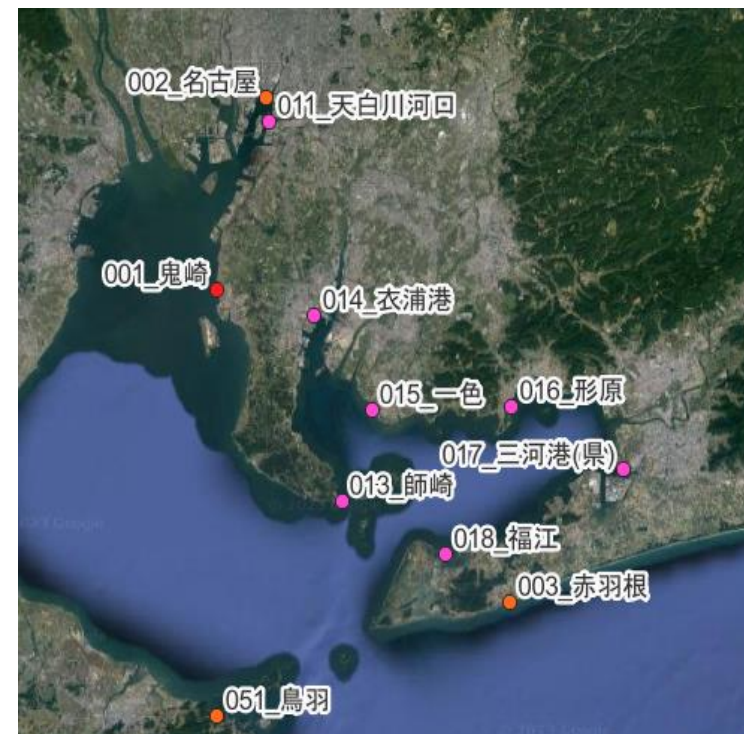
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

2009年(H21)台風18号

潮位偏差(高潮推算)

- ・風速変換係数C1、C2を0.65、0.70、0.75として再現計算を実施し、潮位偏差を算出した。
- ・湾奥では反射等の影響による振幅がみられ、C1、C2の違いによる若干の違いがみられるものの、何れの地点でもピークを再現できているといえる。



# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

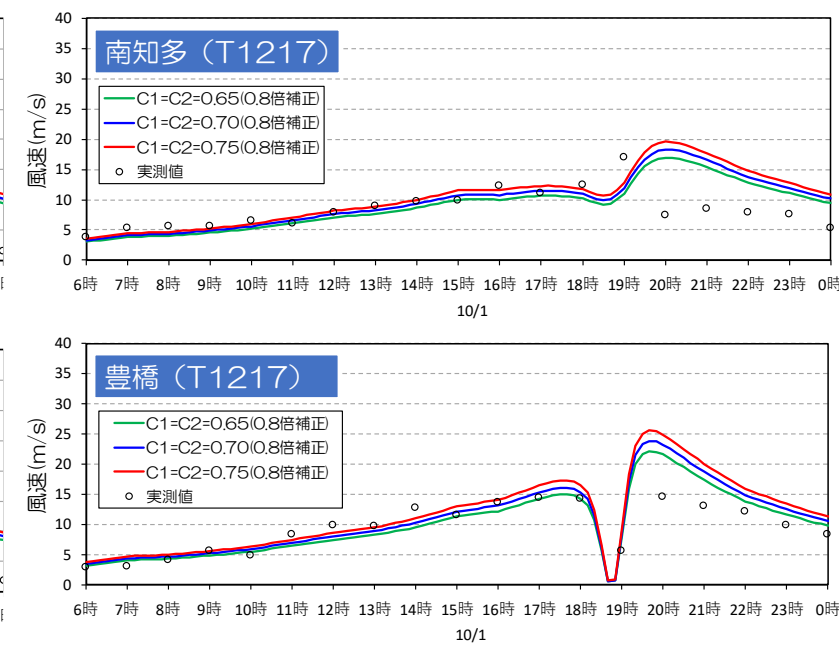
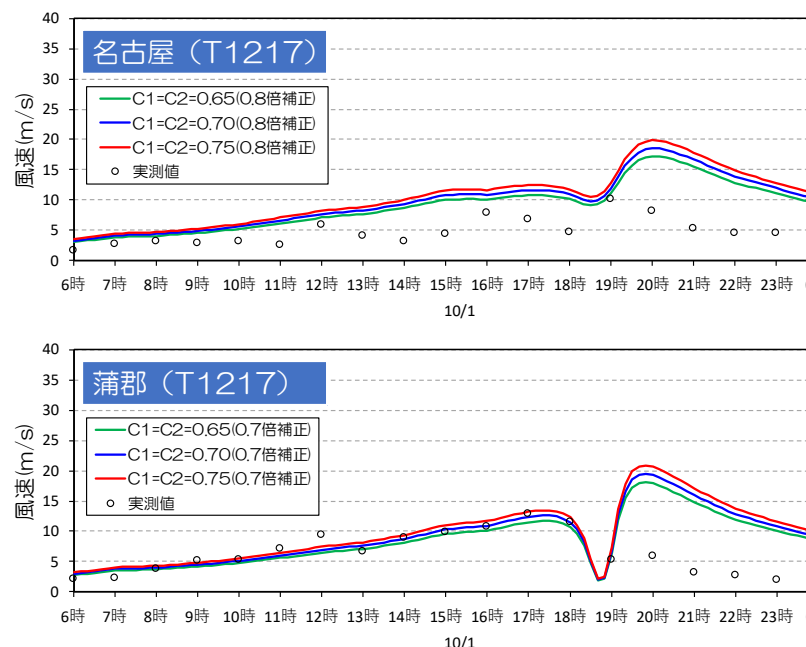
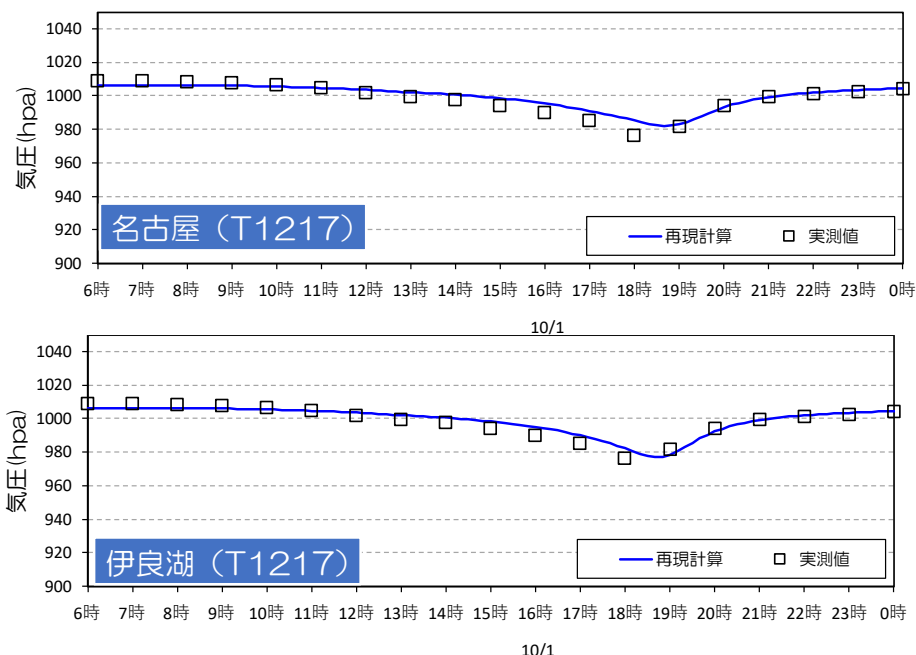
### 2012年(H24)台風17号

- ・中心気圧の時系列変化およびピーク値はよく再現できているといえる。
- ・風速の時間変化は若干の違いが確認された。計算結果でふた山となった要因は2009年(H21)台風18号と同様である。

気圧(Myersの式)

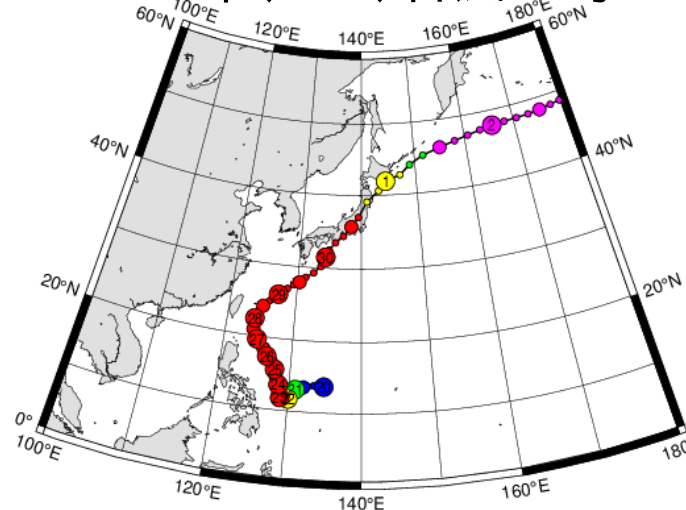
風速(台風モデル)

風速(台風モデル)



※気圧はC1、C2の影響を受けないため、1ケースのみ図示した。

### 2012年(H24)台風17号



### 風速の計算値への補正值

	名古屋	大府	蒲郡	南知多	豊橋	伊良湖
①摩擦の低減率	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
②観測点の高さ	17.8m	10m	10m	6.5m	6.6m	10.7m
②観測点の高さによる低減率	1.1倍	1.0倍	1.0倍	0.9倍	0.9倍	1.0倍
計算値への補正值	0.8倍 (0.77を丸め)	0.7倍	0.7倍	0.8倍 (0.81を丸め)	0.8倍 (0.81を丸め)	0.9倍

