

気候変動を踏まえた海岸保全のあり方(参考資料)

令和2年6月2日

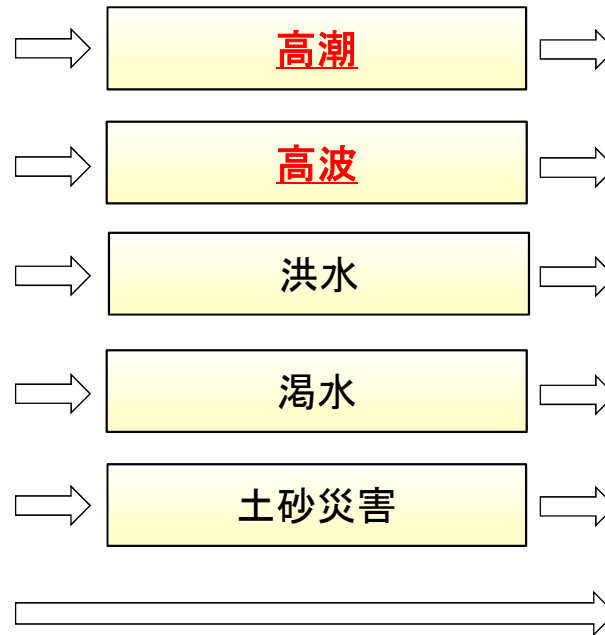
I-1 海岸における気候変動の影響

気候変動を踏まえた海岸保全に向けた論点

＜自然現象の変化＞

- 氷床・氷河の融解
 - ・ 平均海面の上昇
- 海水温の上昇
 - ・ 平均海面の上昇
- 海流の変化
 - ・ 急潮の変化
 - ・ 異常潮位の変化
- 台風・低気圧等の強化
 - ・ 高潮偏差の増大
 - ・ 極端波浪(波高、周期、波向)の変化
 - ・ 常時波浪(波高、周期、波向)の変化
 - ・ 降水量・降水パターンの変化
 - ・ 流出土砂量の変化
 - ・ 融雪量の変化

＜社会に影響を及ぼす現象＞



＜社会への影響＞

- 沿岸域への影響
 - ・ 浸水リスクの増加
 - ✓ 外力の増大
 - ✓ 砂浜の機能低下
 - ・ 砂浜、干潟、低湿地の消失
 - ・ 生態系の変化
- 社会インフラへの影響
 - ・ 港湾・漁港施設の機能低下
 - ・ 河川取水施設の機能低下

国土の
減少

人的
被害

経済
被害

○論点1: 気候変動予測

＜外力の設定方法＞

- ①温室効果ガスの排出抑制シナリオの選択の考え方
(RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5)
- ②気候変動により予測される将来の外力増加量の算定方法

○論点2: 海岸保全の目標設定

＜海岸保全での考慮方法・量＞

- ①平均海面水位の上昇
 - ②潮位偏差の増大
 - ③波浪の強化
- ・ 空間
 - ・ 時間
 - ・ 確率評価

○論点3: 海岸保全のあり方

＜海岸保全の方策＞

- ①ハード対策
面的防護、線的防護 等
- ②ソフト対策
モニタリング、土地利用、タイムライン 等
- ③技術開発
モニタリング技術、高潮予測 等

海岸保全基本方針等への反映

IPCC 海洋・雪氷圏特別報告書 (SROCC※)

※SROCC: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate

- IPCC第51回総会(令和元年9月20日～24日)において、「変化する気候下での海洋・雪氷圏に関するIPCC特別報告書(海洋・雪氷圏特別報告書)」の政策決定者向け要約が承認されるとともに、報告書本編が受諾された。
- 2100年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、RCP2.6では0.29-0.59m、RCP8.5では0.61-1.10mと第5次評価報告書から上方修正された。

概要

海洋・雪氷圏に関する過去・現在・将来の変化、並びに高山地域、極域、沿岸域、低平な島嶼及び外洋における影響(海面水位の上昇、極端現象及び急激な現象等)に関する新たな科学的文献を評価することを目的としている。

各報告書の構成

- ・ 海洋・雪氷圏特別報告書(SROCC)
 - 第1章: 報告書の構成と背景
 - 第2章: 高山地域
 - 第3章: 極域
 - 第4章: 海面水位上昇並びに低海拔の島嶼、沿岸域及びコミュニティへの影響**
 - 第5章: 海洋、海洋生態系及び依存するコミュニティの変化
 - 第6章: 極端現象、急激な変化及びリスク管理
- ・ 政策決定者向け要約(SPM)
 - はじめに
 - セクションA: 観測された変化及び影響
 - セクションB: 予測される変化及びリスク**
 - セクションC: 海洋及び雪氷圏の変化に対する対応の実施

シナリオ	1986～2005年に対する2100年における平均海面水位の予測上昇量範囲(m)	
	第5次評価報告書	SROCC
RCP2.6	0.26-0.55	0.29-0.59
RCP8.5	0.45-0.82	0.61-1.10

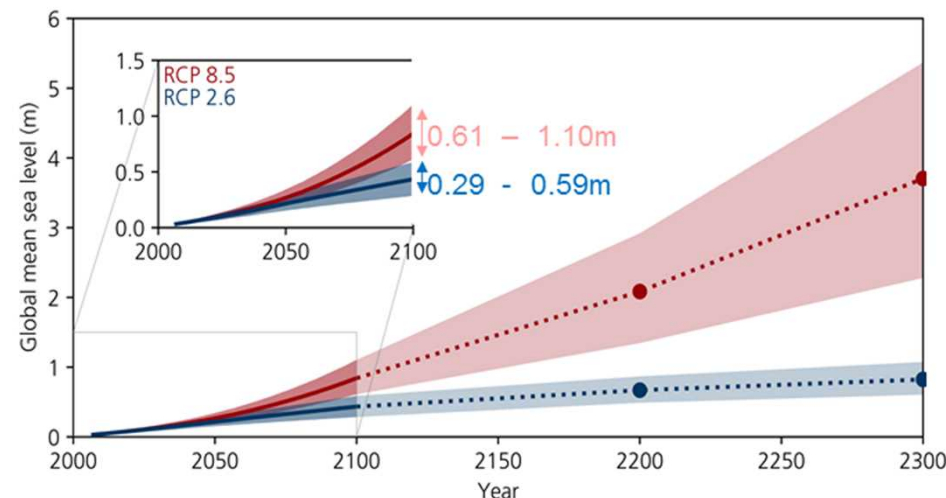
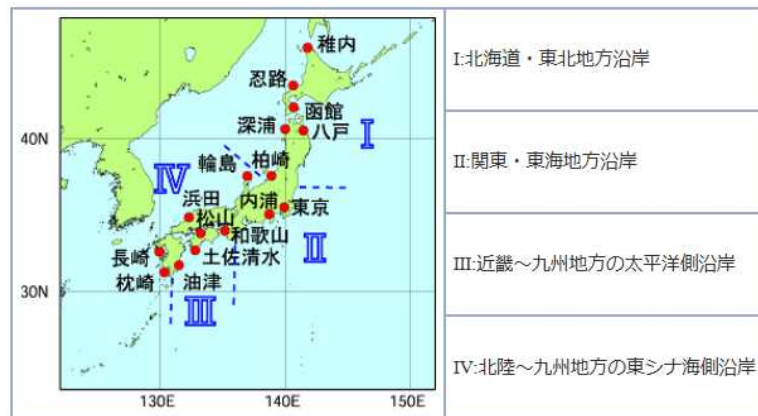


図: 1986～2005年に対する2300年までの予測される海面上昇(確信度: 低)
(挿入図は、RCP2.6及びRCP8.5の2100までの予測範囲の評価を示す 確信度: 中)

海面水位上昇率と朔望満潮位上昇率の傾向比較

- 第3回委員会では、日本沿岸の気象庁検潮所(離島を除く計81地点)から地殻変動等の影響が大きい8地点を除いた計73地点を選定し、データ解析を実施。
- 解析した朔望満潮位の上昇率は4海域平均で4.7mm/年(1993～2010年)(速報値)。

■ 日本周辺の1960年以降の海域ごとの海面水位上昇率(気象庁解析結果)



解析に用いた、地殻変動の影響が小さい16地点の検潮所と海域

東京は1968年以降のデータを使用している。
平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の影響を受けた函館、
深浦、柏崎、東京、八戸は、2011年以降のデータを使用していない。

各海域の年あたりの上昇率(mm/年)

	I	II	III	IV	4海域の平均	世界平均 (IPCC第5次評価報告)
1960～2018年	1.2[0.9～1.4]	*	1.1[0.7～1.5]	2.4[2.1～2.7]	1.3[1.0～1.6]	
1971～2010年	1.4[1.0～1.9]	*	*	2.4[1.9～2.9]	1.1[0.6～1.6]	2.0[1.7～2.3]
1993～2010年	2.2[0.8～3.7]	3.5[1.2～5.7]	*	3.8[2.5～5.1]	2.8[1.3～4.3]	3.2[2.8～3.6]

I～IVの海域、4海域平均および世界平均の年平均海面水位の上昇率。

上1段は1960年～2018年までの期間で算出した上昇率、下2段はIPCC第5次評価報告書における世界平均の海面水位の上昇率と同じ期間で算出した上昇率を示す。

大括弧[]の範囲は90%の信頼区間を示す。*は上昇率が有意でないことを示す。

■ 朔望満潮位の上昇率

単位: mm/年

	I	II	III	IV	4海域の平均
1960～2017年※	-1.1	-1.8	1.5	2.9	0.7
1971～2010年	0	-3.7	2.2	4.4	0.7
1993～2010年	1.1	0	6.2	9.5	4.7

※最終年は気象庁解析期間と異なり2017年

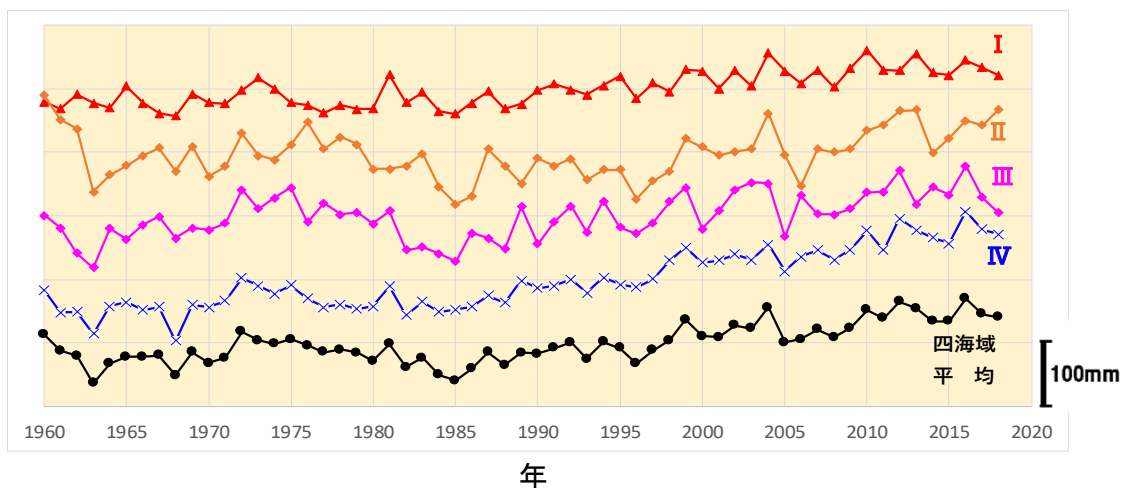
(解析に用いた検潮所)

気象庁が歴史的潮位資料として整理した90地点の観測所から、離島9地点、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の影響を受けた8地点を除外した73地点のデータを用いて、同じ海域区分で解析した。

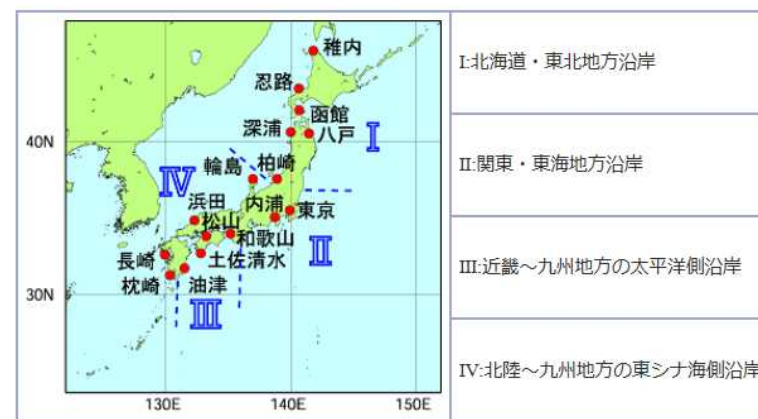
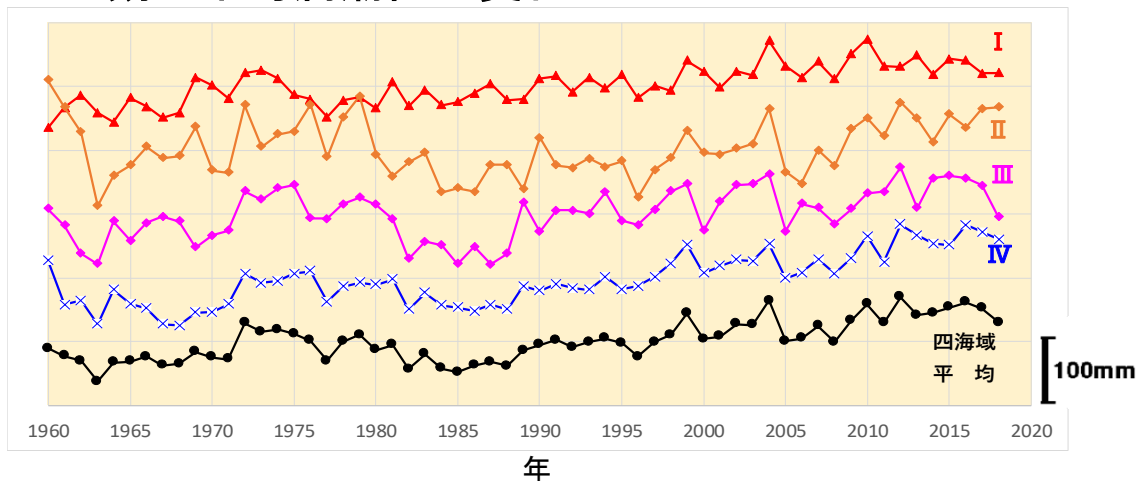
日本周辺の海面水位及び朔望平均満潮位の変化

- 気象庁の海面水位の上昇率の解析手法と同様の手法で、朔望平均満潮位の平均上昇率を解析した結果、海面水位の上昇率(4海域平均) 1.3~2.8mm/年に対して、朔望平均満潮位の上昇率は1.0~2.2mm/年となった。
- 海域や分析期間が異なる条件でも概ね同様の値となった。

■ 海面水位の変化(気象庁解析結果)



■ 朔望平均満潮位の変化



解析に用いた、地盤変動の影響が小さい16地点の検潮所と海域

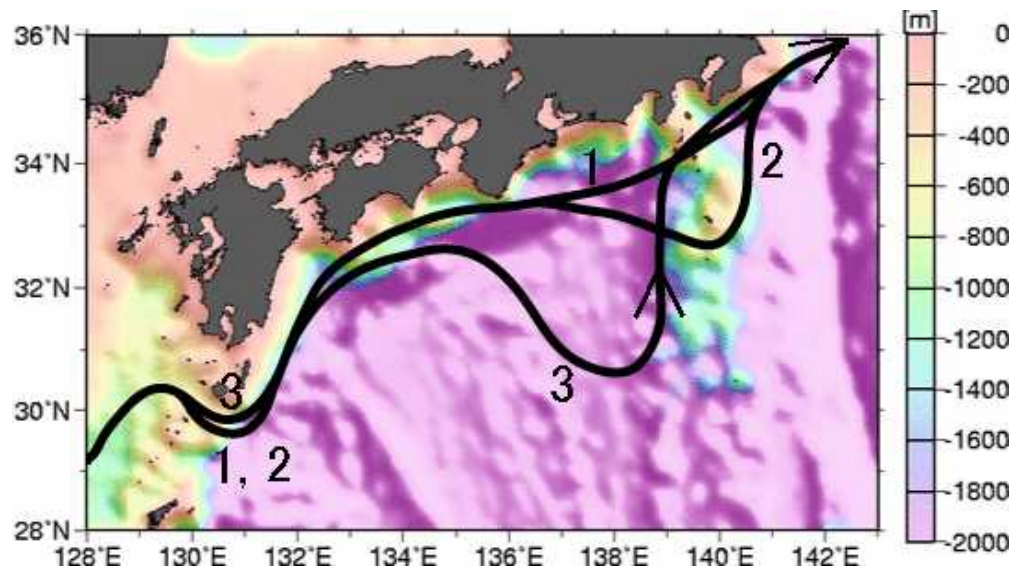
東京は1968年以降のデータを使用しています。
平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の影響を受けた函館、深浦、柏崎、東京八戸は、2011年以降のデータを使用していません

上:海面水位 下:朔望平均満潮位	I	II	III	IV	4海域 平均
1960～2018年	1.2 1.3	* 0.3	1.1 1.1	2.4 1.8	1.3 1.3
1971～2010年	1.4 1.5	* 0.4	* 0.6	2.4 1.6	1.1 1.0
1993～2010年	2.2 3.0	3.5 2.6	* 1.6	3.8 2.7	2.8 2.2