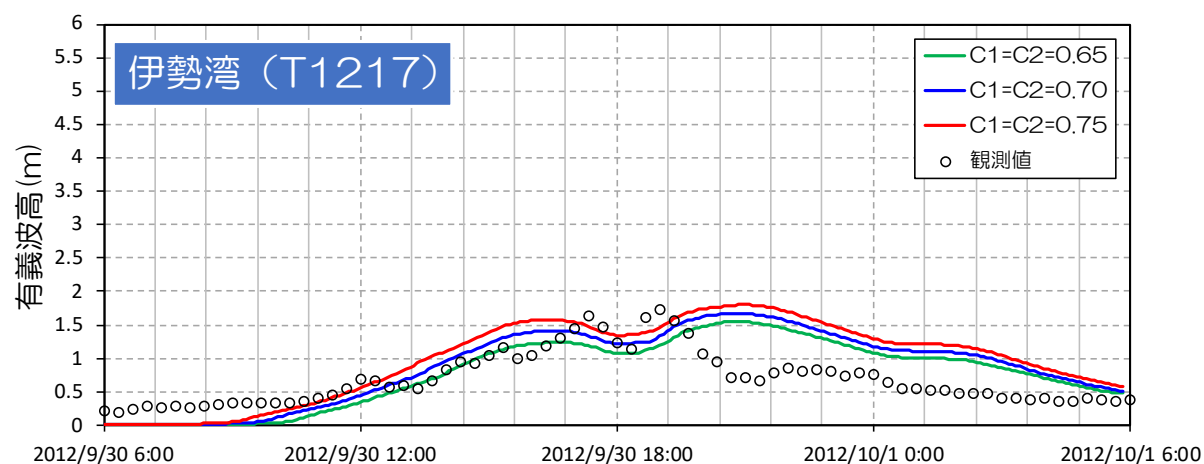
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

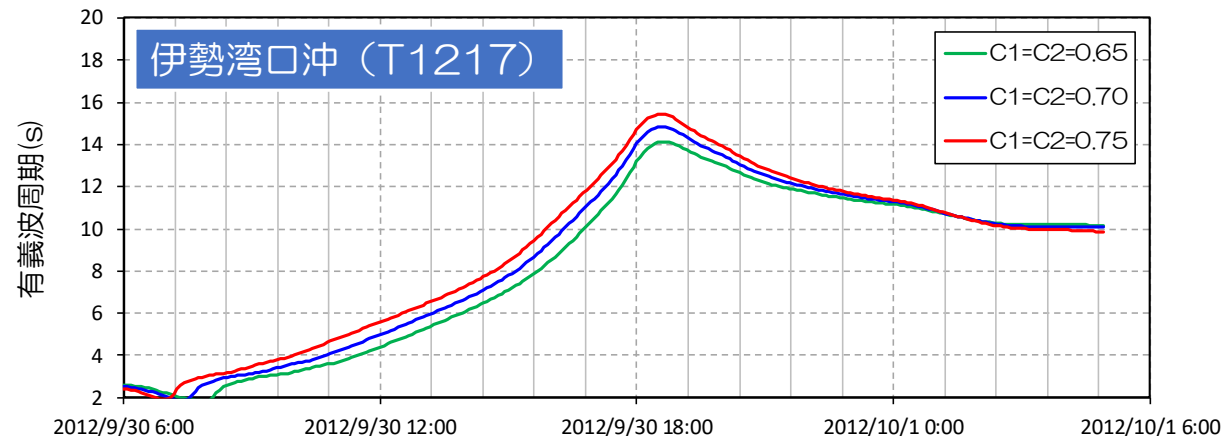
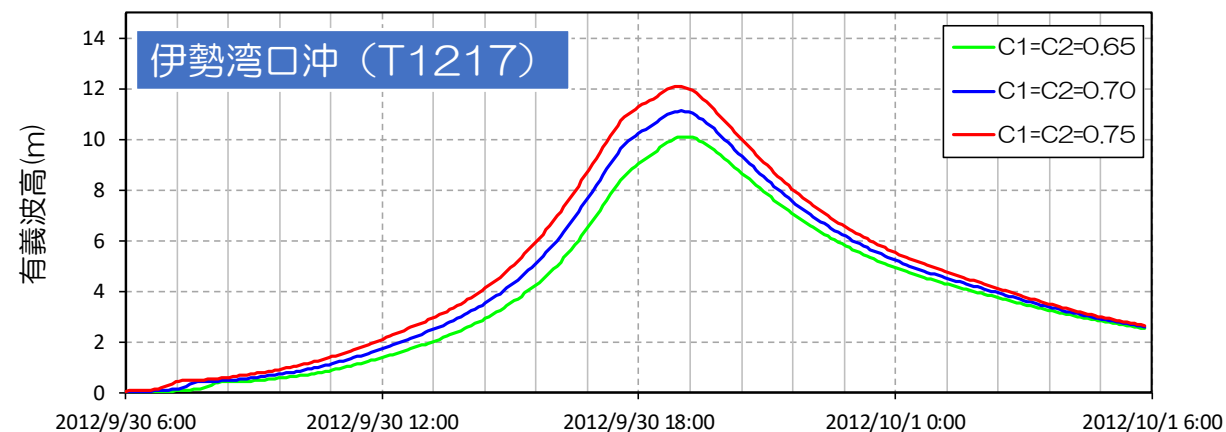
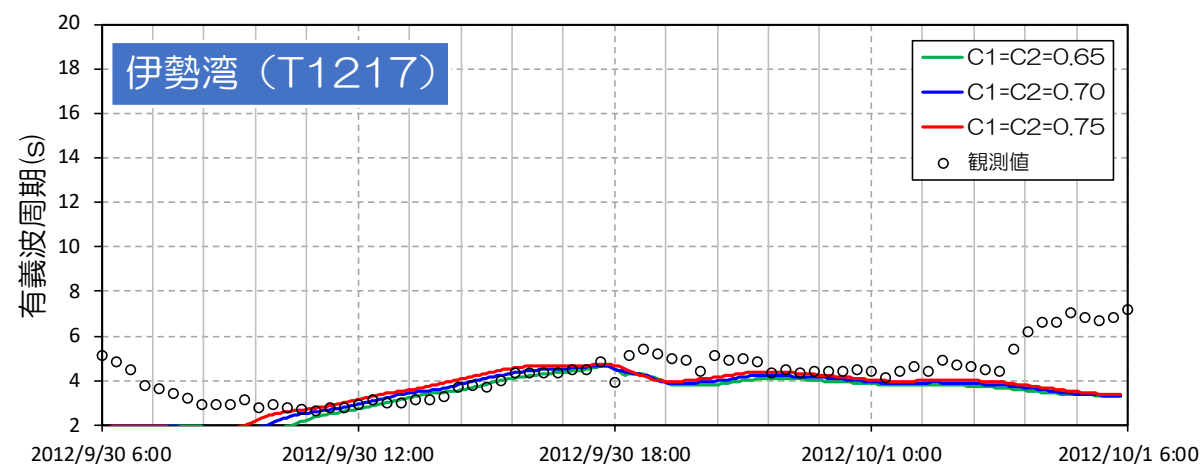
### 2012年(H24)台風17号

・風速がふた山となっている状況に対応して、伊勢湾地点では有義波高もふた山となっている。観測値のピーク値の再現性はよいといえる。

有義波高(波浪推算SWAN)



有義波周期(波浪推算SWAN)



(伊勢湾口沖は波浪観測開始前のため観測値なし)

(伊勢湾口沖は波浪観測開始前のため観測値なし)



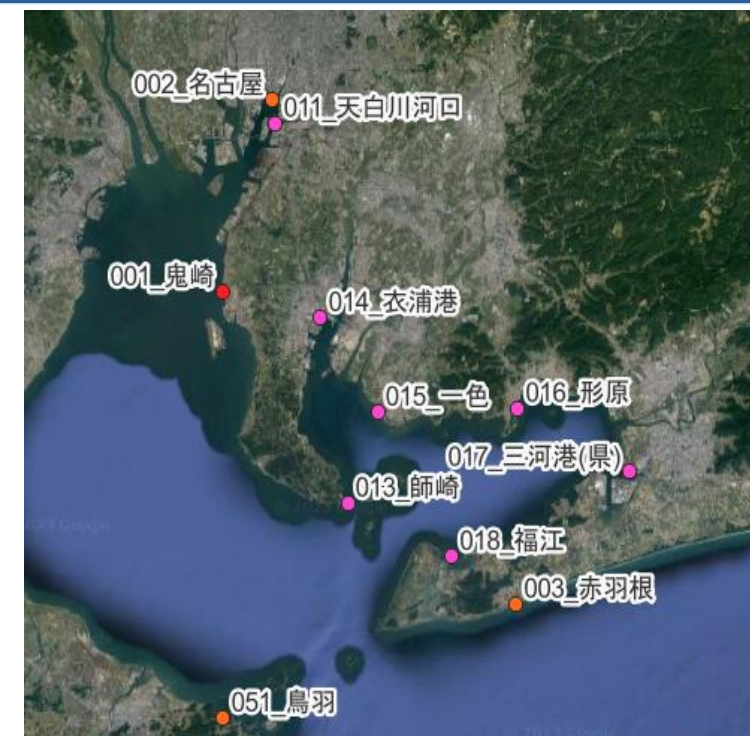
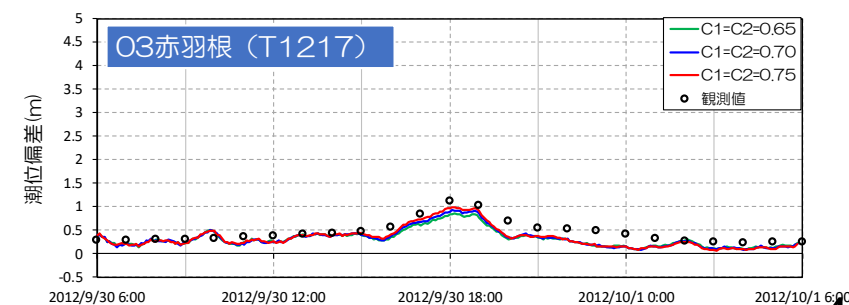
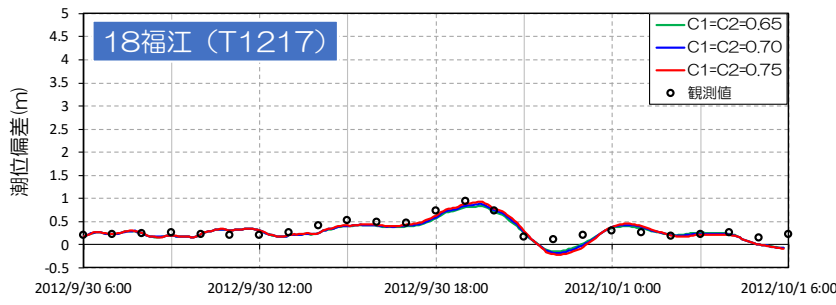
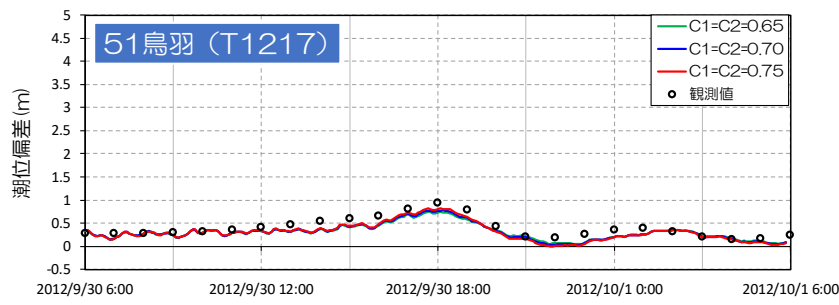
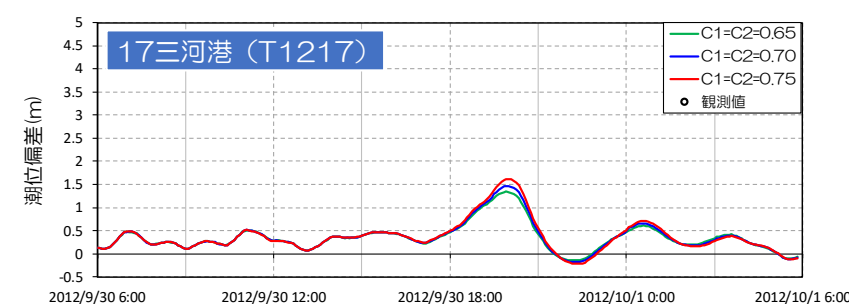
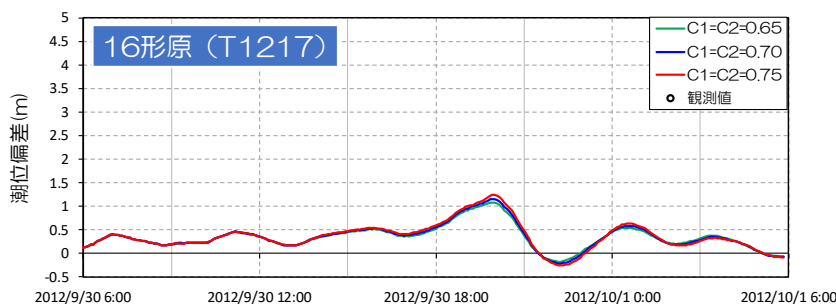
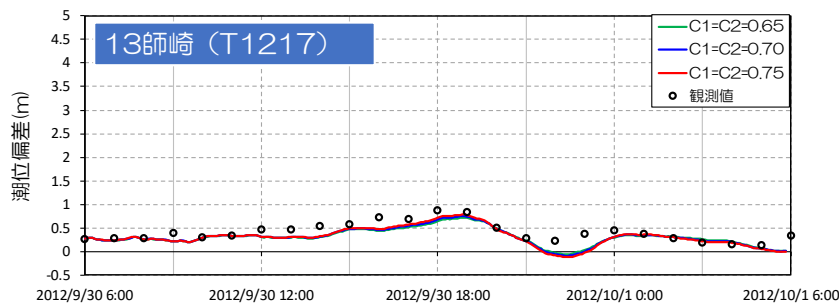
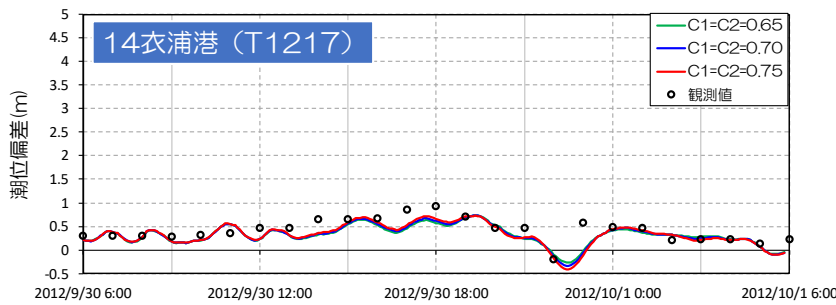
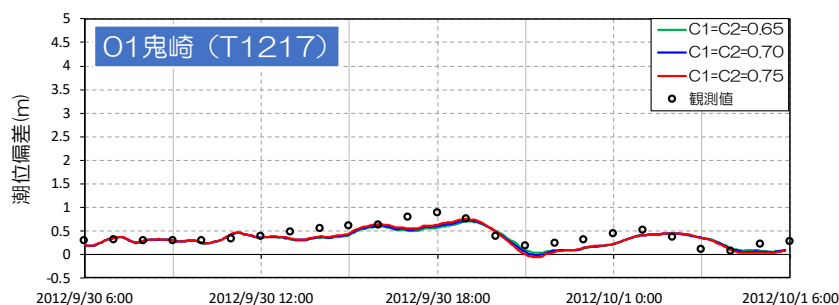
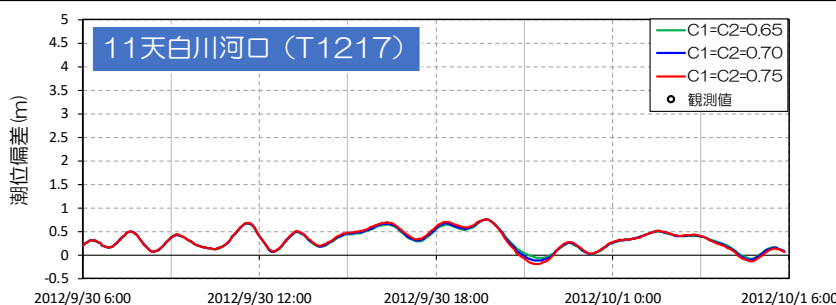
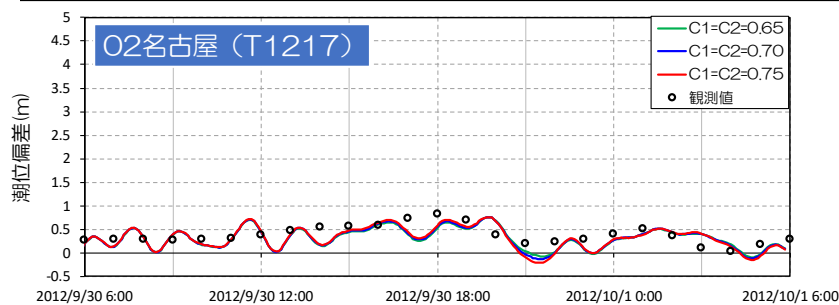
# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

2012年(H24)台風17号

潮位偏差(高潮推算)