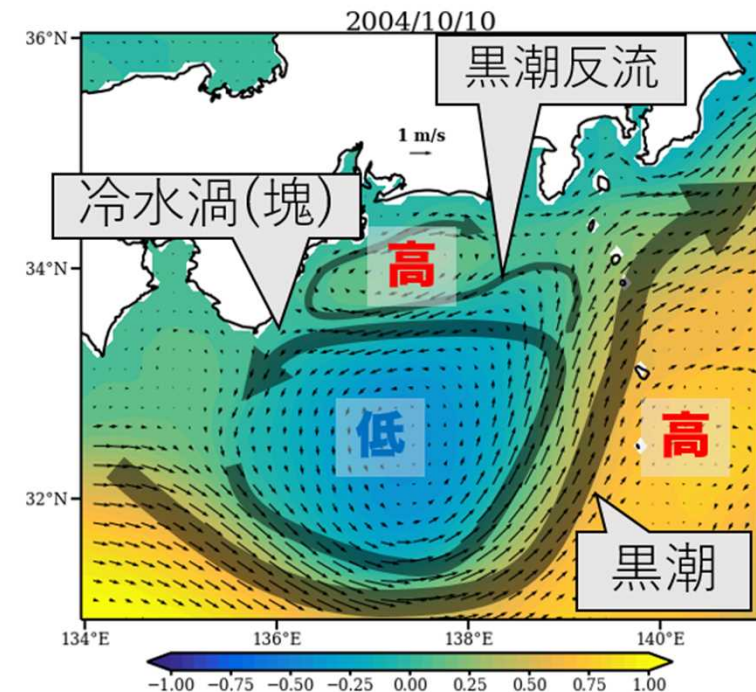
I～IVの海域、4海域平均および世界平均の年平均海面水位の上昇率(mm/年)。
上1段は1960年～2018年までの期間で算出した上昇率、下2段はIPCC第5次評価報告書における世界平均の海面水位の上昇率と同じ期間で算出した上昇率を示す。

黒潮流路変動と潮位変動に関する一般的知見

- 黒潮は、太平洋沿岸を東向きに流れる強い海流で、流速は毎秒2m、幅は100km、流量は毎秒5,000万m³の規模。
- 黒潮の流れに向かって右側(沖側)は、水位が1mほど高くなっており、黒潮が岸に接して流れると沿岸の潮位が高くなる。
- 黒潮流路は、1. 非大蛇行接岸流路、2. 非大蛇行離岸流路、3. 大蛇行流路に大別される。
- 黒潮大蛇行が始まると、短くても1年、長いと数年続くことがある。
- 東経136～140度海域では、通常黒潮は北緯33度付近を通るが、大蛇行時には北緯32度以南まで大きく蛇行する。
- 黒潮が蛇行して、黒潮と沿岸の間に冷水塊が発生し、東から西に向かう黒潮反流が発生すると、紀伊半島から伊豆半島にかけての沿岸で海面が高くなる。



(気象庁: <https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/knowledge/tide/ijochoi.html>)

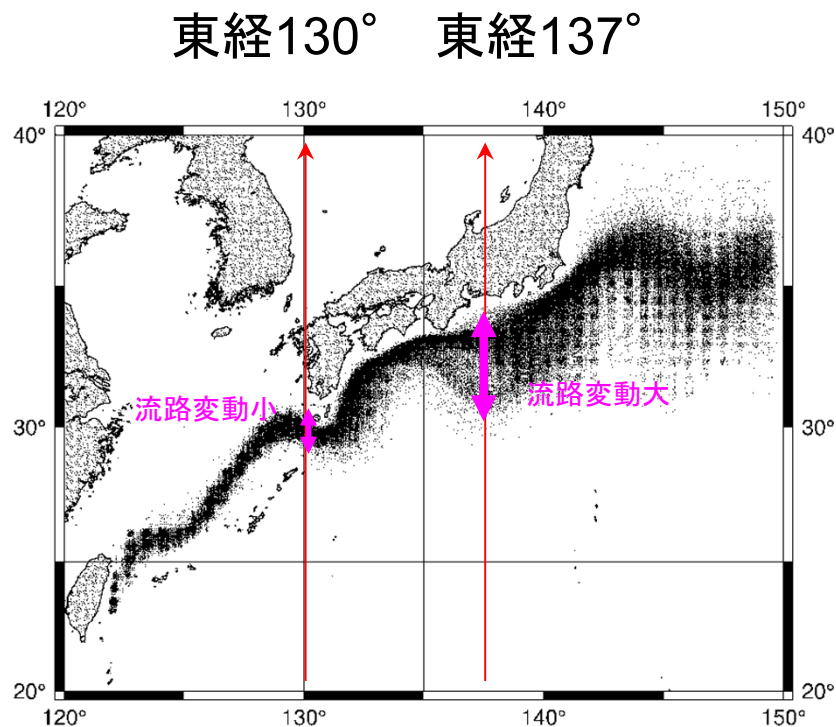


出典: 海洋研究開発機構

<http://www.jamstec.go.jp/aplinfo/kowatch/?p=5686>

黒潮流路変動の傾向

- 1955～2018年※¹の黒潮流路データをもとに、黒潮流路の変動が大きい領域として東経130度～140度を分析対象範囲とした。
- 黒潮大蛇行期※²とされている期間と整合する解析結果を得た。
- 2017年から再び大蛇行期に入っている。

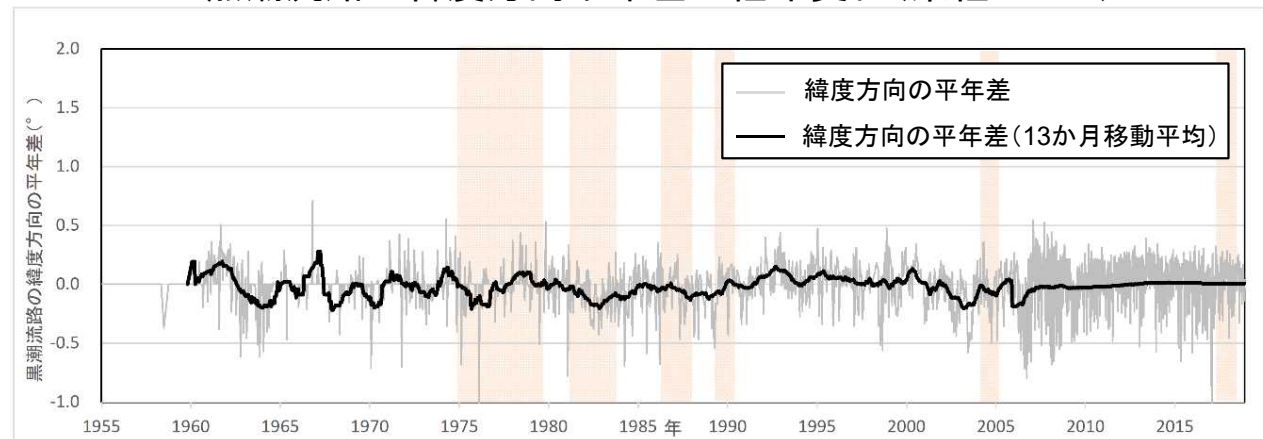


黒潮流路変動履歴

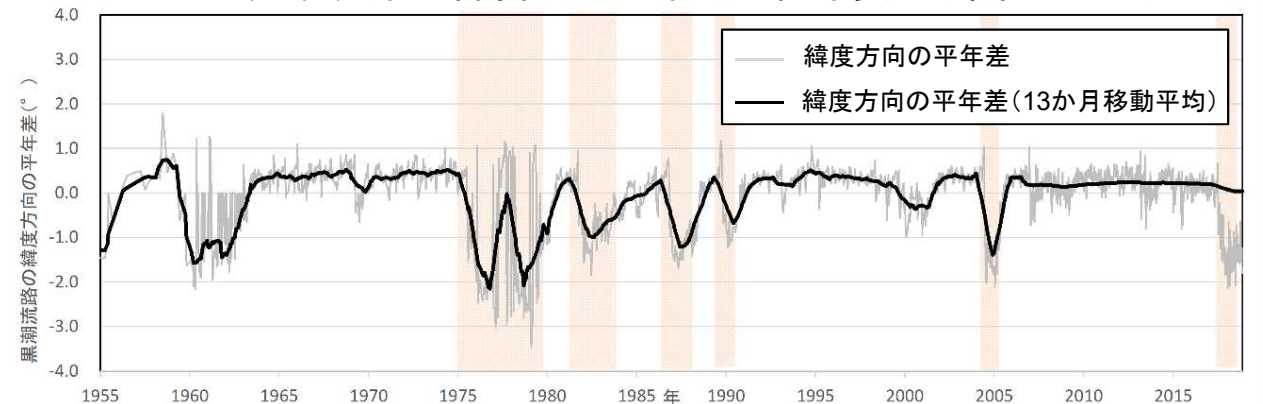
(一財)日本水路協会発行データより作成

※¹ 1955年から2018年までの黒潮流路データを用いた。
ただし、1955年～1959年については、東経130度地点の観測データが限られており、緯度方向の
平年差(13か月移動平均)は表示していない。

黒潮流路の緯度方向平年差の経年変化(東経130°)



黒潮流路の緯度方向平年差の経年変化(東経137°)



※黒潮流路の変動を経緯線と黒潮流路の交点位置の緯度方向の平年差で示した。交点が複数の場合は北限の値とした。

※² 黒潮大蛇行期

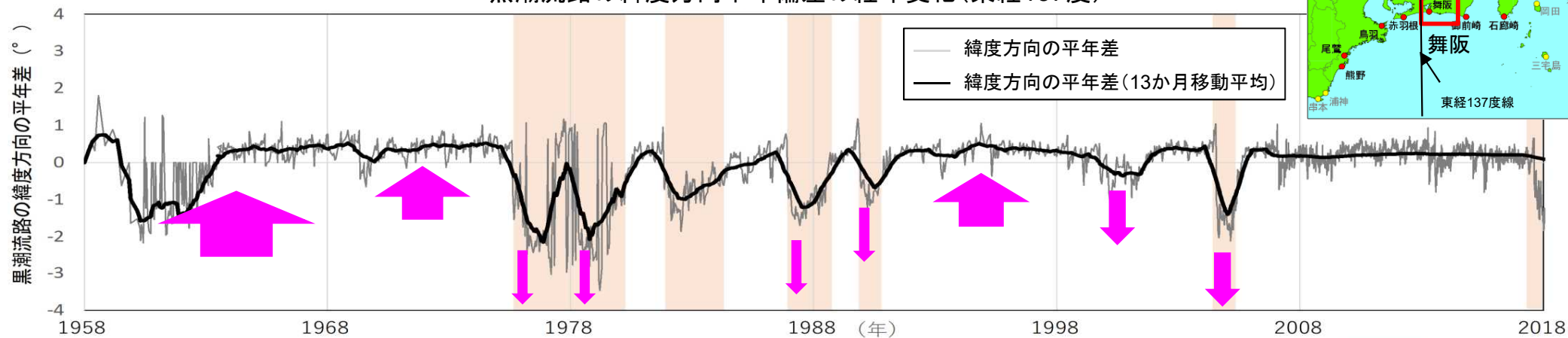
※² 黒潮大蛇行期は、衛星による海面水温画像、水温・海流データから決定した黒潮の流路、及び串本と浦神の潮位差をもとに判定。

出典: 海洋研究開発機構 <http://www.jamstec.go.jp/aplinfo/kowatch/?p=5686>

黒潮蛇行変動の傾向と潮位変動の傾向の関係性

- 蛇行の影響が顕著な東経137度の黒潮流路と、直近の舞阪(静岡県)の潮位を比較すると、黒潮流路が蛇行(南下)すると、潮位偏差が大きくなる傾向がみられる。

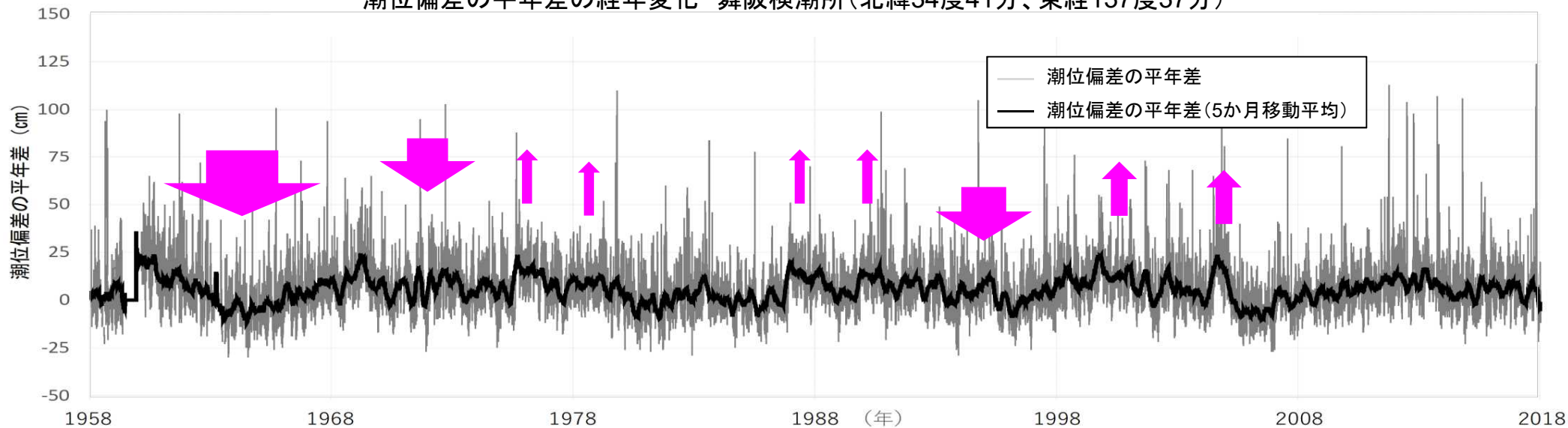
黒潮流路の緯度方向平年偏差の経年変化(東経137度)



※黒潮流路の変動を経度線と黒潮流路の交点位置の緯度方向の平年差で示した。交点が複数の場合は北限の値とした。

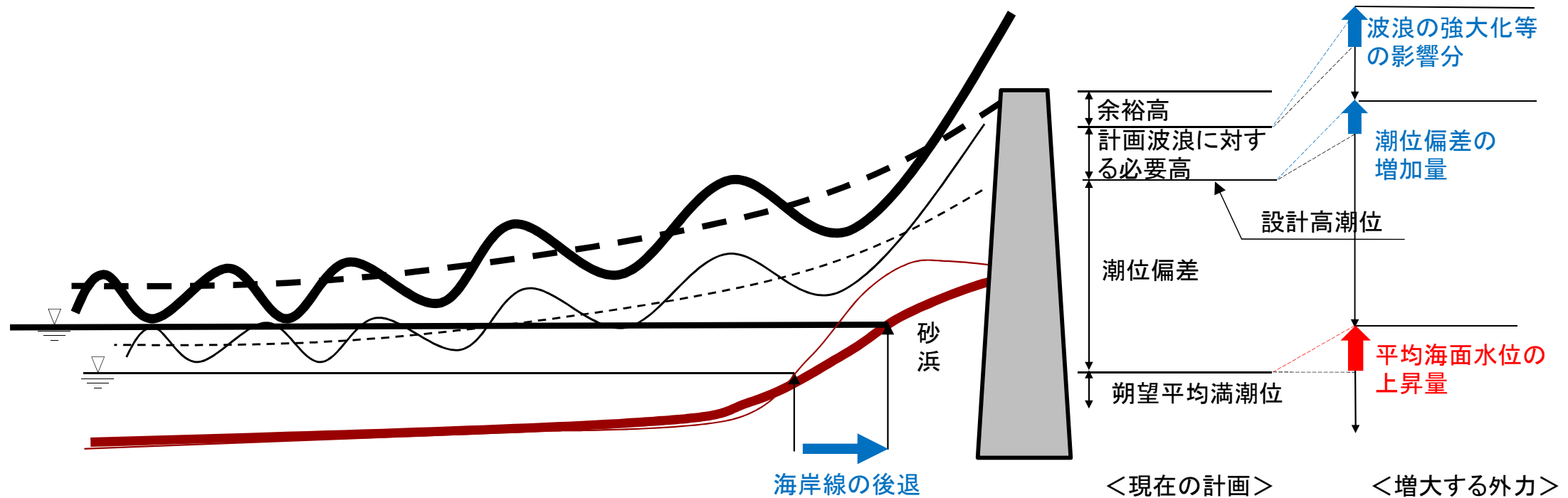
黒潮大蛇行期

潮位偏差の平年差の経年変化 舞阪検潮所(北緯34度41分、東経137度37分)



I-2 今後の海岸保全の考え方

計画外力を設定する際に見込むべき海面上昇量の考え方①



計画高潮位	計画波浪
1. 既往最高潮位	30～50年確率波 既往最大波浪 等
2. 朔望平均満潮位 + 既往の潮位偏差の最大値	
3. 朔望平均満潮位 + 推算の潮位偏差の最大値	

＜現在の考え方＞
過去の潮位実績等に基づき計画する

＜これからの考え方(案)＞
過去の潮位実績等に加え
将来予測を見込んで計画する

計画外力を設定する際に見込むべき海面上昇量の考え方②

- これから起こりうる気候変動による「平均海面水位の上昇量」に対し、海岸防護の目標をどう考えるか。

＜前提条件＞

1. 施設で防ぎきれる高さには限界があり、ハード・ソフト施策を組み合わせ、災害を防止・軽減する
2. 現行計画の作成当時と比べ、すでに気候変動の影響による外力増大が顕在化している可能性がある
3. 予測の不確実性は一定程度は残る

計画外力を設定する際に見込むべき海面上昇量の考え方③

- これから起こりうる気候変動による「平均海面水位の上昇量」に対し、海岸防護の目標をどう考えるか。

＜科学的に予測される「平均海面水位の上昇量」の見込み方(案)＞

1. 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、整備・更新時点における最新の朔望平均満潮位に、将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加え、設計等を行うことを基本としてはどうか。
2. 1. の場合、個別施設の整備・更新に当たっては、少なくとも当該施設の更新時期までに予測される上昇量を見込むことを原則とすることとしてはどうか。