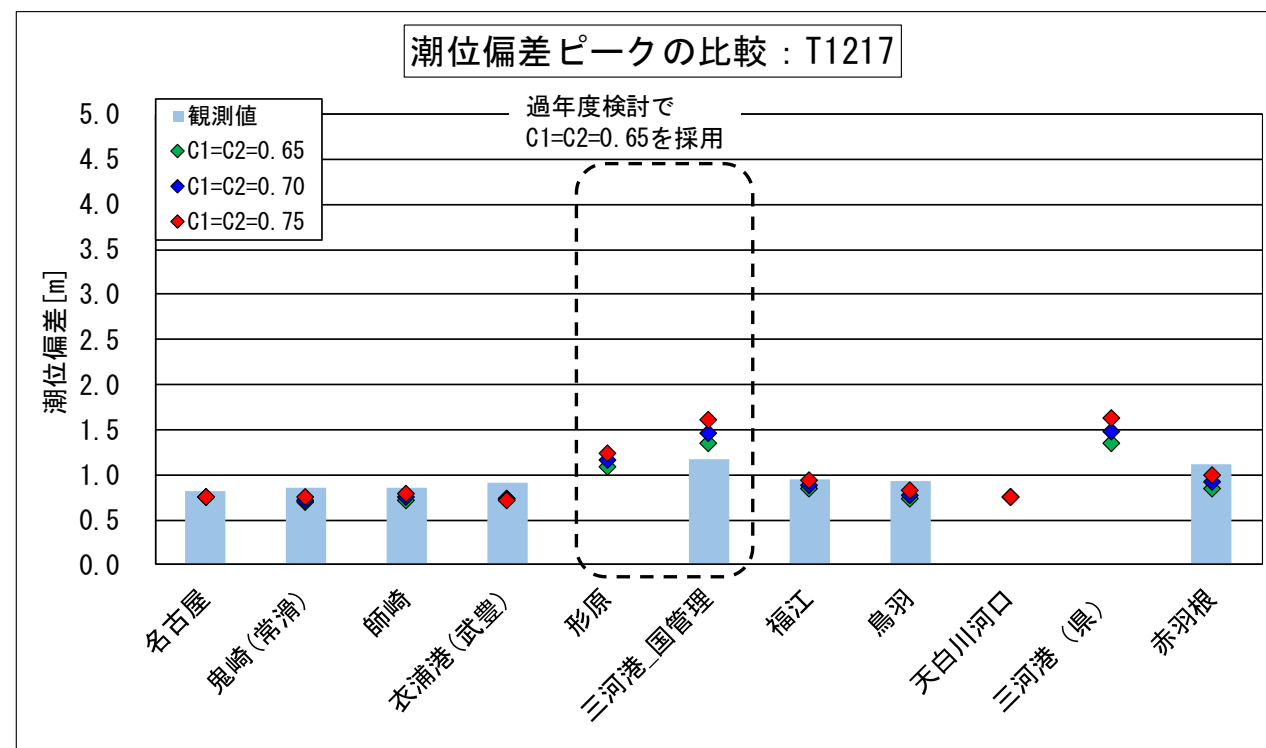
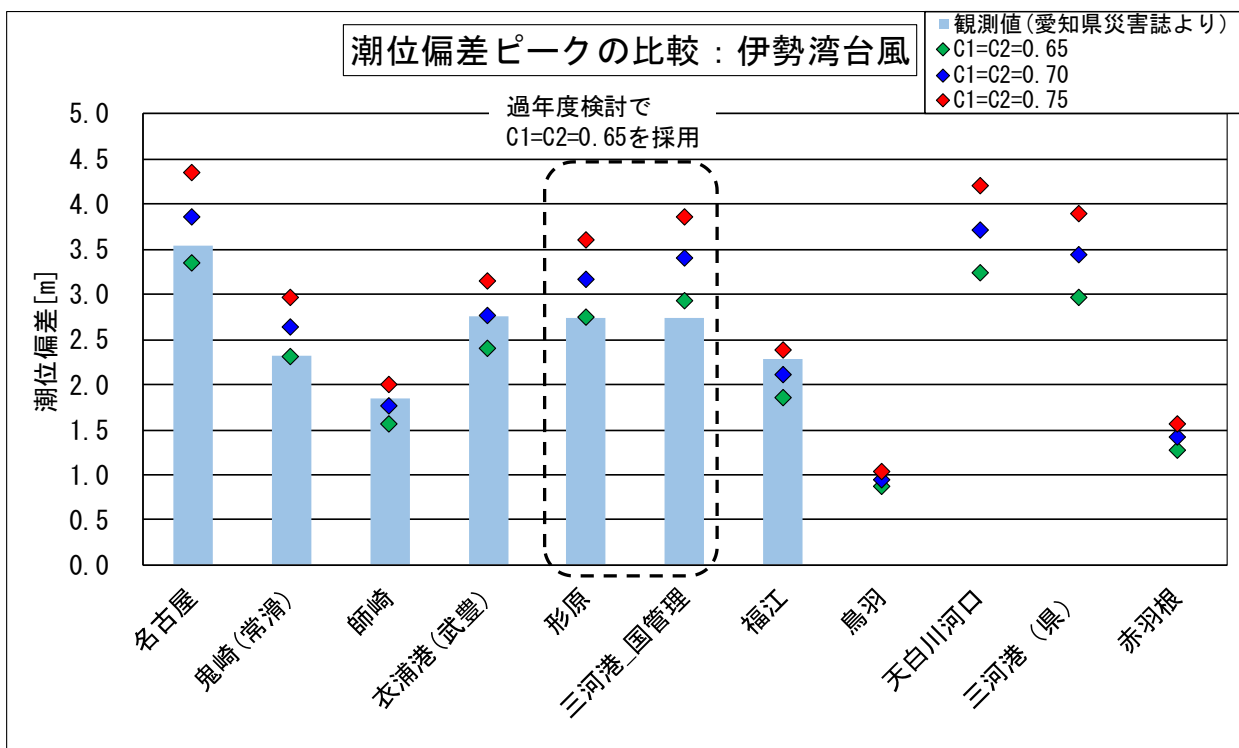
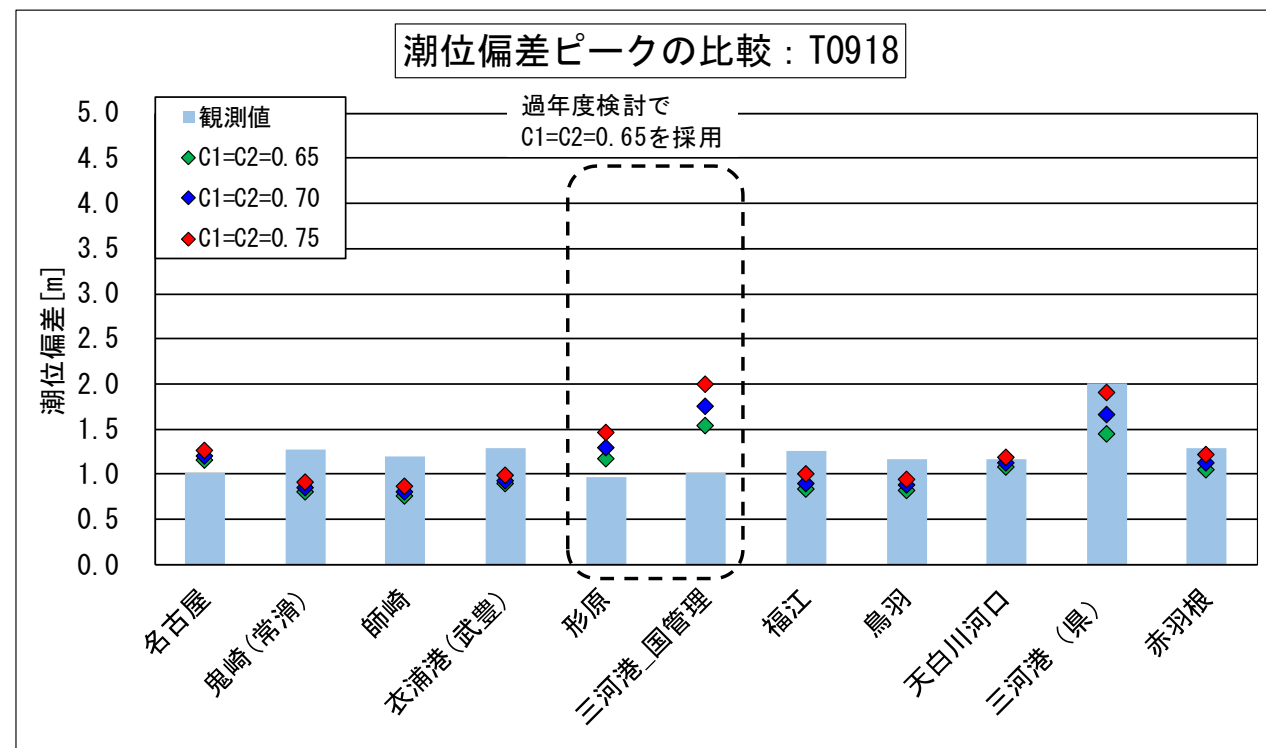
- ・風速変換係数C1、C2を0.65、0.70、0.75として再現計算を実施し、潮位偏差を算出した。
- ・C1、C2の違いによる若干の違いがみられるものの、何れの地点でもピークを再現できているといえる。



# 4. 高潮推算・波浪推算の再現計算

## (3) 波浪・高潮推算結果

- ・伊勢湾台風の再現性について、今回構築したモデルでは、既検討においてC1、C2=0.70としていた地区において、C1、C2=0.70では過大な値となっており、C1、C2=0.65のケースで、概ね観測値を再現できている。
- ・2009年台風18号、2012年台風17号の潮位偏差は、三河湾(形原、三河港)において、計算値が大きめに算出される傾向にある。既検討モデルとのメッシュサイズが異なるため同値ではないが、既検討と同様の傾向を示している。
- ・ **潮位偏差のピークは伊勢湾台風となることから、再現性のよいC1、C2=0.65とする。**



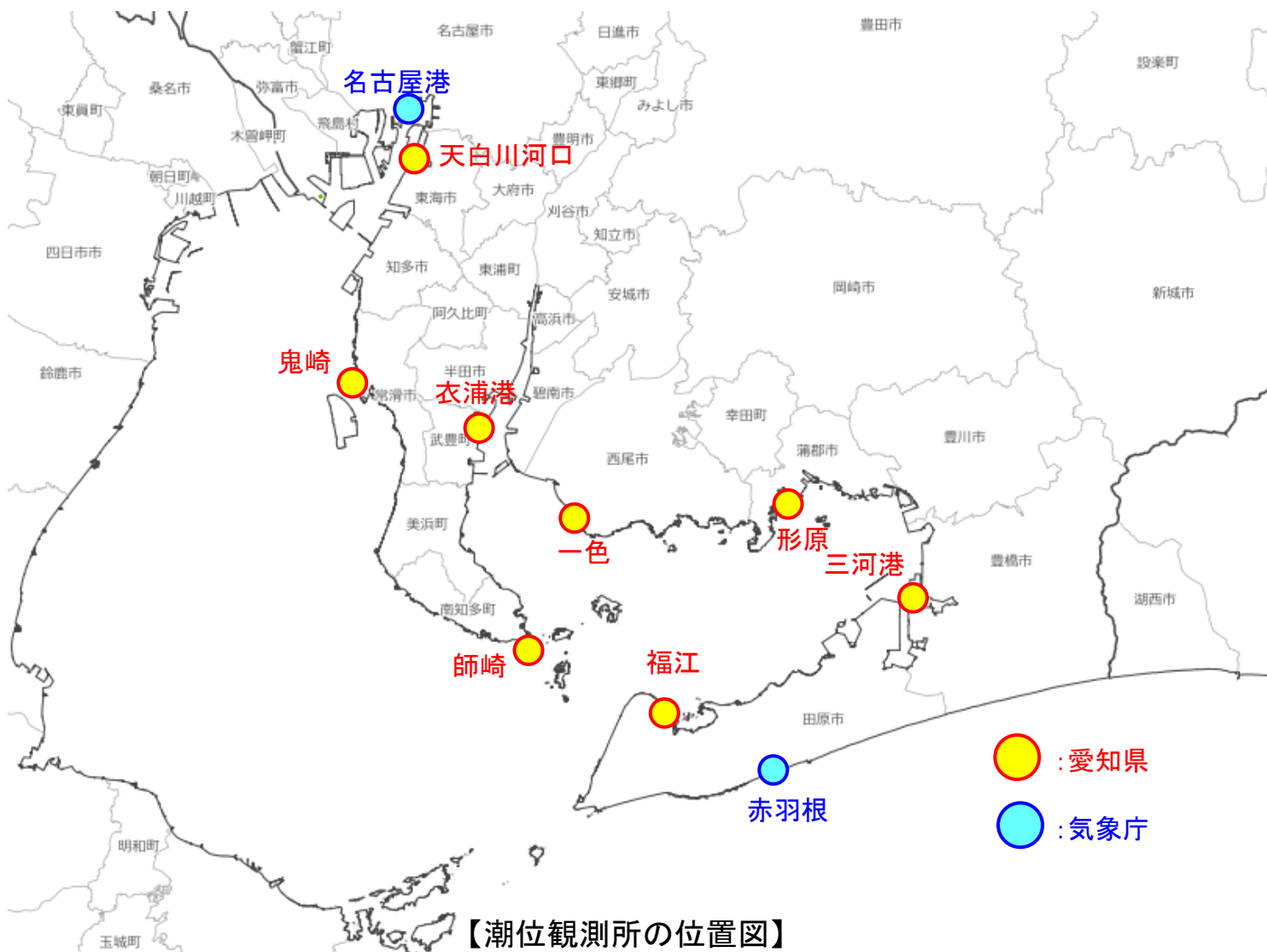
## 5. 気候変動前（ケース1）の外力検討結果

# 5. 気候変動前（ケース1）の外力検討結果

## (1) 初期潮位（朔望平均満潮位）

(再掲)

○現行計画と観測値が概ね同値であることから、現行設定値を基本として初期潮位(朔望平均満潮位)を設定した。



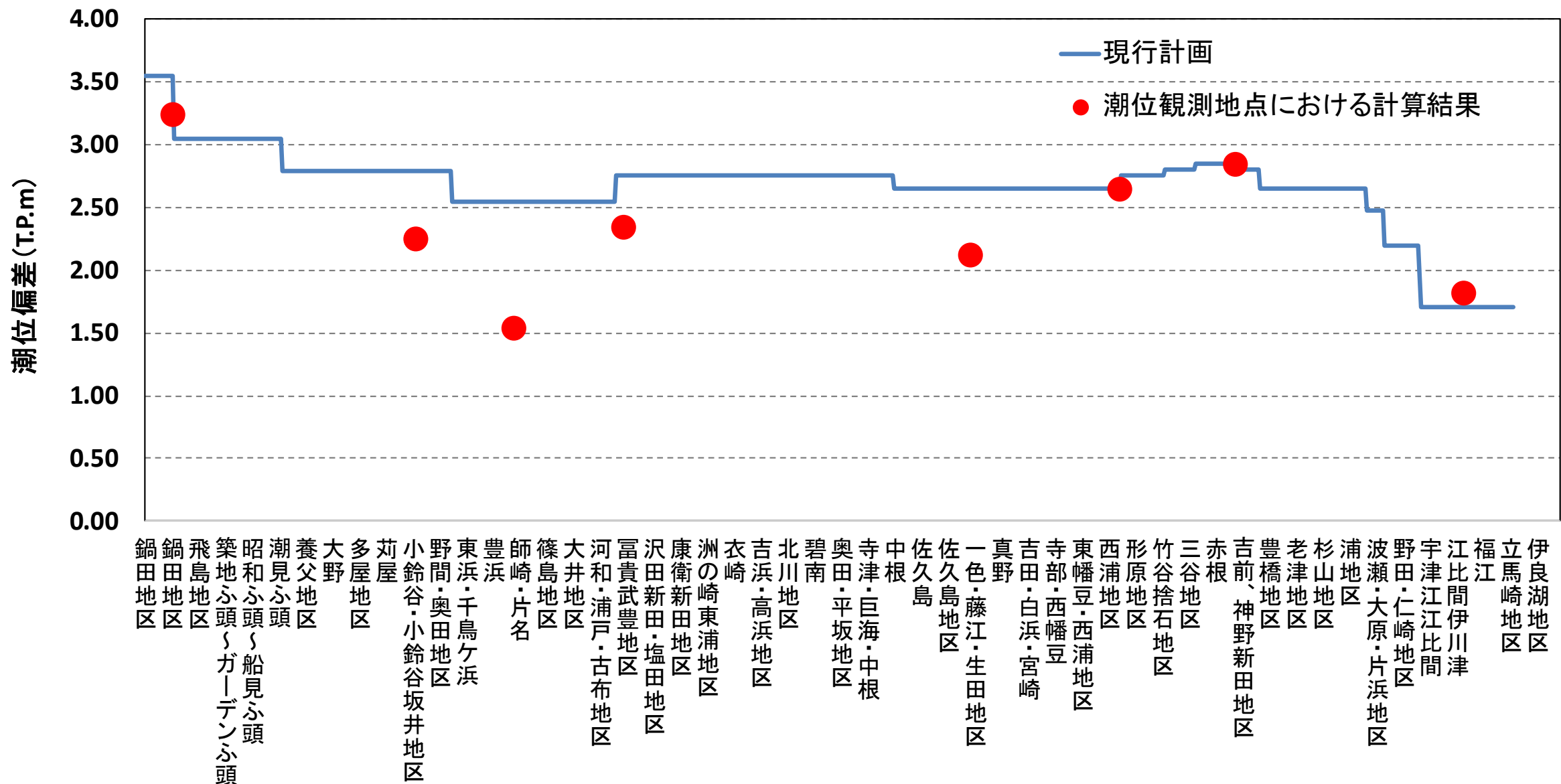
【各港の朔望平均満潮位】

港名	朔望平均満潮位(T.P.m)	
	現行の朔望平均満潮位	今回設定
名古屋港	1.20	同左
常滑港	0.99	同左
師崎港 豊浜港	1.01	同左
衣浦港	1.03	同左
一色漁港	1.05	同左
形原漁港	0.97	同左
三河港	0.97	1.04 (今回見直し)
福江漁港	1.04	同左
赤羽根漁港	0.88	同左

# 5. 気候変動前（ケース1）の外力検討結果

## (2) 潮位偏差

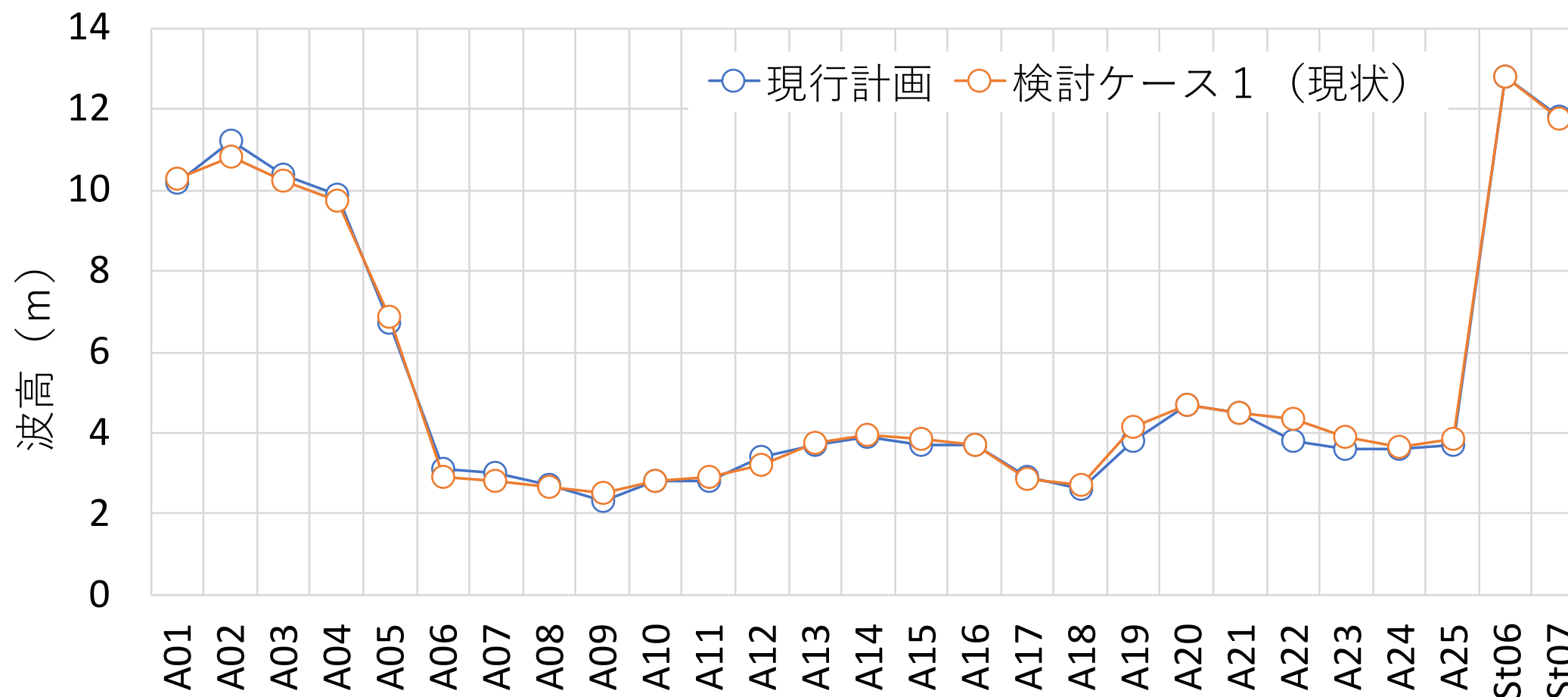
○各地点の初期潮位を設定した高潮シミュレーションを実施し、潮位観測所地点における潮位偏差を算出した。