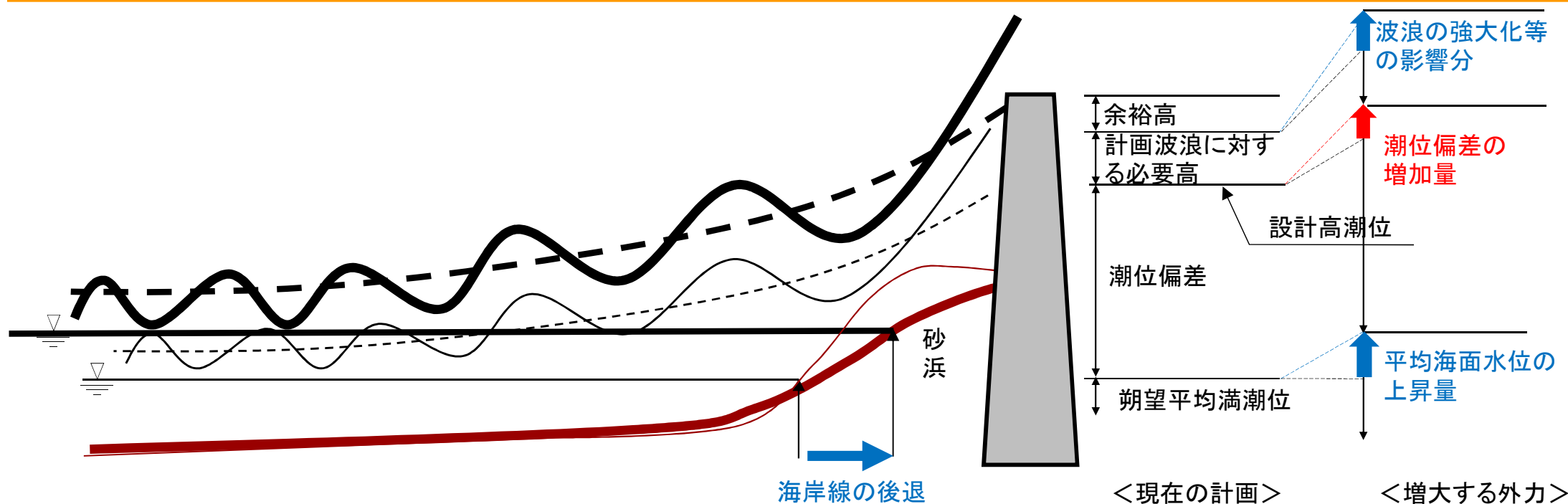
計画外力を設定する際に見込むべき海面上昇量の考え方③

- これから起こりうる気候変動による「平均海面水位の上昇量」に対し、海岸防護の目標をどう考えるか。

<適用範囲の目安としての海面上昇量>

3. 当面の防護目標を継ぎ足して防護方針とするのではなく、長期的な将来の防護方針を定めた上でそれを超えない範囲で、ハード対策の整備、ハード対策とソフト対策の組み合わせ、まちづくりなど海岸行政以外の分野との連携等を長期的な視点で効果的に進めていくためには、適用範囲の目安としての海面上昇量を設定すべきではないか。

計画外力を設定する際に見込むべき潮位偏差の増加量の考え方①



計画外力を設定する際に見込むべき潮位偏差の増加量の考え方②

- これから起こりうる気候変動による「潮位偏差の増加」に対し、海岸防護の目標をどう考えるか。

<前提条件>

1. 潮位偏差は地域や地形等によって大きく異なる。
2. 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. 気候変動影響に基づく将来予測の定量化に係る研究が一定程度進められている。
4. 現行計画の作成当時と比べ、すでに気候変動の影響による外力増大が含まれている可能性がある
5. 現時点では、潮位偏差の増加量の予測や定量化は、海面上昇量に比べて、不確実性が高い。

等

計画外力を設定する際に見込むべき潮位偏差の増加量の考え方③

- これから起こりうる気候変動による「潮位偏差の増加」に対し、海岸防護の目標をどう考えるか。

＜「潮位偏差の増加量」の見込み方(案)＞

1. 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、将来的に予測される潮位偏差の増加量を推算し、設計等に見込むことを基本としてはどうか。
2. 将来の潮位偏差の増加量を推算する際には、少なくとも現在見込んでいる水準を下回らないことを原則とすることとしてはどうか。
3. 現行の設計高潮位と将来的に予測される潮位偏差を見込んだ設計高潮位とを比較し、より安全側の設計高潮位とすることとしてはどうか。

計画外力を設定する際に見込むべき潮位偏差の増加量の考え方④

- 第4回検討委員会では、d4PDFのデータを活用し、気候変動の影響による潮位偏差の将来変化に関して、定性的な傾向の分析を行った。
- 第5回検討委員会では、全国の複数の海岸における現在の設計条件について、確率評価を様々な手法で試算した。
- 今後、海岸保全施設の設計に気候変動の影響を考慮するため、各海岸の自然的・社会的な状況等も踏まえ、気候変動影響の適切な定量評価手法を選択することも重要。
- 引き続き、気候変動影響の定量化に向けた検討を進めていく。

※潮位偏差等の気候変動影響の評価方法には様々な方法がある。
d4PDFを活用した方法としても【手法1】や【手法2】がある。

【手法1】 現在気候及び将来気候での潮位偏差の生起確率分布を示す方法

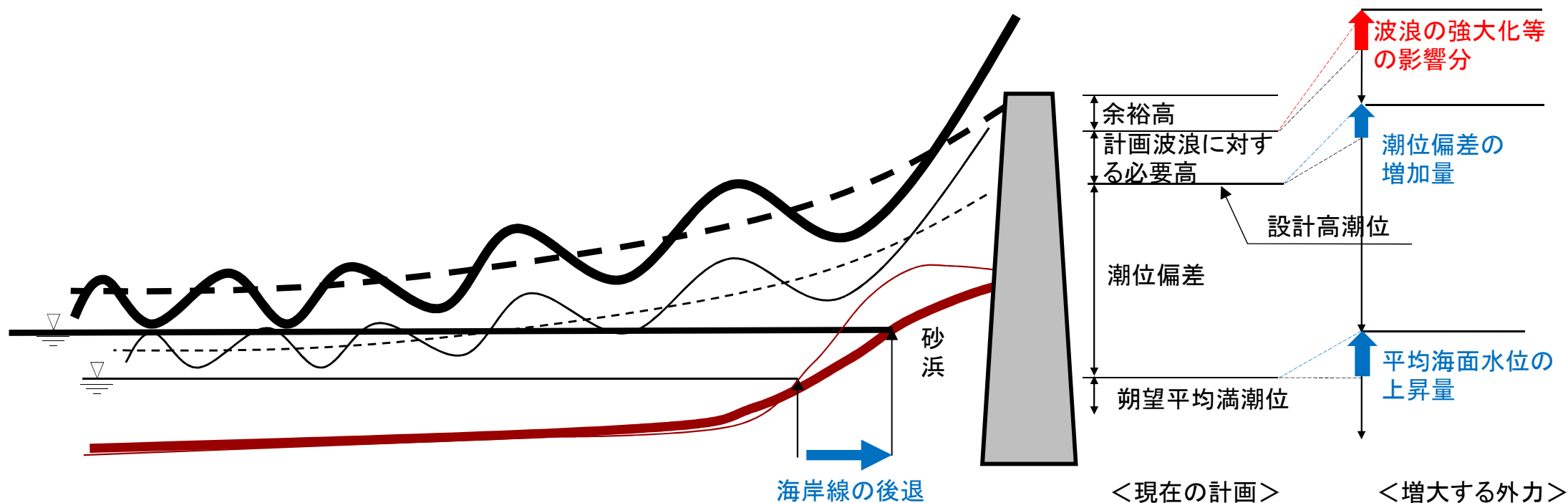
- ・ 現在の設計高潮位に含まれる潮位偏差の生起確率と同じ生起確率を有する将来気候での潮位偏差を求め、それに将来気候での朔望平均満潮位を加えた値を将来気候での設計高潮位とするもの。

【手法2】 現在気候及び将来気候での中心気圧の生起確率分布を示す方法

- ・ 伊勢湾台風等の既往台風が最悪の経路で来襲した場合の潮位偏差を推算し、それを朔望平均満潮位に加えて設計高潮位としている海岸では、既往台風の中心気圧の生起確率と同じ生起確率を有する将来気候での中心気圧を用いて潮位偏差を推算する。

【手法3】 上記以外の方法

計画外力を設定する際に見込むべき波浪の強大化の考え方①



※2～4の朔望平均満潮位には、将来的に予測される平均海面水位の上昇分を含む。

計画高潮位	計画波浪
1. 既往最高潮位	30～50年確率波 既往最大波浪 等
2. 朔望平均満潮位＋既往の潮位偏差の最大値	
3. 朔望平均満潮位＋推算の潮位偏差の最大値	
4. 朔望平均満潮位＋将来予測を踏まえた潮位偏差の最大値	

＜現在の考え方＞

過去の潮位実績等に基づき計画する

＜これからの考え方(案)＞

過去の潮位実績等に加え

将来予測を見込んで計画する

計画外力を設定する際に見込むべき波浪の強大化の考え方②

○ これから起こりうる気候変動による「波浪の強大化」等に対し、海岸防護の目標をどう考えるか。

<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. 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、すでに気候変動の影響による外力増大が含まれている可能性がある。
4. 現時点では、波浪の強大化（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、海面上昇量に比べて、不確実性が高い。

計画外力を設定する際に見込むべき波浪の強大化の考え方③

- これから起こりうる気候変動による「波浪の強大化」等に対し、海岸防護の目標をどう考えるか。

＜「気候変動による波浪の影響」の見込み方(案)＞

1. 既に顕在化している気候変動の影響を考慮するため、できるだけ長期間の観測データ(観測開始から整備・更新時期まで)に基づいた統計解析によって設計波を決定することを基本としてはどうか。
2. 今後、研究成果の蓄積を踏まえ、次の手法等により、将来的に予測される波浪の影響を推算し設計等に見込むこととしてはどうか。

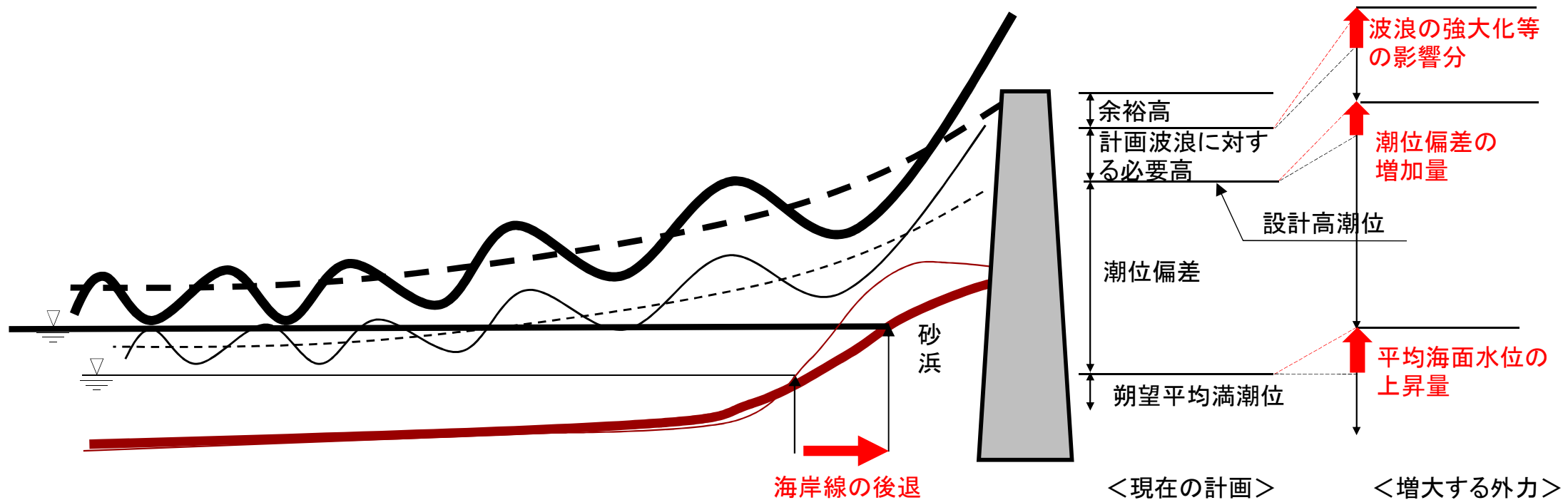
【手法1】

- ・ d4PDFのデータを活用して現在気候及び将来気候での波浪推算を行い、現在の設計波と同じ生起確率を有する将来気候の波高を設計波の波高とすることとする。

【手法2】

- ・ d4PDFのデータを活用して現在気候及び将来気候での波浪推算を行い、現在の設計波と同じ生起確率における現在気候の波高と将来気候の波高比を求め、その比を現在の設計波の波高に掛けた値を設計波の波高とすることとする。

計画外力を設定する際に見込むべき気候変動影響の考え方①



※2～4の朔望平均満潮位には、将来的に予測される平均海面水位の上昇分を含む。

計画高潮位	計画波浪
1. 既往最高潮位	30～50年確率波 既往最大波浪 等
2. 朔望平均満潮位 + 既往の潮位偏差の最大値	
3. 朔望平均満潮位 + 推算の潮位偏差の最大値	
4. 朔望平均満潮位 + 将来予測を踏まえた潮位偏差の最大値	

＜現在の考え方＞
過去の潮位実績等に基づき計画する

＜これからの考え方(案)＞
過去の潮位実績等に加え
将来予測を見込んで計画する

計画外力を設定する際に見込むべき気候変動影響の考え方②

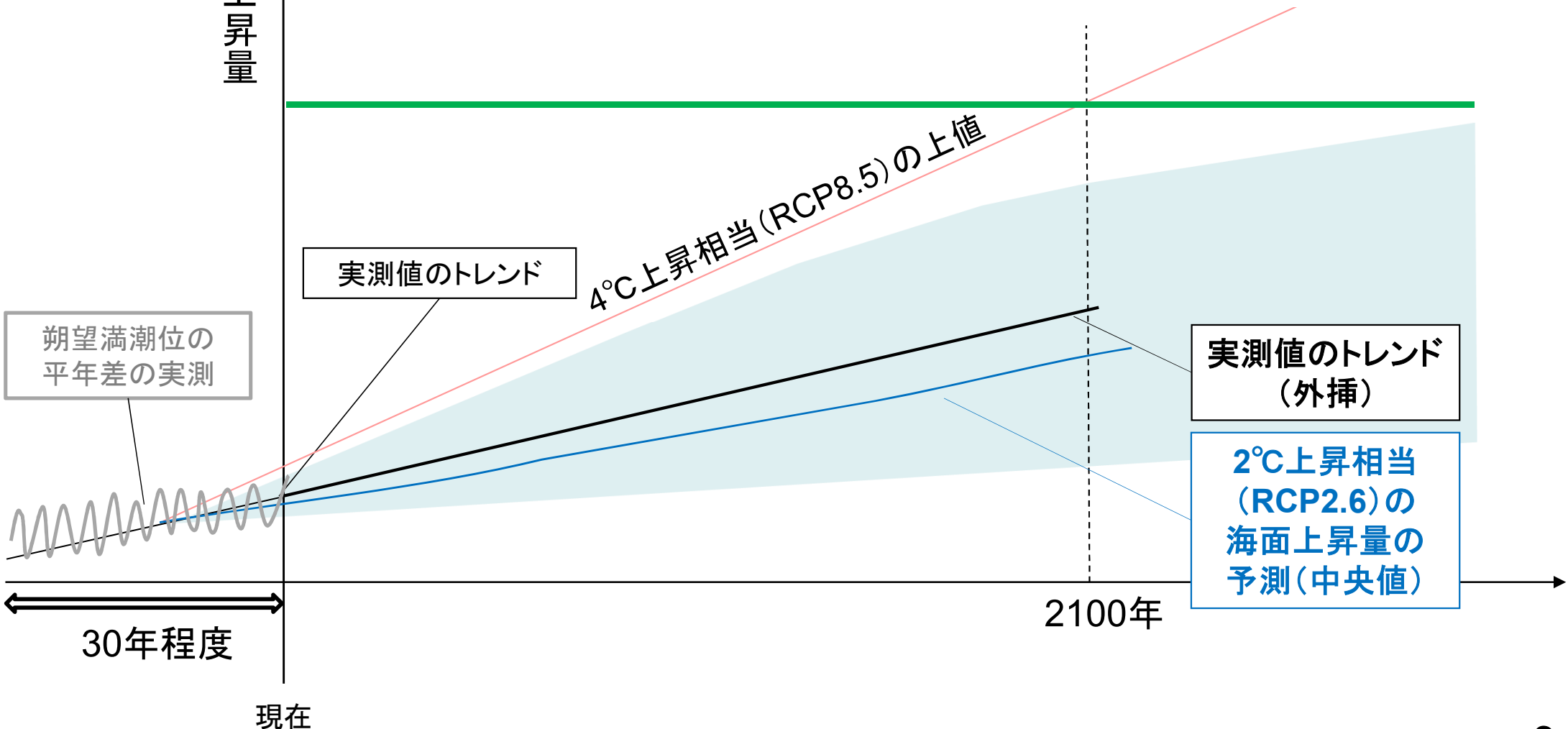
	気候変動影響		
	平均海面水位の上昇量	潮位偏差の増加量	波浪の強大化等の影響分
前提条件	1. 施設で防ぎきれぬ高さには限界があり、ハード・ソフト施策を組み合わせ、災害を防止・軽減する 2. 現行計画の作成当時と比べ、すでに気候変動の影響による外力増大が顕在化している可能性がある 3. 予測の不確実性は一定程度は残る	1. 潮位偏差は地域や地形等によって大きく異なる。 2. 計画外力は、台風に基づき推算している地域と低気圧に基づき推算している地域とがある。 3. 気候変動影響に基づく将来予測の定量化に係る研究が一定程度進められている。 4. 現行計画の作成当時と比べ、すでに気候変動の影響による外力増大が含まれている可能性がある 5. 現時点では、潮位偏差の増加量の予測や定量化は、海面上昇量に比べて、不確実性が高い。	1. 波浪は地域や地形等によって大きく異なる。 2. 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、すでに気候変動の影響による外力増大が含まれている可能性がある。 4. 現時点では、波浪の強大化（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、海面上昇量に比べて、不確実性が高い。
見込み方	1. 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、整備・更新時点における最新の期望平均満潮位に、将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加え、設計等を行うことを基本としてはどうか。	1. 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、将来的に予測される潮位偏差の増加量を推算し、設計等に見込むことを基本としてはどうか。	1. 既に顕在化している気候変動の影響を考慮するため、できるだけ長期間の観測データ（観測開始から整備・更新時期まで）に基づいた統計解析によって設計波を決定することを基本としてはどうか。 2. 今後、研究成果の蓄積を踏まえ、将来的に予測される波浪の影響を推算し設計等に見込むこととしてはどうか。
	2. 1. の場合、個別施設の整備・更新に当たっては、少なくとも当該施設の更新時期までに予測される上昇量を見込むことを原則とすることとしてはどうか。	2. 将来の潮位偏差の増加量を推算する際には、少なくとも現在見込んでいる水準を下回らないことを原則とすることとしてはどうか。 3. 現行の設計高潮位と将来的に予測される潮位偏差を見込んだ設計高潮位とを比較し、より安全側の設計高潮位とすることとしてはどうか。	