# 5. 気候変動前（ケース1）の外力検討結果

## （3）波浪

- 2007年～2021年の波浪推算を実施し、各地点の50年確率波高を算出した。
- 波浪観測所（伊勢湾口沖）において2007～2021年に発生した最大波高は11.33mで、St.07地点における50年確率波11.8mとほぼ同等の波高であり、大きく越えるような波高は発生していない。現行計画は52年間（1955～2006年）、今回の検討ケース1は67年間（1955～2021年）の統計処理であり、全体的には大きな変化がない結果となった。
- また、50年以上の長期間の統計処理であるものの、波向別に算出した最大波高を比較しており、湾内地点（A01～A25）については、若干の変化がみられる。



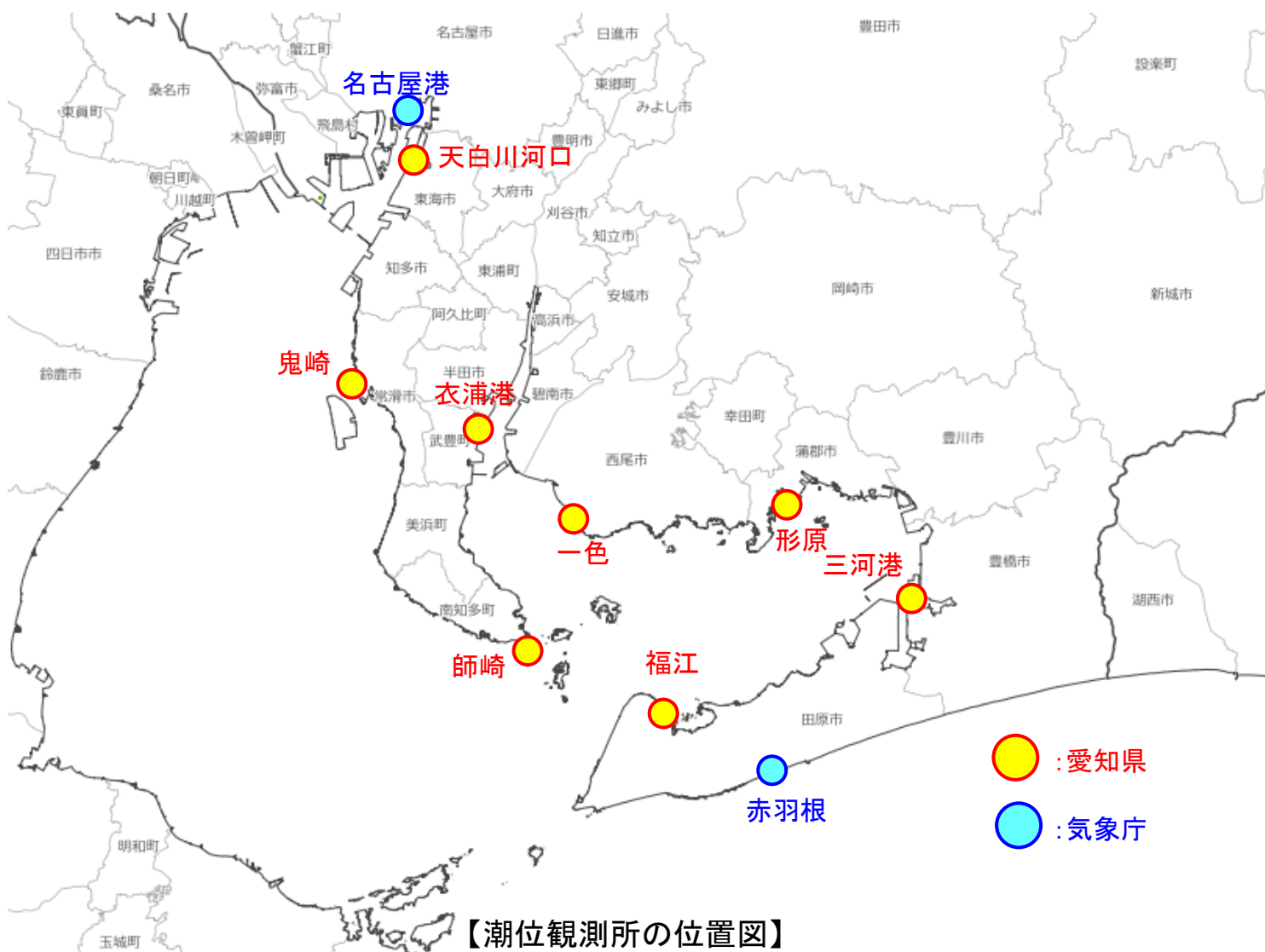
## 6. 気候変動後（ケース2）の外力試算結果

# 6. 気候変動後（ケース2）の外力試算結果

## (1) 初期潮位（朔望平均満潮位）

○本検討では、「海岸保全施設の技術上の基準」一部改正及び計画外力の設定方法等に関する通知（令和3年7月30日、8月2日）に準拠し、海面上昇量は0.39mを採用することとした。

○現状（気候変動前）の初期潮位に海面上昇量を加えた値を、気候変動後の初期潮位とする。



【各港の朔望平均満潮位】

港名	朔望平均満潮位(T.P.m)	
	現状 (気候変動前)	気候変動後 (+0.39m)
名古屋港	1.20	1.59
常滑港	0.99	1.38
師崎港 豊浜港	1.01	1.40
衣浦港	1.03	1.42
一色漁港	1.05	1.44
形原漁港	0.97	1.36
三河港	1.04	1.43
福江漁港	1.04	1.43
赤羽根漁港	0.88	1.27



# 6. 気候変動後（ケース2）の外力試算結果

## （2）潮位偏差

- 新伊勢湾台風規模での高潮シミュレーションを実施し、潮位偏差の変化量を算出した。
- 潮位偏差の上昇分は大きくても2cm程度である。海面上昇量を考慮したことで初期潮位が大きくなっていることにより風速増加による吹き寄せの効果をうち消していることが想定される。（理論式上は水深に反比例する）
- 最高潮位は、全ての地点で増加している。

【潮位偏差の変化量】

	名古屋	鬼崎	師崎	衣浦港	一色	形原	三河港(国)	三河港(県)	福江	赤羽根
現状(m)	3.233	2.237	1.529	2.330	2.117	2.644	2.833	2.863	1.815	1.271
将来時(m)	3.228	2.251	1.554	2.353	2.121	2.643	2.832	2.866	1.828	1.285
差分	△0.005	0.014	0.025	0.023	0.004	△0.001	△0.001	0.003	0.013	0.014
倍率	0.998	1.006	1.016	1.010	1.002	1.000	1.000	1.001	1.007	1.011

【最高潮位の変化量】

最高潮位	名古屋	鬼崎	師崎	衣浦港	一色	形原	三河港(国)	三河港(県)	福江	赤羽根
現状(m)	4.433	3.227	2.539	3.360	3.167	3.614	3.873	3.903	2.855	2.151
将来時(m)	4.818	3.631	2.954	3.773	3.561	4.003	4.262	4.296	3.258	2.555
差分	0.385	0.404	0.415	0.413	0.394	0.389	0.389	0.393	0.403	0.404
倍率	1.087	1.125	1.163	1.123	1.124	1.108	1.100	1.101	1.141	1.188