(参考) 平均海面水位と長期的視点からの適応イメージ

現在

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

(m)
海面上昇量



(参考) 平均海面水位と長期的視点からの適応イメージ

X0年後の現在

(m)
海面上昇量

海岸保全の前提とする平均海面水位の上昇量予測が2100年以降に1m程度を超えることとなった場合には、改めて、その時点における社会経済情勢等を考慮し、多様な選択肢を含めて長期的視点から適応を検討

実測値のトレンド

朔望満潮位の
平年差の実測

4°C上昇相当(RCP8.5)の上値

X0年後において
海岸保全の前提とする
平均海面水位の上昇量予測

2100年

21X0年

現在

X0年後の現在

Ⅱ 将来外力の定量化に向けた検討

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)

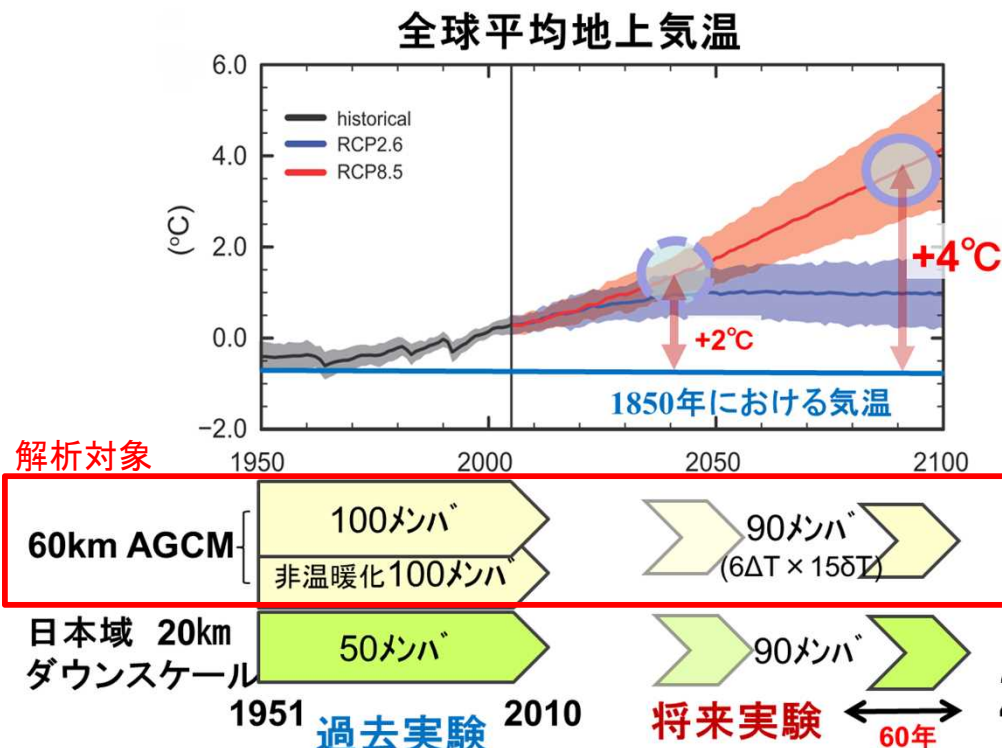
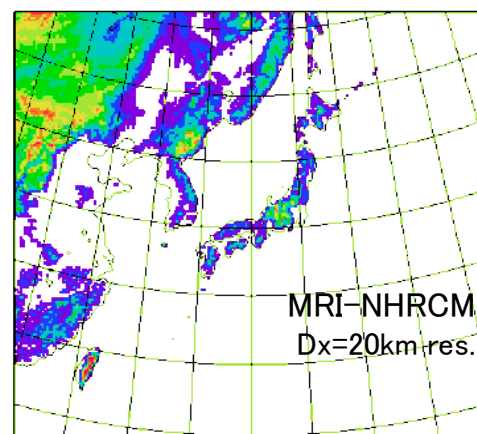
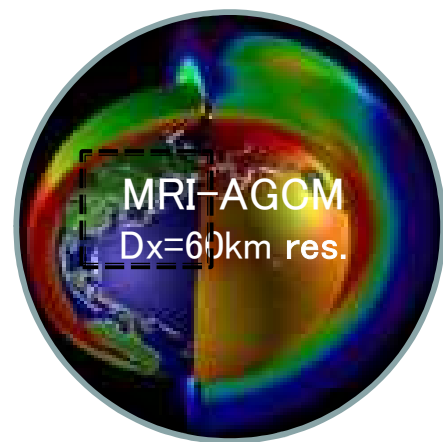
- d4PDFとは、分野間で整合した地球温暖化緩和・適応策の検討に利用できるように整備されたアンサンブル気候予測計算結果のデータベース(database for Policy Decision making for Future climate change)
- 高解像度の気候モデルによる多数のアンサンブル計算を行った結果を整理したもので、その活用により、顕著な大気現象について統計的に信頼性の高い将来予測情報が得られることが期待される。

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

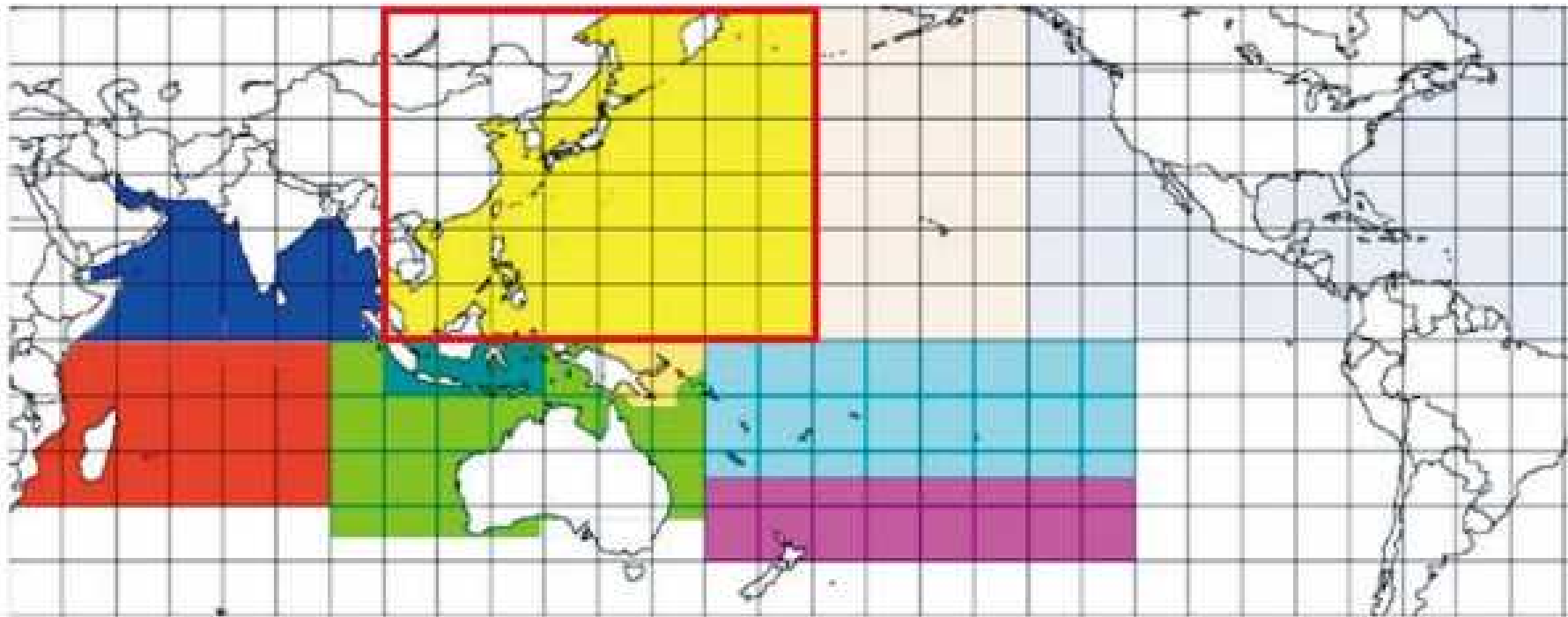
・将来実験(5400年) = 温暖化トレンドを除いた過去60年の時間変動 × 6種のCMIP5温暖化パターン × 観測不確実性を表す15摂動



気象庁ベストトラックデータ

- 気象庁が、北西太平洋域の熱帯低気圧に関する地区特別気象センター(RSMC東京)として、責任領域内の熱帯低気圧について、6時間毎に中心位置、中心気圧、最大風速等の情報をとりまとめたもの
- 1978年以降は静止気象衛星ひまわりの本格的な観測が開始。観測精度が向上。

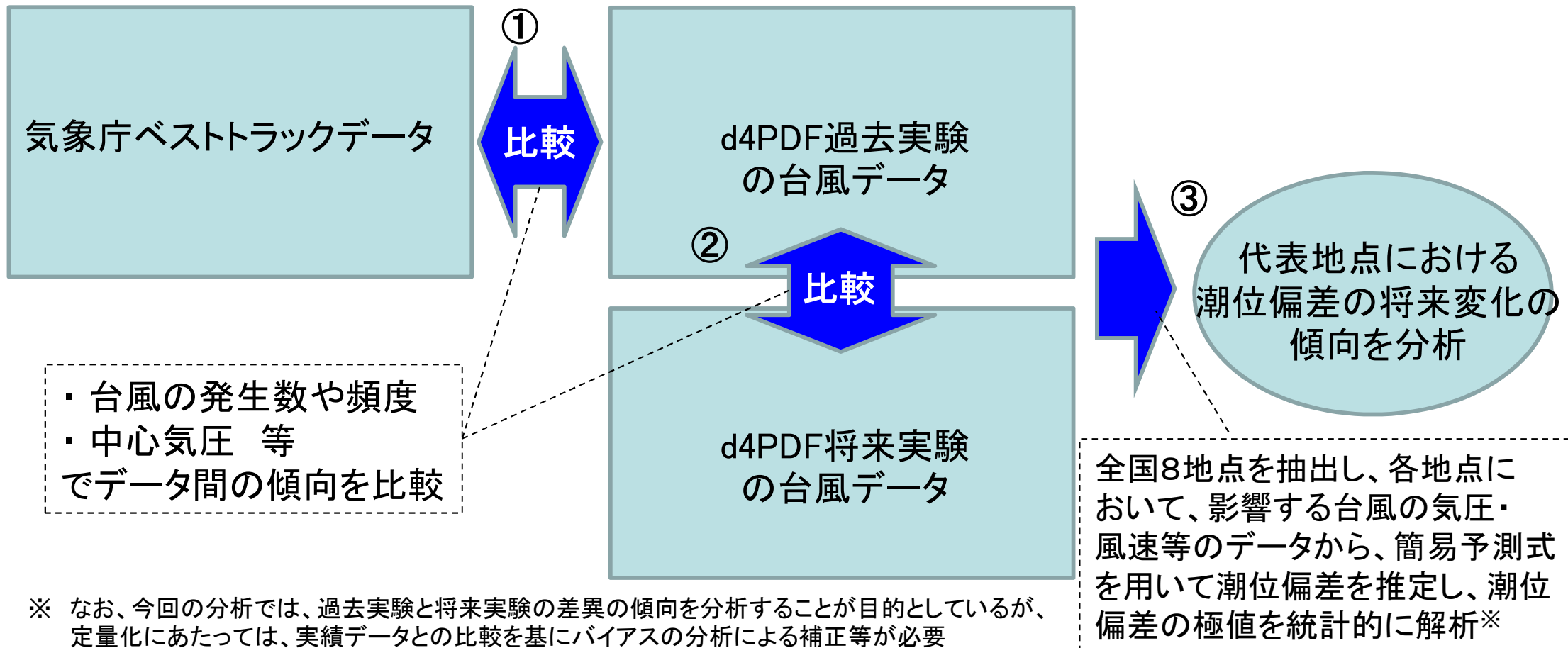
熱帯低気圧 RSMC 東京の責任領域



赤枠内（赤道～北緯60度、東経100～180度）が熱帯低気圧RSMC東京の責任領域。
この領域内の熱帯低気圧に関する解析・予報等の情報を周辺各国へ提供します。

d4PDFデータの分析(台風)

- 気象庁ベストトラックデータとd4PDF過去実験、将来実験の台風データを用いて次の手順でデータを分析した。
- ① 気象庁ベストトラックとd4PDF過去実験の台風データについて、台風の発生数や頻度、中心気圧の極値等を比較し、観測結果を再現しているかどうかを把握
 - ② 同じ要素でd4PDFの過去実験と将来実験の台風データを比較し、将来変化の傾向を把握
 - ③ 全国の代表的な地点において、過去実験と将来実験の台風データから高潮経験式を用いて潮位偏差の極値を推定し、極値統計解析を行い、潮位偏差の生起確率の変化傾向を分析



出典: 京都大学防災研究所「気候変動予測・影響評価に関するデータ」(文部科学省 統合的気候モデル高度化研究プログラム)

http://www.coast.dpri.kyoto-u.ac.jp/japanese/?page_id=5004

爆弾低気圧とは

○ 爆弾低気圧とは、中心気圧が24時間で $24\text{hPa} \times \sin(\phi) / \sin(60^\circ)$ 以上低下する
温帯低気圧(ϕ は緯度)のことをいう。例えば北緯 40° なら $17.8\text{hPa}/24\text{h}$ が基準となる。

(出典: 気象庁「気圧配置 気圧・高気圧・低気圧に関する用語」、気象科学事典等)

d4PDFと爆弾低気圧情報データベースとの比較

		d4PDF※1	爆弾低気圧情報データベース※2
低気圧抽出	対象範囲	北緯 20° から北緯 50° 東経 110° から東経 160°	北緯 20° から北緯 60° 東経 110° から東経 180°
	低気圧の抽出	周囲のSLP - 中心のSLP ≥ 1 (hPa)	周囲のSLP - 中心のSLP ≥ 0.5 (hPa)
トラッキング	N+1ステップの抽出範囲	東西に各 9.0° 、南北に各 6.0° の範囲	東西に各 9.0° 、南北に各 6.0° の範囲
	トラッキング継続時間	24時間以上	24時間以上
爆弾低気圧判定		最大発達率 $\varepsilon = 1$ 以上 時間: 24時間 緯度: 60° $\varepsilon = \frac{p(t-12) - p(t+12)}{24} \times \frac{\sin 60^\circ}{\sin \phi(t)}$	最大発達率 $\varepsilon = 1$ 以上 時間: 12時間 緯度: 45° $\varepsilon = \left[\frac{p(t-6) - p(t+6)}{12} \right] \frac{\sin 45^\circ}{\sin \phi}$

※1 京都大学防災研究所「気候変動予測・影響評価に関するデータ」(文部科学省 統合的気候モデル高度化研究プログラム)

http://www.coast.dpri.kyoto-u.ac.jp/japanese/?page_id=5004

※2 九州大学 大学院 理学研究院 爆弾低気圧情報データベース http://fujin.geo.kyushu-u.ac.jp/meteorol_bomb/

d4PDFデータの分析(爆弾低気圧)

○ d4PDF過去実験、将来実験の爆弾低気圧データを用いて次の手順でデータを分析した。

- ① d4PDFの過去実験と将来実験の爆弾低気圧データについて、爆弾低気圧の発生数や頻度、中心気圧の極値等を比較し、将来変化の傾向を把握
- ② 根室において、過去実験と将来実験の爆弾低気圧データから高潮経験式を用いて潮位偏差の極値を推定し、極値統計解析を行い、潮位偏差の生起確率の変化傾向を分析

※ 参考として、爆弾低気圧情報データベースとd4PDF過去実験の爆弾低気圧データについて、爆弾低気圧の発生数や頻度、中心気圧の極値等を比較し、観測結果を再現しているかどうかを把握

爆弾低気圧情報
データベース

参考

d4PDF過去実験
の爆弾低気圧データ

①

比較

d4PDF将来実験
の爆弾低気圧データ

・ 爆弾低気圧の発生数や
頻度・中心気圧等で
データ間の傾向を比較

②

根室における
潮位偏差の将来変化の
傾向を分析

高潮経験予測式の係数が確認
できた根室において、影響する
爆弾低気圧の気圧・風速等の
データから、簡易予測式を用いて
潮位偏差を推定し、潮位偏差の
極値を統計的に解析※

※ なお、今回の分析では、過去実験と将来実験の差異の傾向を分析することが目的としているが、定量化にあたっては、実績データとの比較を基にバイアスの分析による補正等が必要

d4PDFの活用による気候変動の影響評価（試行結果のまとめ）

- d4PDFのデータと観測データとのバイアス補正を複数の方法で試行した結果、5%タイル付近ではバイアス補正手法の選択による差は軽微であるが、最低値に近い極端事象では中心気圧の分布形状にばらつき(10hPa未満)が生じた。
- d4PDF爆弾低気圧トラックデータを分析したところ、過去実験と将来実験を比較すると、北緯30～40度付近では極端事象に向かうほど将来実験の最低中心気圧が相対的に低下する傾向となった。
- d4PDF爆弾低気圧トラックデータから簡易式を用いて潮位偏差の将来変化の推定を試行(根室地点のみ)したところ、台風と比べると過去実験と将来実験の差異が小さく、最低値に近い極端な領域を除いて、両者は同程度となった。

分析項目		気象庁 台風ベストトラックデータ × d4PDF過去実験 台風トラックデータ	d4PDF過去実験 台風トラックデータ × d4PDF将来実験 台風トラックデータ	d4PDF過去実験 爆弾低気圧トラックデータ × d4PDF将来実験 爆弾低気圧トラックデータ
トラックデータの 傾向把握	発生数	同程度	将来実験の方が少ない	同程度
	上陸数	同程度	将来実験の方が少ない	同程度
	日本近海の 通過数	d4PDF過去実験の方が少ない	将来実験の方が少ない	日本海側では将来実験の方が多い
	太平洋沿岸 8領域の発生数	d4PDF過去実験の方が少ない	将来実験の方が少ない	—
	最低中心気圧 の緯度、 経度方向分布	北緯20度付近はd4PDFの最低中心 気圧が高い傾向にある一方で、北緯 40度付近ではd4PDFの最低中心気圧 が低い傾向	北緯30度から北緯40度付近にかけて 将来実験の最低中心気圧が低くなる 傾向	将来実験の最低中心気圧が低くなる 傾向にある
代表地点における 極端現象の 生起確率の 将来変化 (簡易推定式を 用いた分析)	最低中心気圧	—	極端事象は将来実験の最低中心気圧 が低下傾向	最低値に近い極端な領域を除いて、 両者は同程度
	潮位偏差	—	極端事象は将来実験の方が相対的に 上昇	最低値に近い極端な領域を除いて、 両者は同程度

潮位偏差の増加量や波浪の強大化等の影響分の定量化に向けて

- 今後の海岸保全のため、潮位偏差や波浪に対する気候変動影響の定量化を進めていく必要があり、d4PDFのデータを用いて台風による潮位偏差の気候変動による将来変化の傾向を定性的に分析したところ(第4回委員会 資料4)。
- 将来変化の傾向を定量的に評価するには、d4PDFの台風データに関する最低中心気圧のバイアス等について補正が必要であるため、本資料では、その補正方法について検討した。
 - 引き続き適切なバイアス補正方法を含めた将来変化の定量化の検討を進める必要。
- また、北日本や日本海側など、台風ではなく急速に発達する低気圧(いわゆる「爆弾低気圧」)(以降、本資料では「爆弾低気圧」と表記)が計画決定外力となる地域もあるため、今後各地域において外力の将来変化を推定するには、爆弾低気圧による潮位偏差等の変化傾向も議論していく必要がある。
- このため、台風と同様にd4PDFから抽出した爆弾低気圧のデータを活用して、過去実験と将来実験の差異の傾向を分析するなどした。
 - 爆弾低気圧についても台風と同様の傾向分析はできたが、潮位偏差の簡易推定を試行した地点・範囲では、設計に関わるレベルでは過去実験と将来実験に明瞭な差異は認められず、引き続き他の地点における試行等を含め、定量化に向けた検討を行っていく必要。

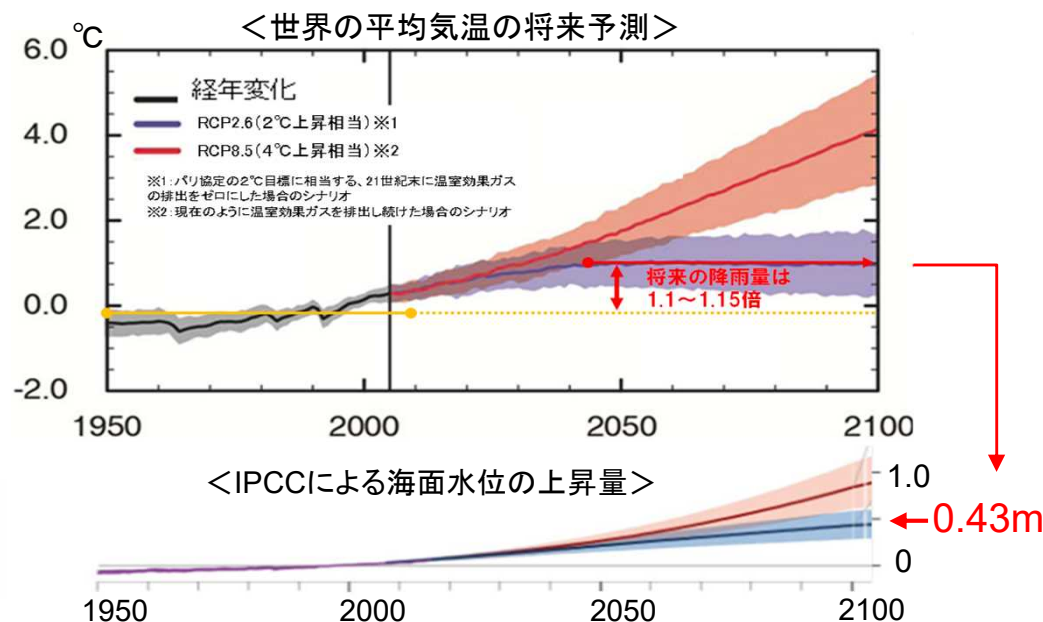
Ⅲ 今後の海岸保全対策

気候変動を踏まえた海岸保全への転換

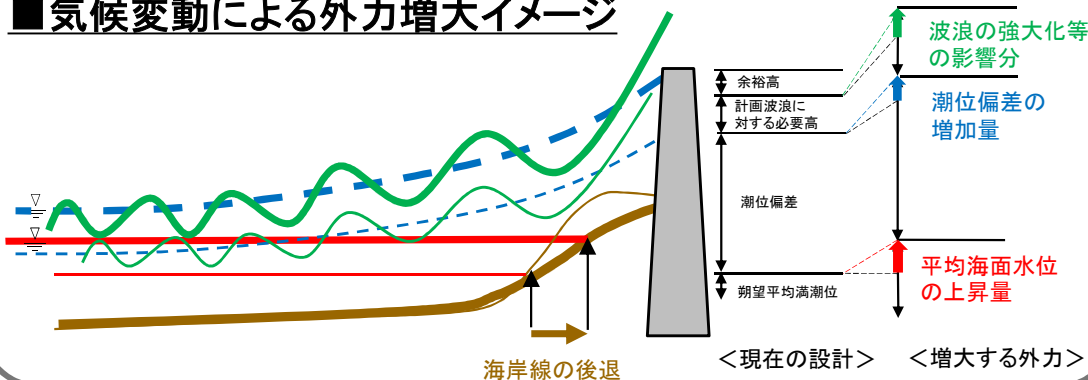
- 気候変動の影響による平均海面水位の上昇や台風の強大化等を踏まえ、海岸保全施設等の計画外力の設定に必要な技術基準などを見直し、ハード対策やソフト対策を組み合わせ、気候変動適応策を具体化する。
- なお、基準の見直しにあたっては、気候変動により2℃上昇した場合を基本とする。

■IPCC 海洋・雪氷圏特別報告書(SROCC)(令和元年9月)

1986～2005年に対する2100年までの平均海面水位の上昇範囲は、RCP2.6では0.29-0.59mと予測。



■気候変動による外力増大イメージ



ハード対策

面的防護

- ・砂浜保全
- ・沖合施設

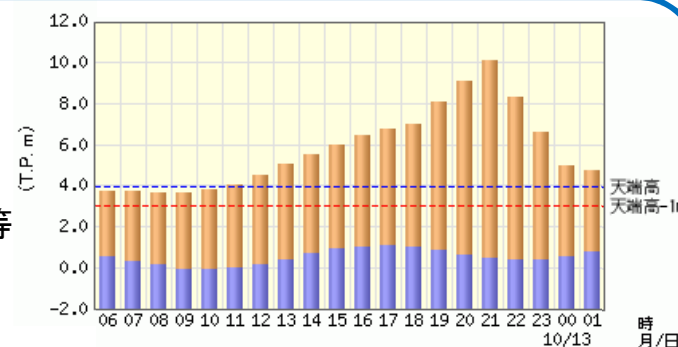
線的防護

- ・越流防止
- ・越波抑制



ソフト対策

- ・高潮の予測
技術の高度化
- ・浸水予測
- ・タイムライン 等



ハード・ソフトを組み合わせた地域づくり

- ・浸水想定区域の指定
- ・リスクに応じた土地利用規制 等



取り得る適応策(案)

気候変動の沿岸部(海岸)に与える影響に対して取り得る適応策を例示。個々の場所の特性や気候変動の影響の発現動向に応じ適切な施策を適切なタイミングで講じていくことが肝要。

主な項目	影 響	適応策(△:ソフト対策、□:ハード対策)
砂浜・国土保全への影響	○海岸保全施設前面の汀線の後退による防護機能の低下 ○砂浜を有する景観の変化・悪化 ○海水浴場の減少などレジャーへの影響など、観光資源としての価値の減少	△総合土砂管理計画の作成 □総合土砂管理計画に基づく対策の実施 □養浜・侵食対策の実施 △海岸侵食対策にかかる新技術の開発等 △防護ラインのセットバックや都市機能の移転・集約の機会等を捉えた土地利用の適正化
生態系への影響	○砂浜植生の減少・消滅の危険性 ○藻場の磯焼け、二枚貝などの生息環境の変化 ○干潟の減少・消滅の危険性	△環境に配慮した整備や新工法等に関する調査研究 □環境に配慮した整備の実施
堤防・護岸等への影響	○堤体の滑動、転倒、倒壊 ○被覆工、上部工の被災 ○越波、越流に伴う洗掘による堤体の被災、破堤 ○汀線の後退による防護機能の低下	△海象のモニタリング △最新の予測技術に基づいた設計外力の定期的な見直し △施設の健全度評価 △超過外力が作用する場合の海岸保全施設への影響の把握 □粘り強い構造の堤防等の整備 △ライフサイクルコストを考慮した最適な更新等の考え方の検討 □養浜・侵食対策の実施
背後地への影響	○越波・越流による浸水被害の増加 ○破堤による海水の流入に伴う浸水被害の増加	△海岸保全施設の防護機能の把握 △ライフサイクルコストを考慮した最適な更新等の考え方の検討 □被災リスクの高い箇所及び更新時期を踏まえた海岸保全施設の戦略的な整備 △海象のモニタリング □関係機関と連携した排水機能の確保 □高潮位時の逆流防止対策 △市町村によるハザードマップ作成の支援 △避難判断に資する情報の分析・提供 △避難計画策定・訓練実施の促進(操作規則との整合確保を含む) △防護ラインのセットバックや都市機能の移転・集約の機会等を捉えた土地利用の適正化

※「沿岸部(海岸)における気候変動の影響及び適応の方向性(平成27年7月)」を基に海岸室作成

適応策の評価（案）

凡例： 海岸行政で対応可能な事項
 他分野との連携が必要な事項

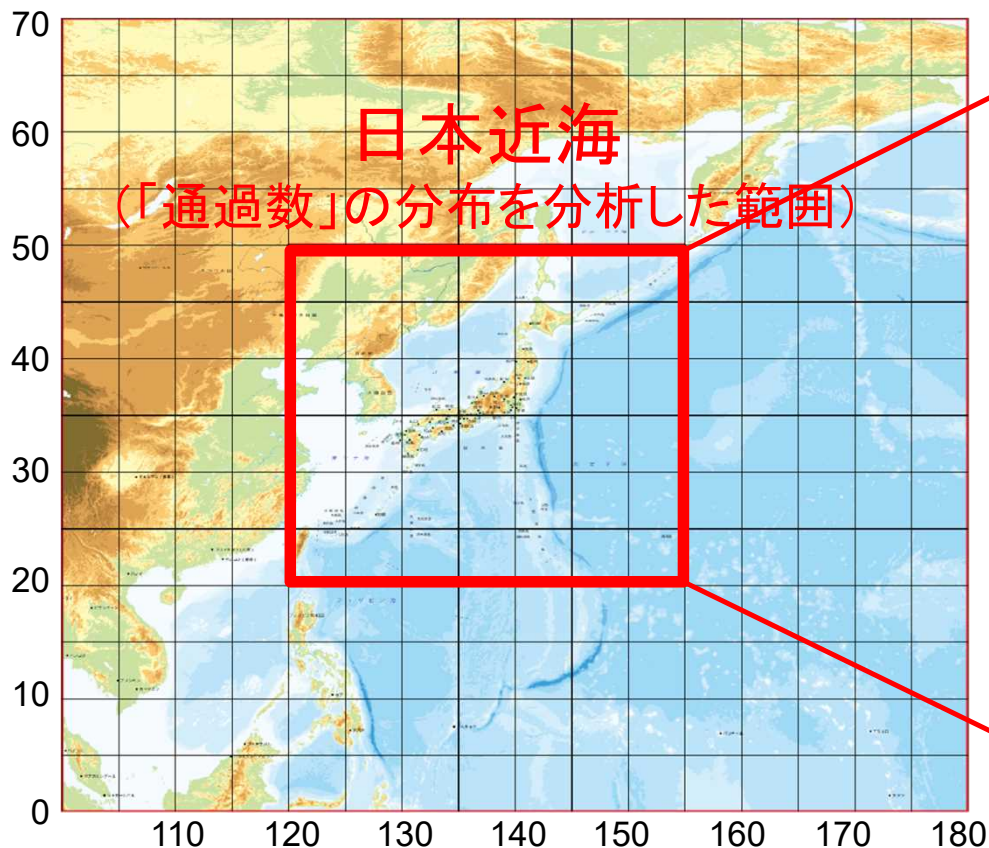
		直接効果が 大きい	効果が 持続する	対策に要する 期間が短い	費用が小さい		温暖化に 追従しやすい	技術的 難易度が低い	社会的な 合意が容易
					(初期投資)	(管理)			
砂浜・国土保全への影響	総合土砂管理計画の作成		○	◎	◎	◎	◎		
	総合土砂管理計画に基づく対策の実施	○	○				○	○	
	養浜・侵食対策の実施	○	○				○	○	○
	海岸侵食対策にかかる新技術の開発等		○	○	◎	◎	◎		◎
	防護ラインのセットバックや都市機能の移転・集約の機会等を捉えた土地利用の適正化	◎	◎			○	○	○	
	生態系への影響	環境に配慮した整備や新工法等に関する調査研究		○	◎	◎	◎		◎
		環境に配慮した整備の実施		○					○
堤防・護岸等への影響	海象のモニタリング				○	○	◎	○	◎
	最新の予測技術に基づいた設計外力の定期的な見直し				◎	◎	◎		◎
	施設の健全度評価				◎	◎	◎		◎
	超過外力が作用する場合の海岸保全施設への影響の把握		○		◎	◎	◎		◎
	粘り強い構造の堤防等の整備	◎	◎	○			○		○
	ライフサイクルコストを考慮した最適な更新等の考え方の検討		○	◎	◎	◎	◎		◎
	養浜・侵食対策の実施	○	○				○	○	○
背後地への影響	海岸保全施設の防護機能の把握			◎	◎	◎	◎		◎
	ライフサイクルコストを考慮した最適な更新等の考え方の検討		○	◎	◎	◎	◎		◎
	被災リスクの高い箇所及び更新時期を踏まえた海岸保全施設の戦略的な整備	◎	◎				○		○
	海象のモニタリング				○	○	◎	○	◎
	関係機関と連携した排水機能の確保	○	○	○			○	○	◎
	高潮位時の逆流防止対策	◎	◎	○		○	○	○	◎
	市町村によるハザードマップ作成の支援		○	◎	◎	◎	○	○	◎
	避難判断に資する情報の分析・提供		○	◎	◎	◎	○		○
	避難計画策定・訓練実施の促進（操作規則との整合確保を含む）		○	◎	◎	◎	○	○	
	防護ラインのセットバックや都市機能の移転・集約の機会等を捉えた土地利用の適正化	◎	◎			○	○	○	

Ⅱ 将来外力の定量化に向けた検討(参考資料)