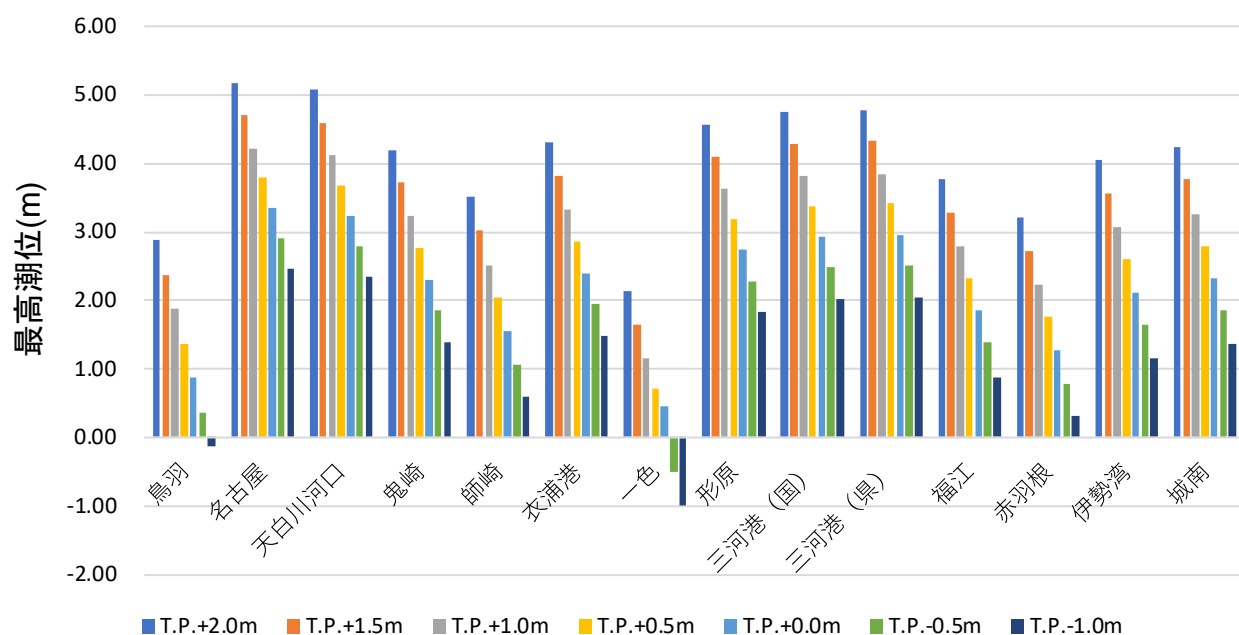
# 5. 気候変動前（ケース1）の外力検討結果

## (2) 潮位偏差

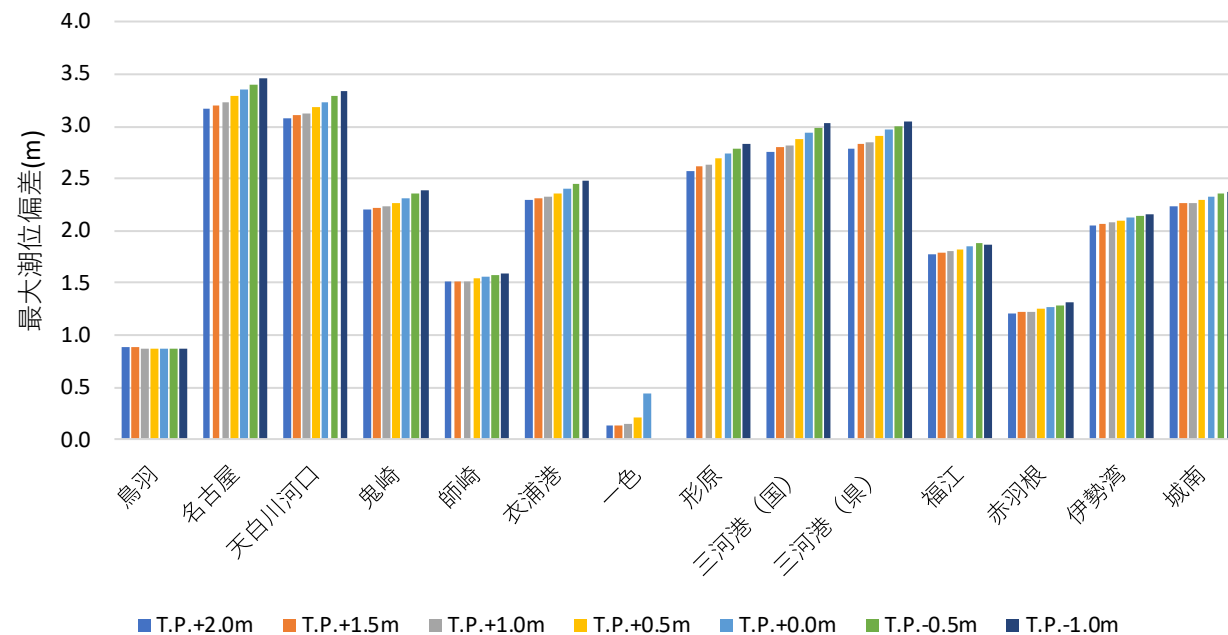
### (参考) 初期潮位の違いによる潮位偏差の変化

- 初期潮位をT.P.-1.0m～T.P.2.0mとした場合の感度分析を行った。
- 初期潮位が大きくなるほど最高潮位は大きくなるものの、潮位偏差が小さくなる傾向である。

地点別の初期潮位による最高潮位



地点別の初期潮位による最大潮位偏差比較



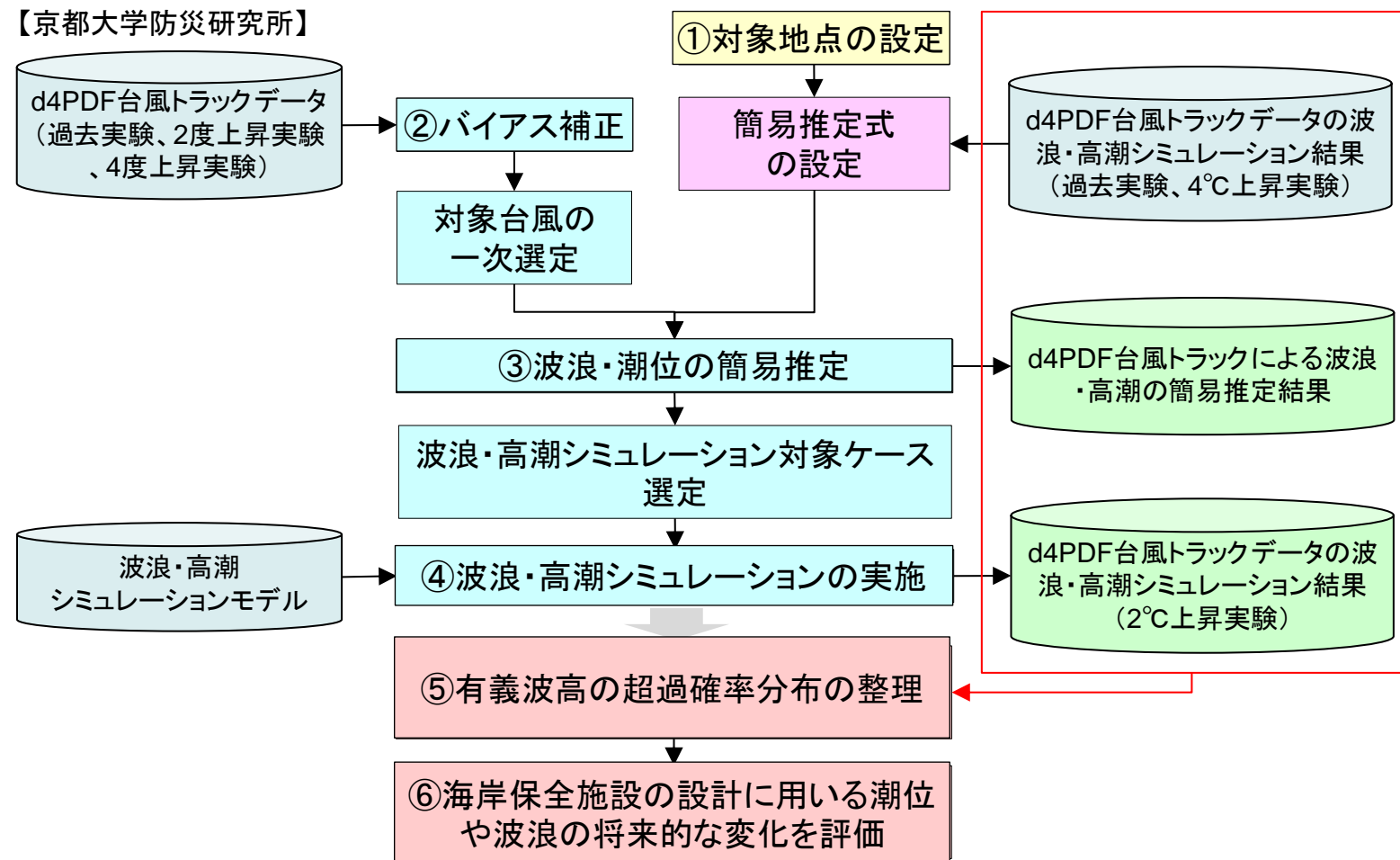
# 6. 気候変動後（ケース2）の外力試算結果

## (3) 波浪

○中部地整が実施した「アンサンブル気候予測データセット(d4PDF)を利用した波浪推算結果(2022年)」によるd4PDFを活用した高潮シミュレーション結果を用いて将来の外力を算出する。

○高潮シミュレーションを行い、その結果をもとに、気候変動後の気象条件下における設計外力規模の高潮・波浪の評価を行った。

- ①【対象地点の設定】三重県尾鷲、伊勢湾湾口、伊勢湾湾奥、遠州灘沿岸、駿河湾湾奥の5地点
- ②【バイアス補正】台風トラックデータの中心気圧に対してバイアス補正、台風半径は中心気圧から経験式にもとづき設定
- ③【簡易推定式の設定】過年度の業務成果を活用し、シミュレーションを行うことなく、各台風に伴う各地点の最大波高・最大潮位偏差を簡易に推定できる簡易推定式を構築した。
- ④【波浪・高潮シミュレーションの実施】簡易推定式で危険台風を絞り込んだ上で、波浪・高潮シミュレーションを実施
- ⑤【超過確率分布作成】シミュレーション結果と簡易推定式による推定値を統合し、潮位偏差・有義波高の超過確率分布を作成
- ⑥【気候変動影響評価】作成した極値分布を、過去実験、2度上昇実験、4度上昇実験で比較し、気候変動の影響を評価