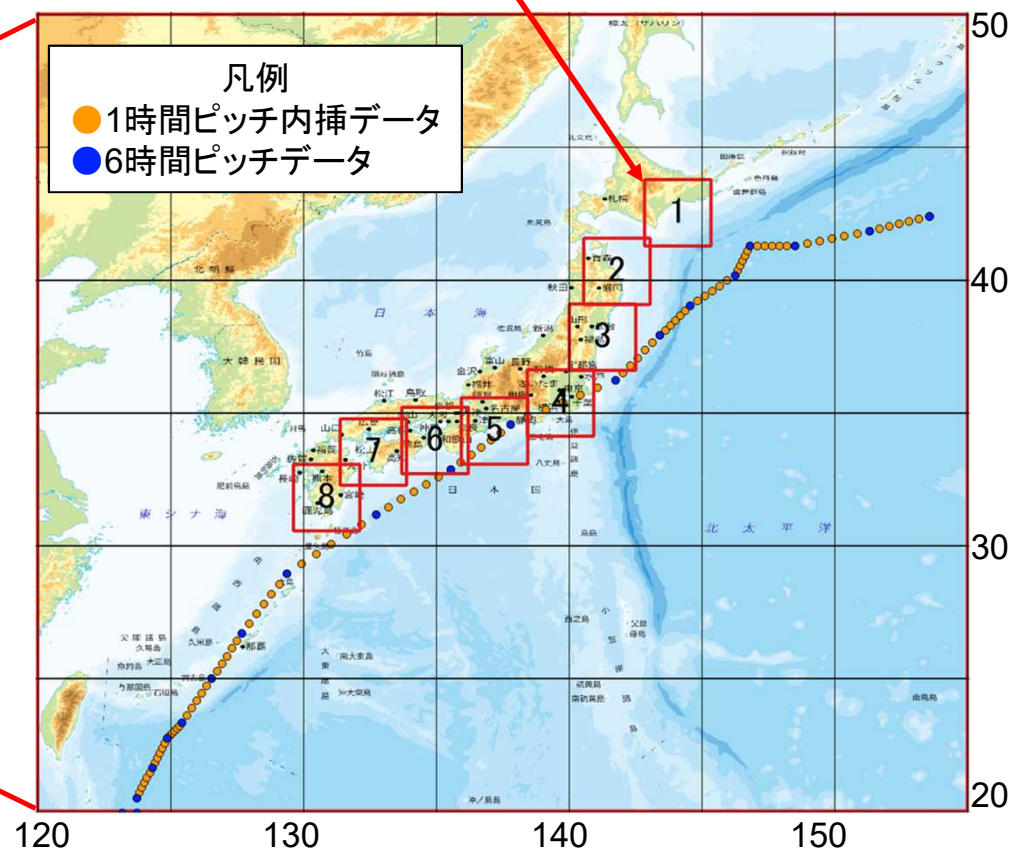
d4PDF（台風トラックデータ）の抽出範囲等

- d4PDF（全球 60km AGCM）から台風を抽出し、さらに日本近海のデータを1時間ピッチ内挿データを作成した。

台風トラックデータの抽出範囲 （「発生数」をカウントした範囲）



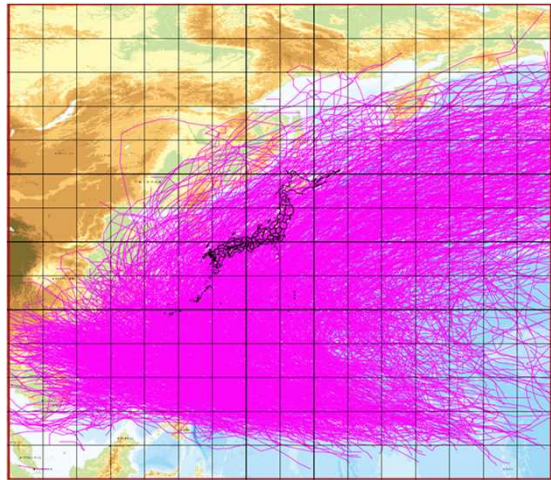
潮位偏差の対象領域（高潮経験予測式の係数が公表されている観測地点を含む太平洋沿岸8領域を設定）



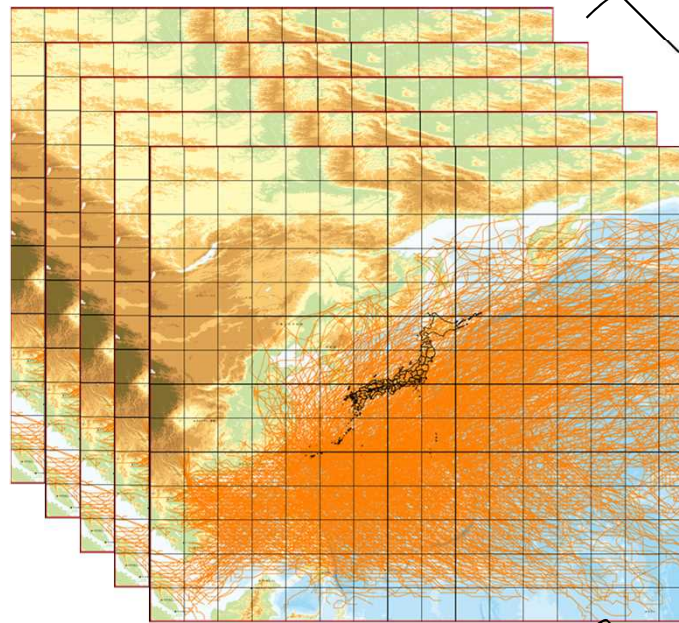
※上陸とは、台風が中心が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合をいう（気象庁）。本資料では国土地理院の地球地図日本のポリゴンデータから沖縄県を除いたポリゴンデータを作成し、その範囲内に含まれるものを上陸数として集計した。

d4PDF（台風トラックデータ）の抽出結果

- d4PDFから抽出した台風トラックデータは、過去実験と将来実験の全メンバーを合計すると、台風の個数にして約28万個となる。

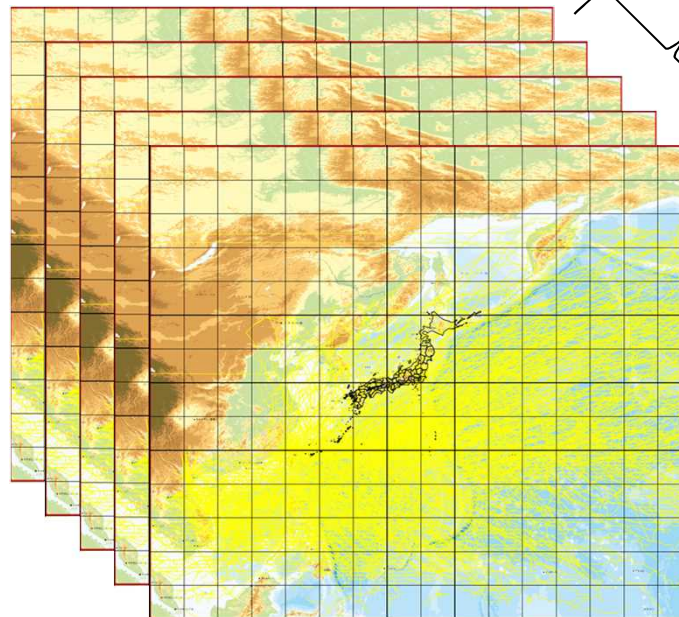


気象庁ベストトラック
1951年～2010年 全台風



100メンバー
→ $60 \times 100 = 6000$ 年分の
台風データ

d4PDF 過去実験
(1メンバーあたり)



90メンバー
→ $60 \times 90 = 5400$ 年分の
台風データ

d4PDF 将来実験
(1メンバーあたり)

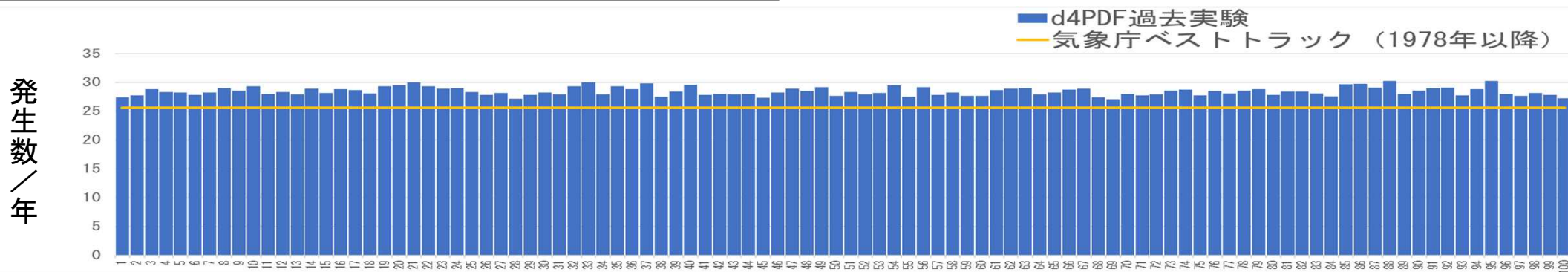
台風の発生数の比較

- 気象庁ベストトラックと過去実験の台風の発生数は、同程度である。
- 過去実験と比べて、将来実験の台風の発生数は少ない。

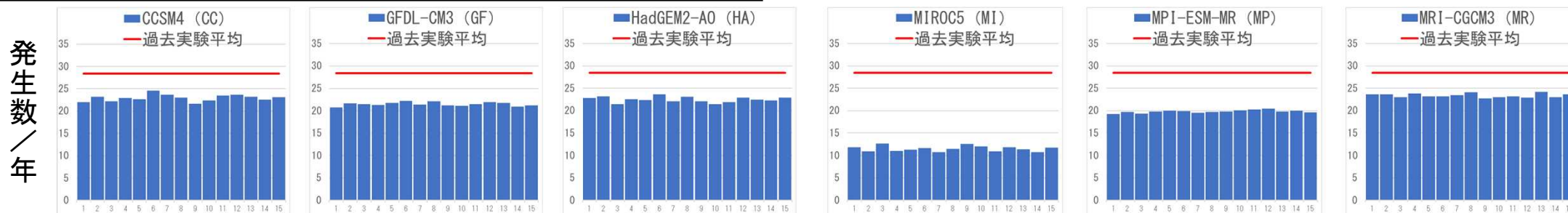
台風の発生数

- ・気象庁ベストトラック(1951年～2010年) : 26.2個／年 25.6個／年(1978年以降)
- ・d4PDF過去実験(全メンバーの平均) : 28.4個／年
- ・d4PDF将来実験(全メンバーの平均) : 20.3個／年

d4PDF 過去実験における発生数の分布



d4PDF 将来実験における発生数の分布



台風の日本への上陸数の比較

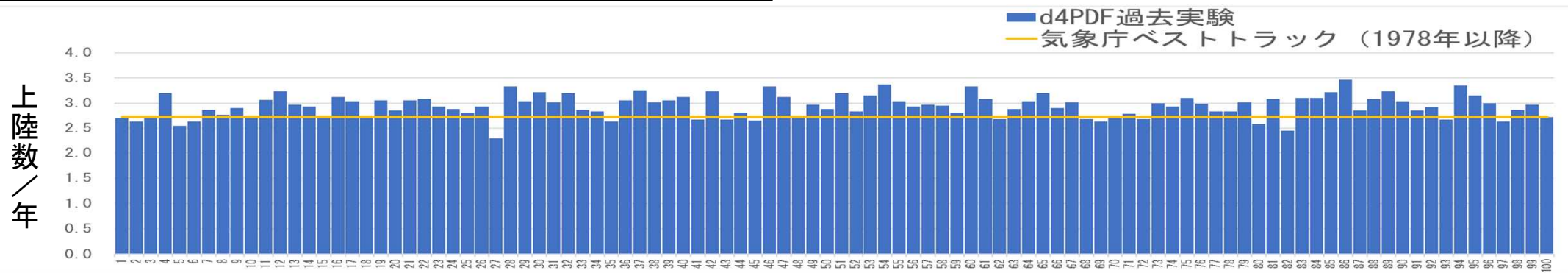
- 気象庁ベストトラックと過去実験の台風の上陸数は、同程度である。
- 過去実験と比べて、将来実験の台風の上陸数は少ない。

※ 上陸とは、台風の中心が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合をいう(気象庁)。本資料では国土地理院の地球地図日本のポリゴンデータから沖縄県を除いたポリゴンデータを作成し、その範囲内に含まれるものを上陸数として集計した。

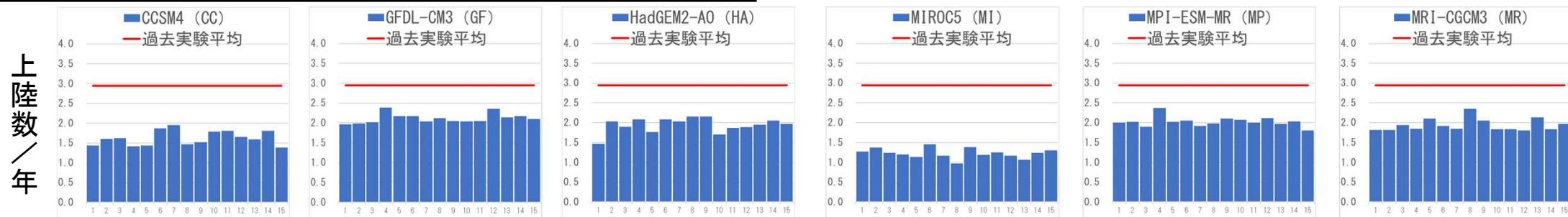
台風の上陸数

・気象庁ベストトラック(1951年～2010年)	:	2.9個／年	2.7個／年(1978年以降)
・d4PDF過去実験(全メンバーの平均)	:	2.9個／年	
・d4PDF将来実験(全メンバーの平均)	:	1.8個／年	

d4PDF 過去実験における上陸数の分布



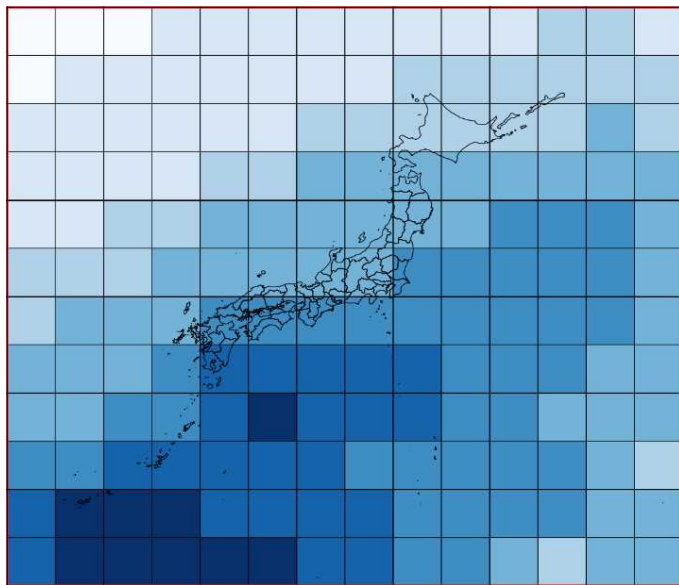
d4PDF 将来実験における上陸数の分布



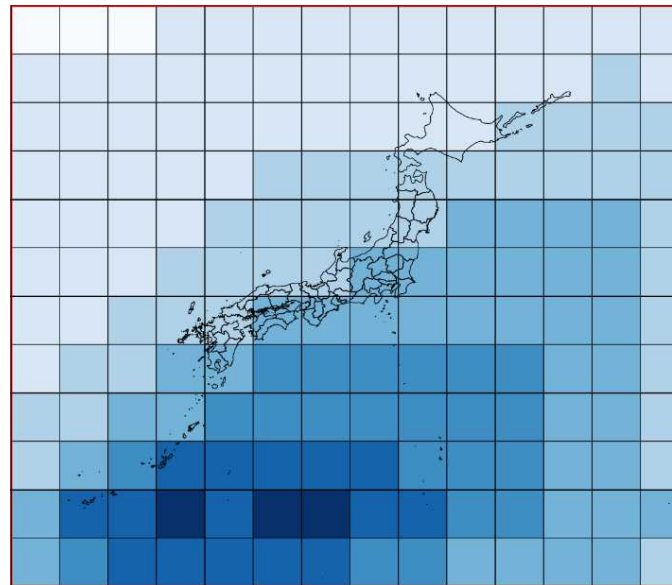
日本近海の台風通過数の比較

- 気象庁ベストトラックと比べると、過去実験では、台風通過数が少ない結果となっている。
- 過去実験と比べて、将来実験の日本近海の台風通過数※は少ない。

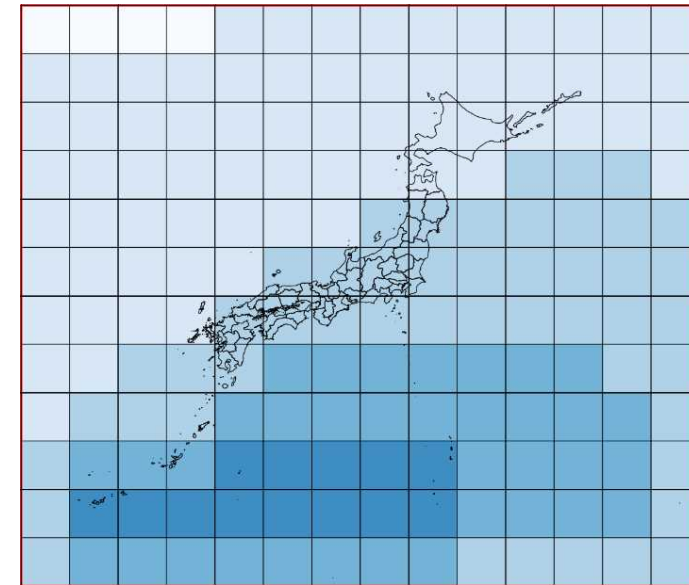
※2.5度メッシュ内を通過する台風の個数をカウント



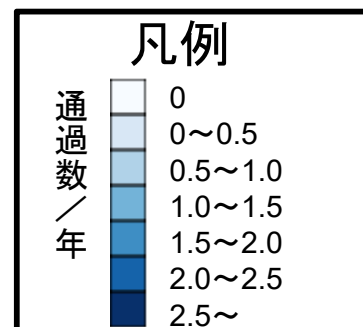
気象庁ベストトラックデータ



d4PDF過去実験
(全メンバー)



d4PDF将来実験
(全メンバー)