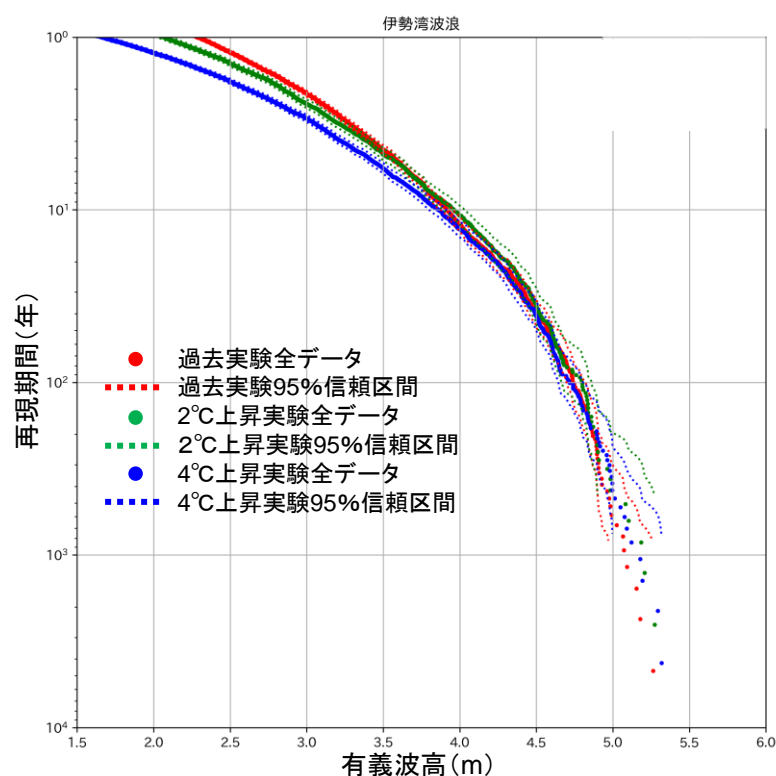


# 6. 気候変動後（ケース2）の外力試算結果

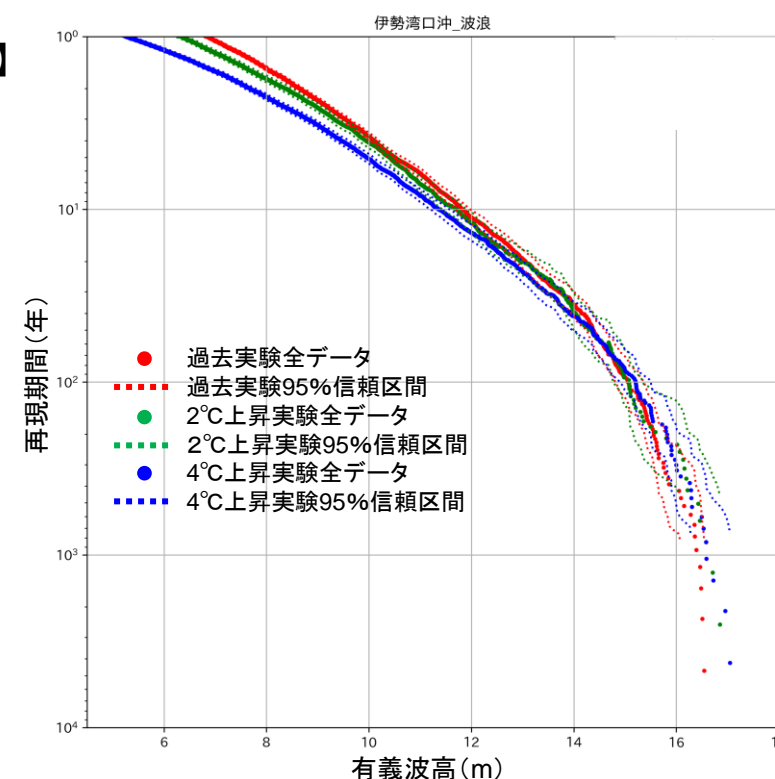
## (3) 波浪

○再現期間の分布で評価すると、気候変動により統計的に有意な波高上昇はみられない。

【伊勢湾】



【伊勢湾口沖】



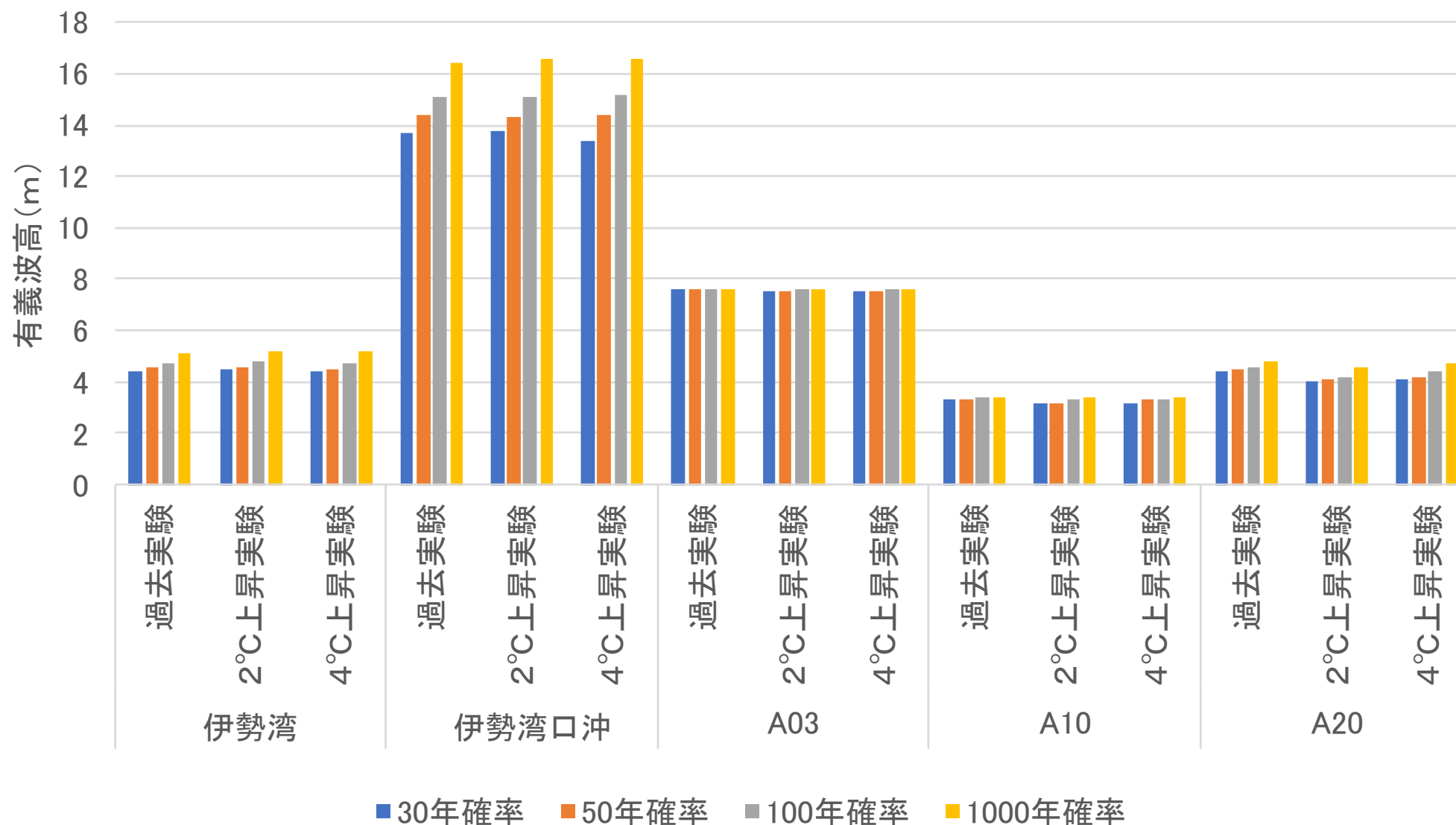
		確率年			
		30年確率	50年確率	100年確率	1000年確率
気圧(hPa)	過去実験	968	965	960	948
	2度上昇実験	967	962	957	937
	4度上昇実験	964	961	954	940
風速(m/s)	過去実験	34.7	36.1	37.8	41.1
	2度上昇実験	34.5	36.6	38.8	42.5
	4度上昇実験	34.6	36.2	38.2	43.4
有義波高(m)	過去実験	4.4	4.6	4.7	5.1
	2度上昇実験	4.5	4.6	4.8	5.2
	4度上昇実験	4.4	4.5	4.7	5.2

		確率年			
		30年確率	50年確率	100年確率	1000年確率
気圧(hPa)	過去実験	964	961	956	941
	2度上昇実験	962	958	955	937
	4度上昇実験	962	958	951	934
風速(m/s)	過去実験	35.5	36.8	38.2	43.1
	2度上昇実験	35.2	36.6	39.3	45.4
	4度上昇実験	35.3	37.2	39.2	43.6
有義波高(m)	過去実験	13.7	14.4	15.1	16.4
	2度上昇実験	13.8	14.3	15.1	16.6
	4度上昇実験	13.4	14.4	15.2	16.6

# 6. 気候変動後（ケース2）の外力試算結果

## (3) 波浪

○再現期間の分布で評価すると、気候変動により統計的に有意な波高上昇はみられない。



## 7. 今後の検討事項

# 7. 今後の検討事項（案）

<p>(1) 気候変動後（将来）の <b>高潮外力算定</b> 【次回報告予定】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 本日の試算結果に対する意見を踏まえ、潮位偏差、波高の気候変動による増分の考慮方法を設定する。</li> <li>• 評価地点ごとの潮位偏差、波浪外力を算定する。</li> <li>• 沿岸方向の分布を確認したうえで、地区海岸ごとの計画外力を算定する。</li> </ul>
<p>(2) 気候変動後（将来）の <b>津波外力算定</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設計津波の対象地震について、初期潮位に海面上昇量を考慮した津波シミュレーションを実施し、津波による必要堤防高を算定する。</li> </ul>
<p>(3) 現状施設の評価 【代表海岸の結果を 次回報告予定】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 気候変動を踏まえた波高、潮位偏差、海面上昇量に基づき、各地区海岸の波のうちあげ高を考慮した必要高を算出し、現状の堤防高と比較する。</li> <li>• 現況堤防高に対して、気候変動の考慮前・考慮後の浸水範囲を算出する。</li> </ul>
<p>(4) 施設整備目標の検討</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 気候変動による必要高の変化を踏まえ、現況堤防高・計画高との比較を行い、将来の施設整備目標を検討する。</li> <li>• 検討にあたっては、気候変動による平均海面上昇速度、気候変動の不確実性や余裕高等を考慮し、施設の耐用年数を考慮した防護水準設定の考え方を整理する。</li> </ul>
<p>(5) 侵食対策の検討 ※別途検討会を実施</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• これまでに海岸保全基本計画に基づき実施してきた事業、モニタリング結果について整理する。</li> <li>• 気候変動による影響を考慮した侵食対策を検討する。</li> </ul>
<p>(6) 海岸保全基本計画（愛 知県の変更原案）の作 成</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 上記検討結果を踏まえ、海岸保全基本計画の変更原案を作成する。</li> </ul>