太平洋沿岸8領域の台風の最低中心気圧※の分布状況の分析

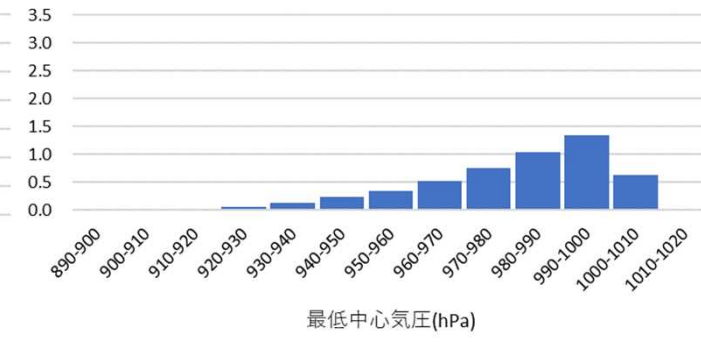
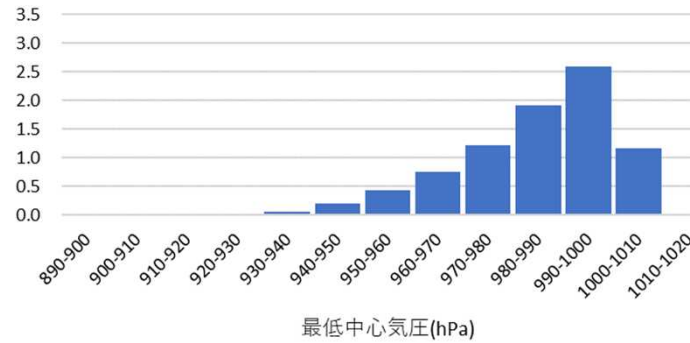
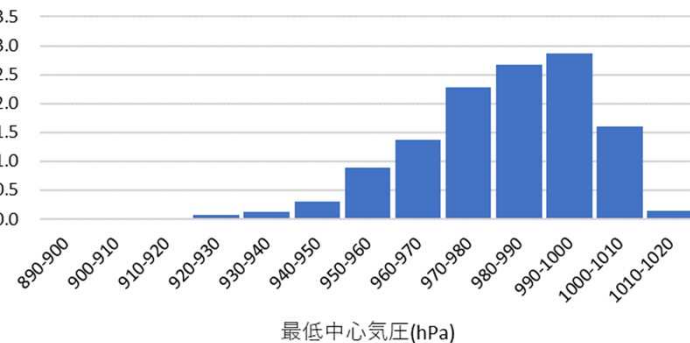
○ 気象庁ベストトラックやd4PDFの過去実験と比べて、d4PDFの将来実験は台風の総数が少ないが、極端に低い気圧の領域で最低中心気圧の発生頻度を比較すると、将来実験の方が発生頻度が高い。

最低中心気圧の度数分布

最低中心気圧の度数分布

最低中心気圧の度数分布

台風発生数／年

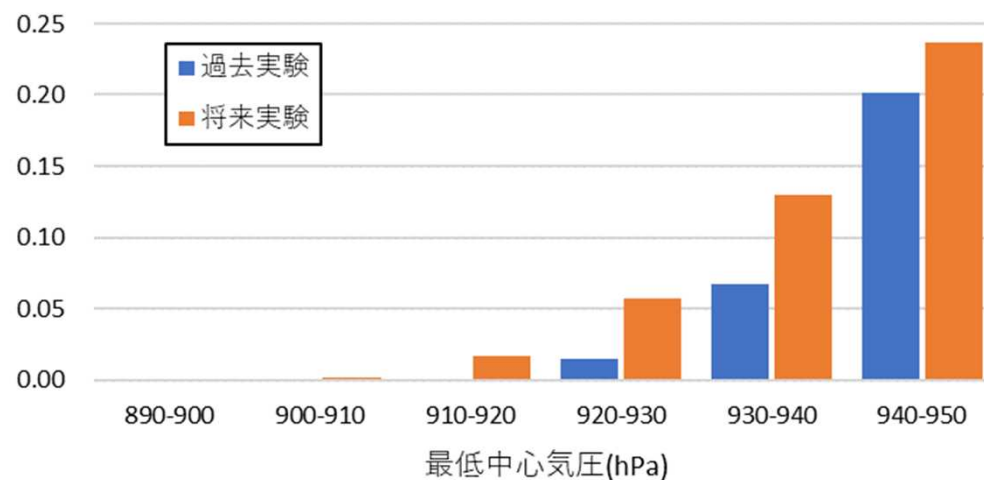


気象庁ベストトラックデータ

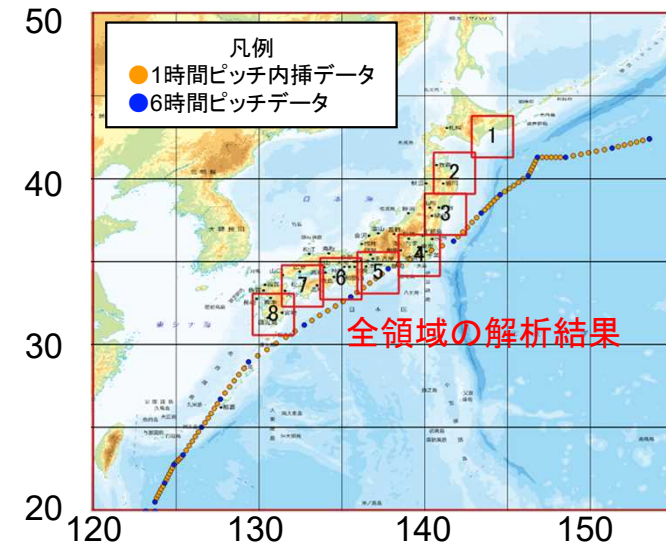
d4PDF過去実験(全メンバー)

d4PDF将来実験(全メンバー)

過去実験と将来実験の比較 (950hPa以下)

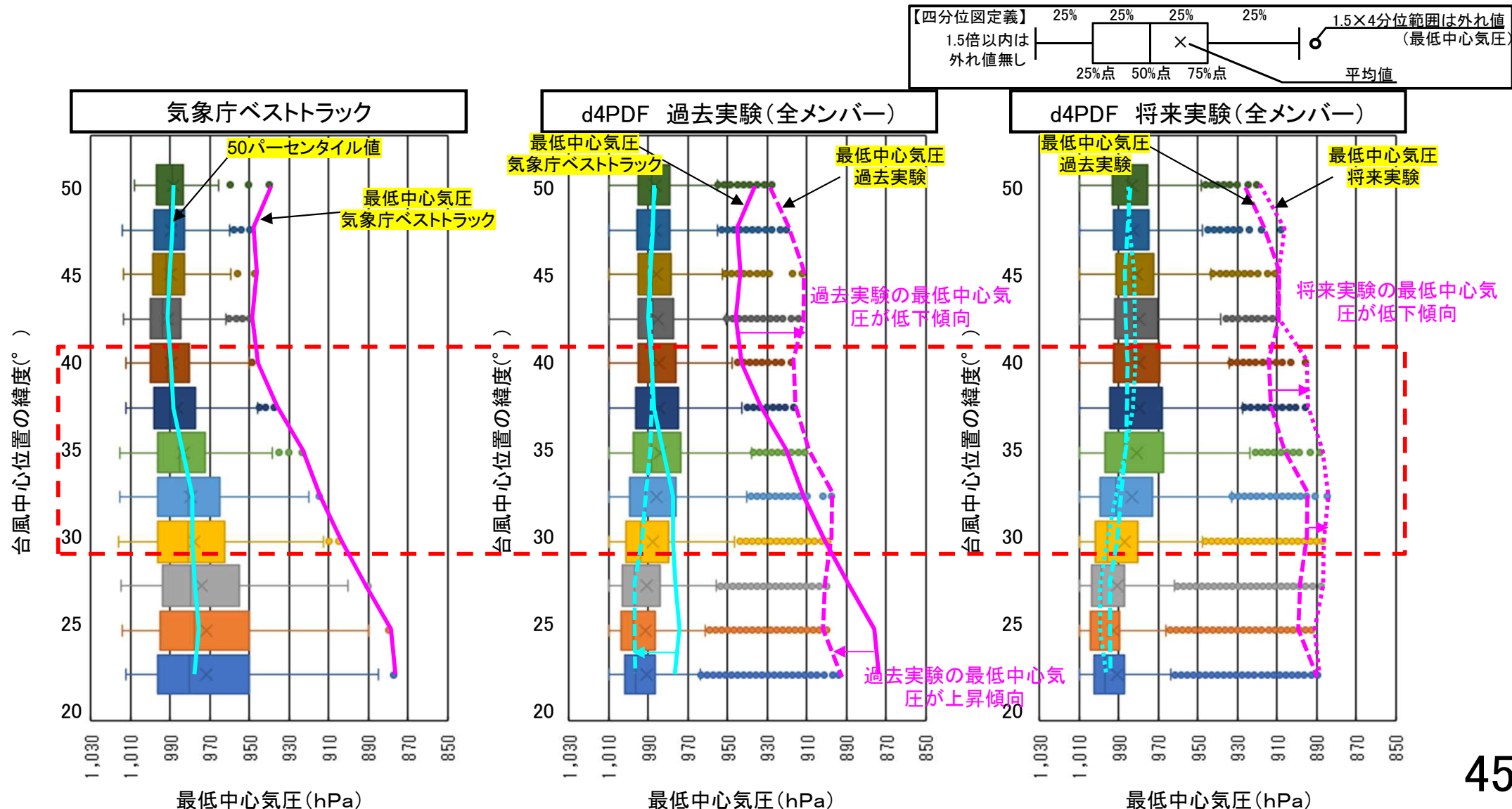


※ 太平洋沿岸8領域内の1台風毎の最低中心気圧を抽出し、合計した標本で作成



日本近海の最低中心気圧の分布状況の分析

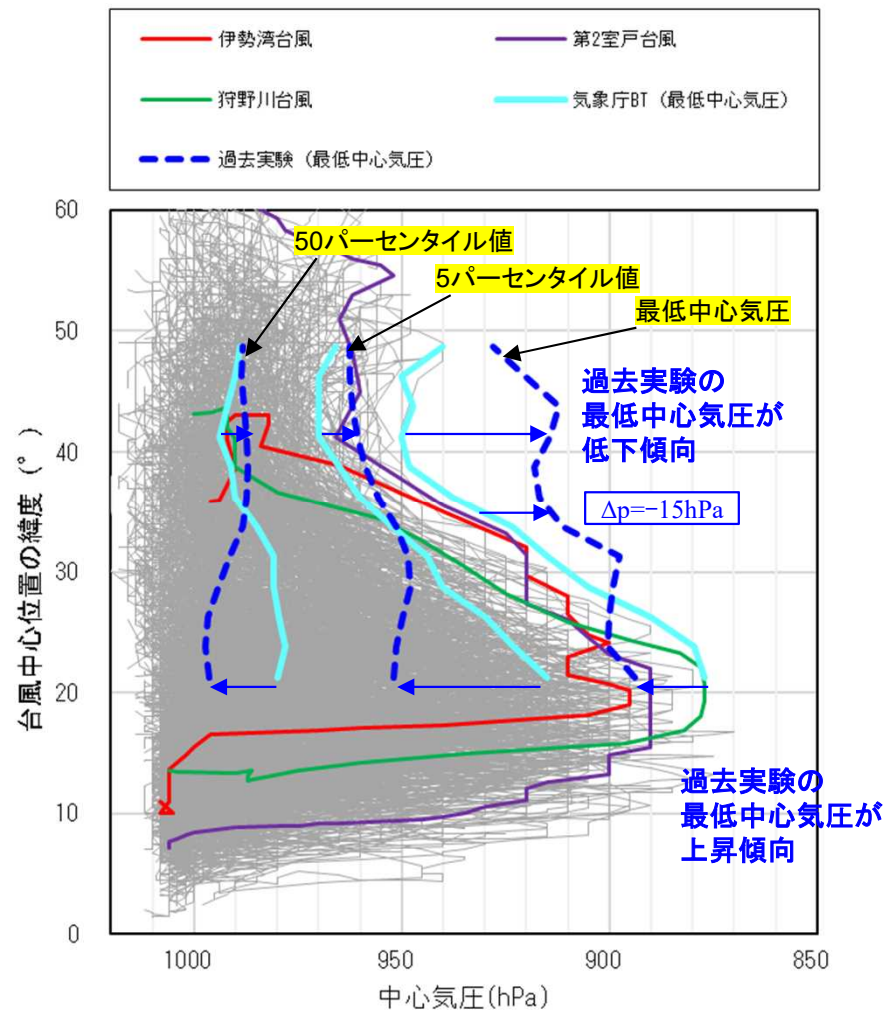
- 気象庁ベストトラックとd4PDF過去実験の最低中心気圧を比較すると、北緯20度付近はd4PDFの最低中心気圧が高い傾向にある一方で、北緯40度付近ではd4PDFの最低中心気圧が低い傾向にある。
- d4PDFの過去実験と将来実験を比較すると、北緯30度から北緯40度付近にかけて将来実験の最低中心気圧が低くなる傾向にある。



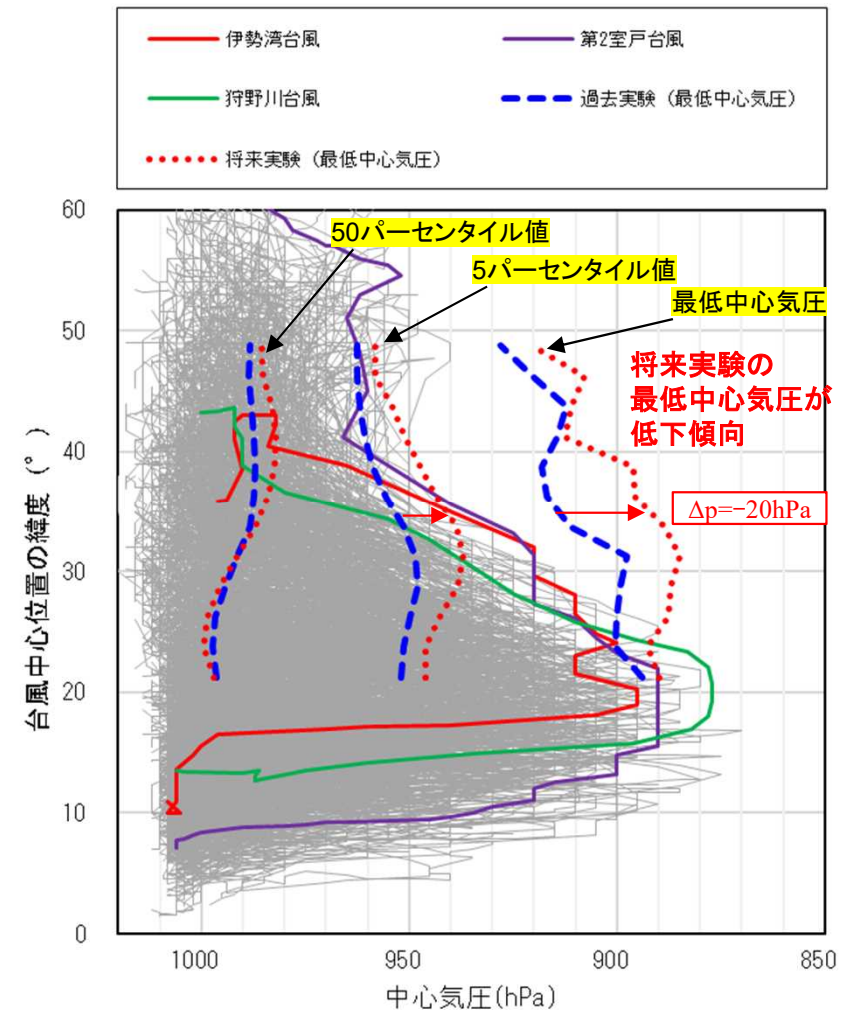
日本近海の最低中心気圧の分布状況の分析

- 気象庁ベストトラックとd4PDF過去実験の最低中心気圧を比較すると、北緯20度付近はd4PDFの最低中心気圧が高い傾向にある一方で、北緯40度付近ではd4PDFの最低中心気圧が低い傾向にある。
- d4PDFの過去実験と将来実験を比較すると、北緯30度から北緯40度付近にかけて将来実験の最低中心気圧が低くなる傾向にある。

気象庁ベストトラックとd4PDF過去実験(全メンバー)の比較



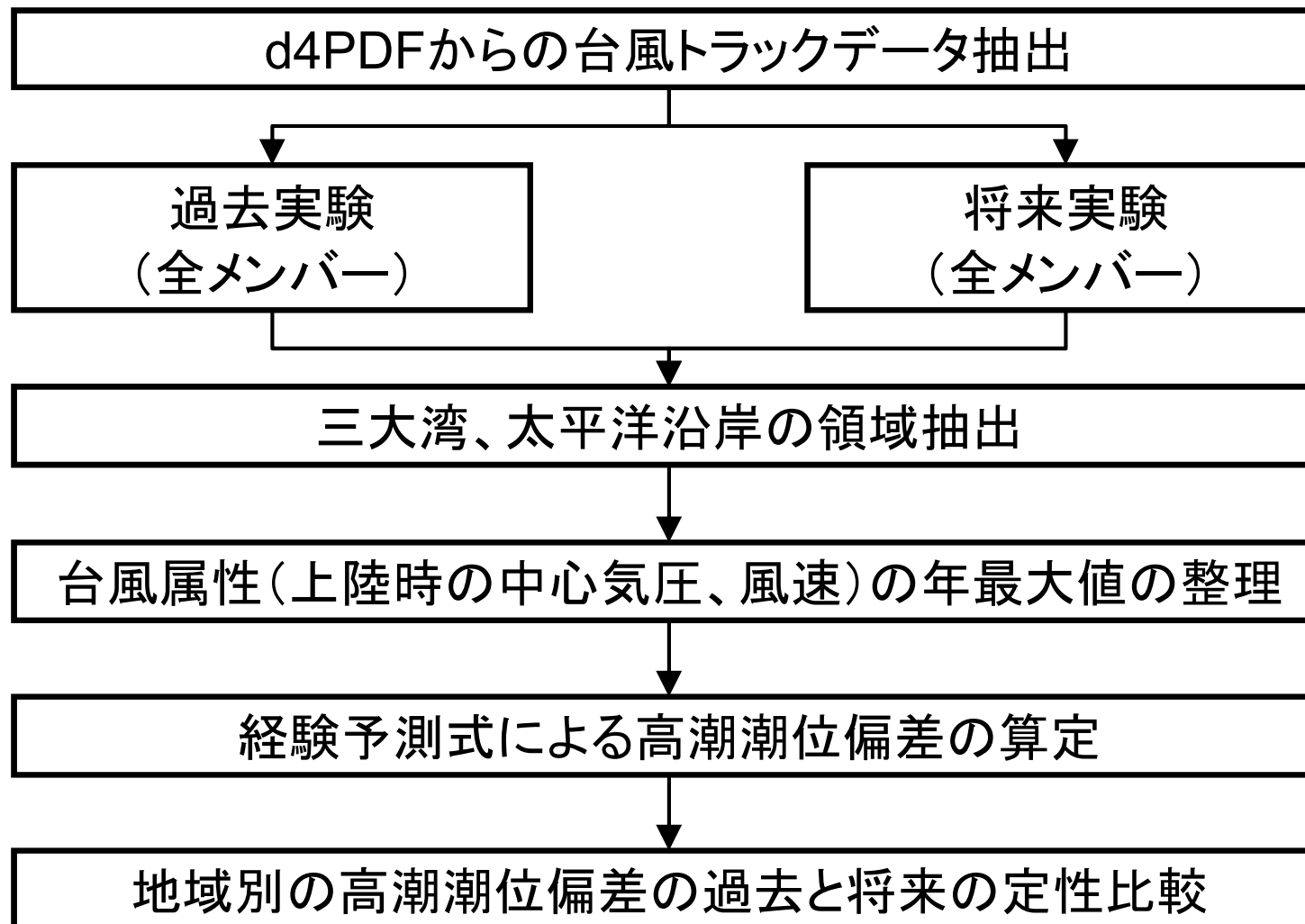
d4PDF過去実験とd4PDF将来実験の比較(全メンバー)



※気象庁ベストトラック及びd4PDFのトラックデータを1時間ピッチのデータに内挿補間し、2.5度刻みの範囲で1台風ごとに最低中心気圧を抽出し図化した。

d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)①

- d4PDFの過去実験と将来実験のアンサンブルメンバーから気象庁の経験予測式を用いて高潮潮位偏差を算出し、沿岸地域別の過去と将来の高潮リスク定性比較を行う。



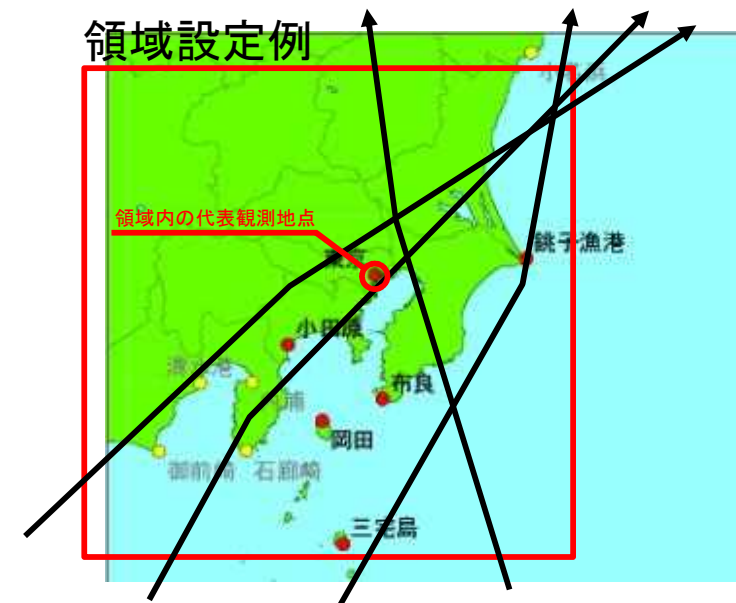
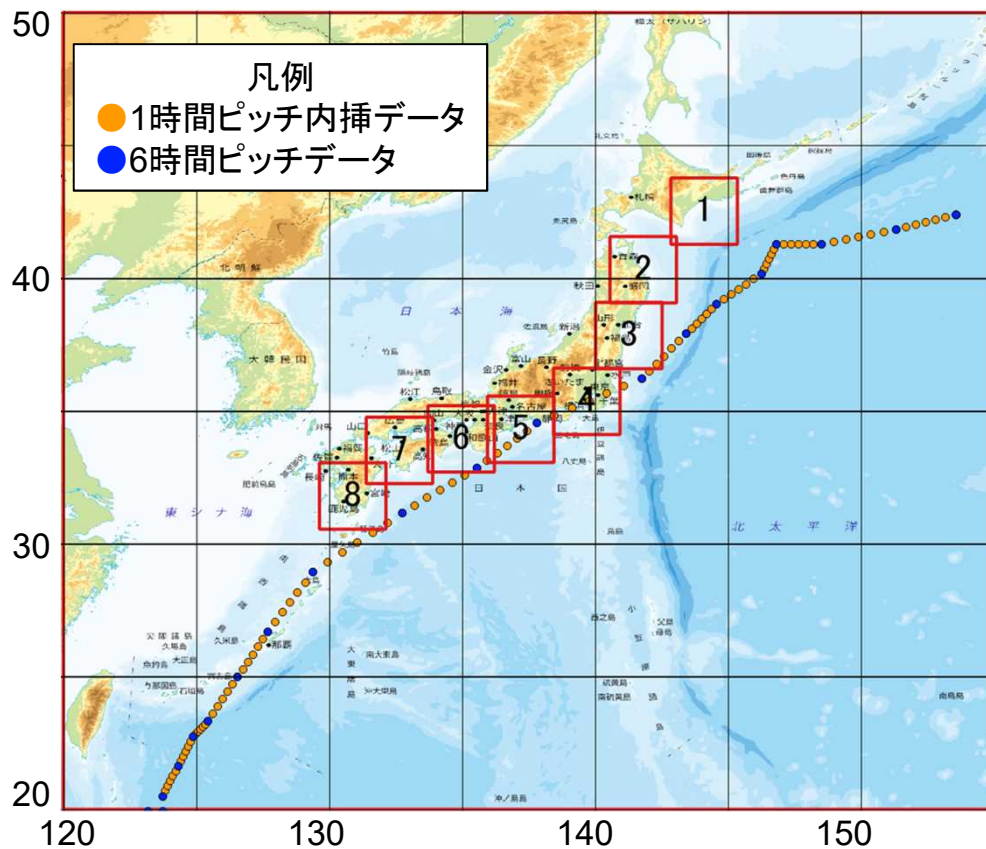
※ なお、今回の分析では、過去実験と将来実験の差異の傾向を分析することが目的であるため、定量化にあたっては、実績データとのバイアスを分析し補正することなどを検討する必要がある

d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)②

- 日本沿岸域における過去気候と将来気候の高潮の定性的な傾向把握を目的とし、高潮経験予測式による潮位偏差を算出する。

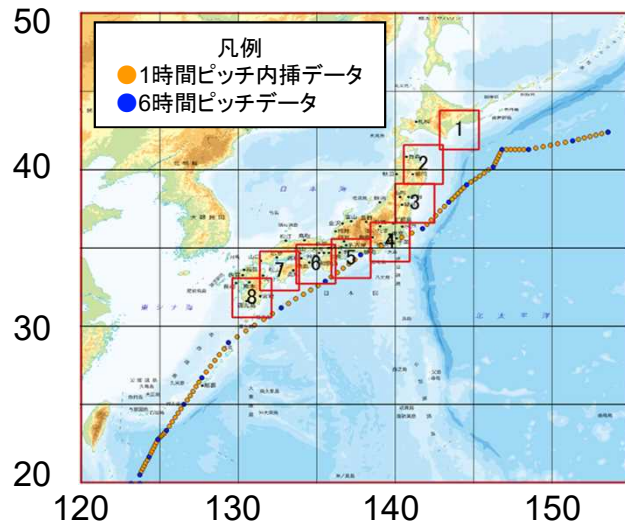
【前提条件】

- 高潮経験予測式の係数が公表されている観測地点を含む太平洋沿岸8領域を設定する。
- 潮位偏差の定量評価ではなく、過去と将来の相対比較が目的であるため、領域内を通過する台風の最低中心気圧と風速を予測式に適用する台風強度として仮定する。
- 主方向となす最大風速のなす角度については台風経路と同一方向を風向と仮定して求める。
- 波浪の碎波によるウェーブセットアップの影響は考慮しない。



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)③

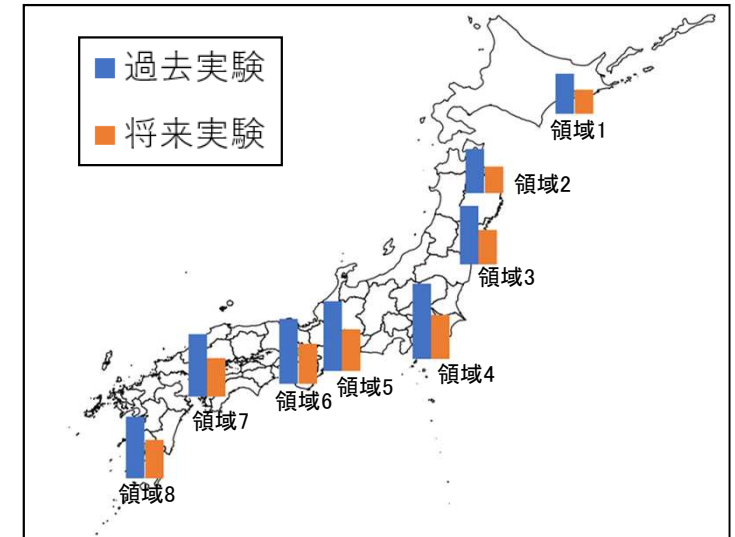
- 過去実験と比べて、将来実験の高潮偏差を算出した領域内の台風通過数は少ない。
- 過去実験と比べて、将来実験の方が最低中心気圧が低い。



領域通過数／年

解析領域	高潮偏差算出地点※	過去実験	将来実験
領域1	釧路	0.7	0.4
領域2	八戸	0.8	0.5
領域3	鮎川	1.0	0.6
領域4	東京	1.3	0.8
領域5	名古屋	1.2	0.7
領域6	大阪	1.1	0.7
領域7	呉	1.1	0.7
領域8	鹿児島	1.1	0.7

※高潮経験予測式の係数が公表されている気象庁観測地点名



最低中心気圧(全メンバー)

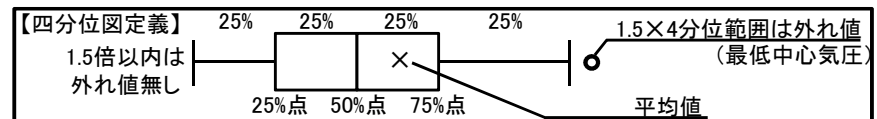
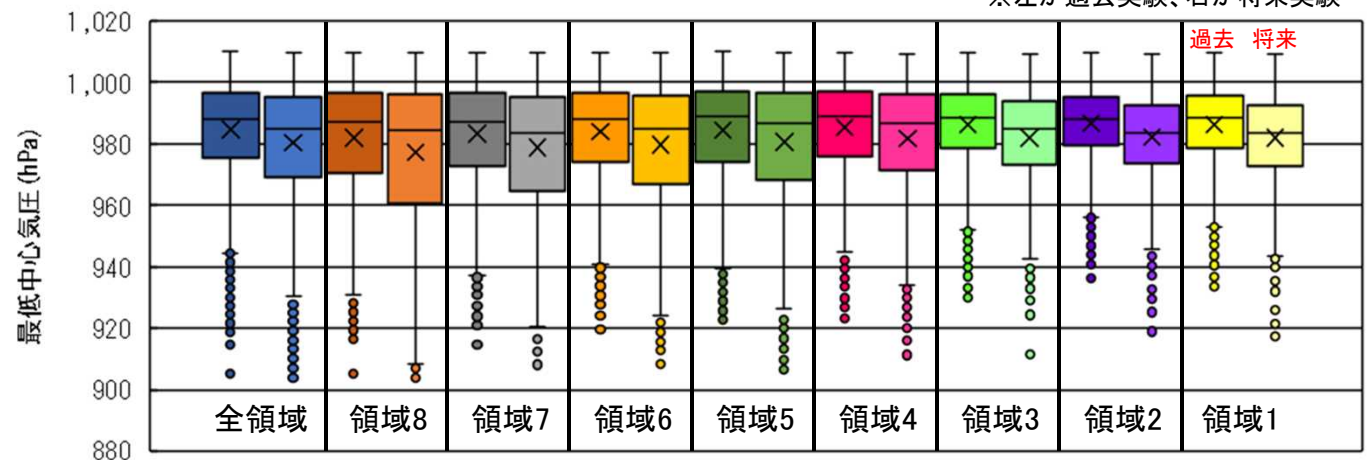
凡例



※「'」がついているものは将来実験を表す

過去実験と将来実験の比較

※左が過去実験、右が将来実験

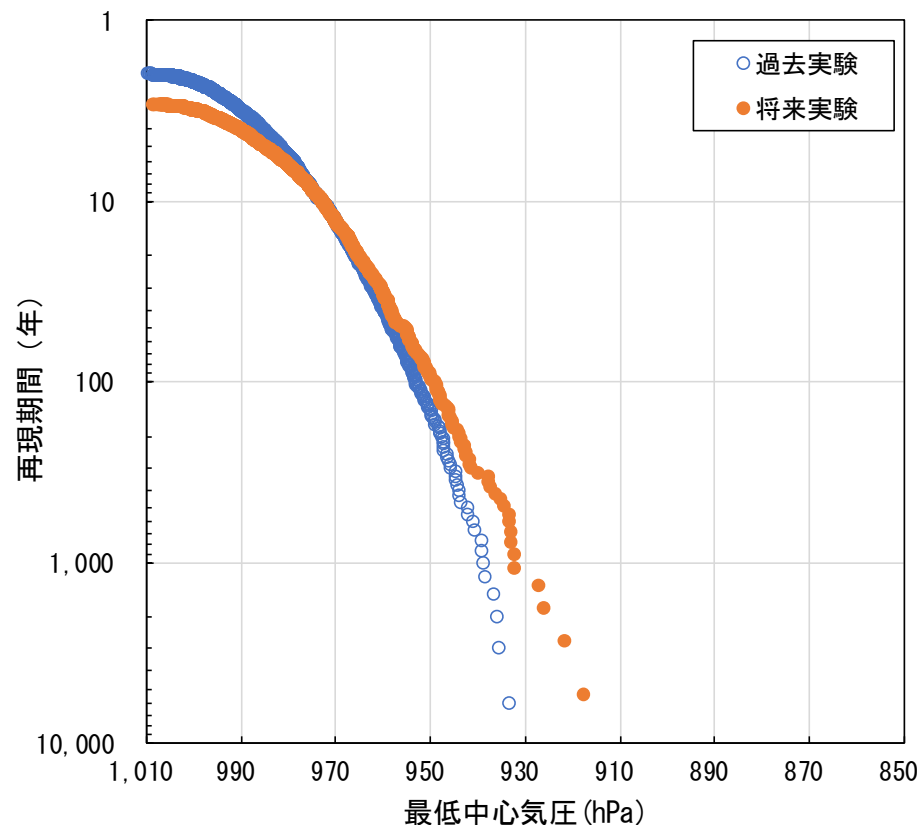


d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

- 予測に用いた最低中心気圧については、極端に低い気圧の領域で、将来実験の方が発生頻度が高くなる。
- 潮位偏差の予測結果についても、極端に大きな偏差の領域で、将来実験の方が発生頻度が上昇する傾向となったが、上昇度合いは東京以北では相対的に小さかった。

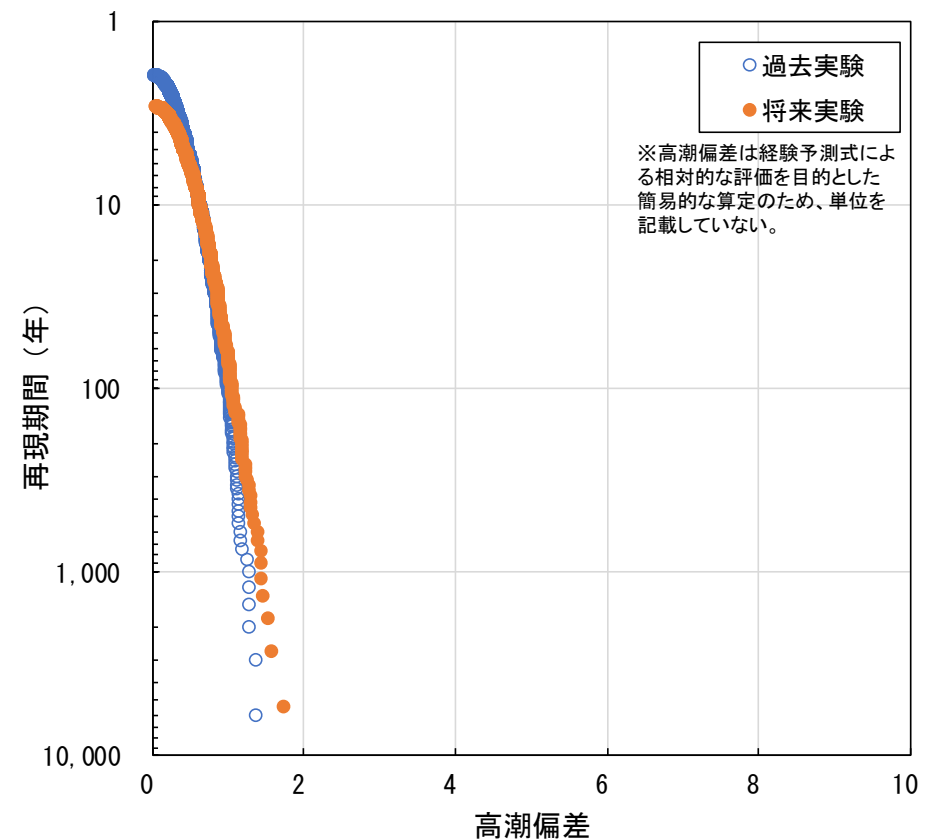
最低中心気圧(全メンバー)

釧路地点(領域1)



高潮偏差(全メンバー)

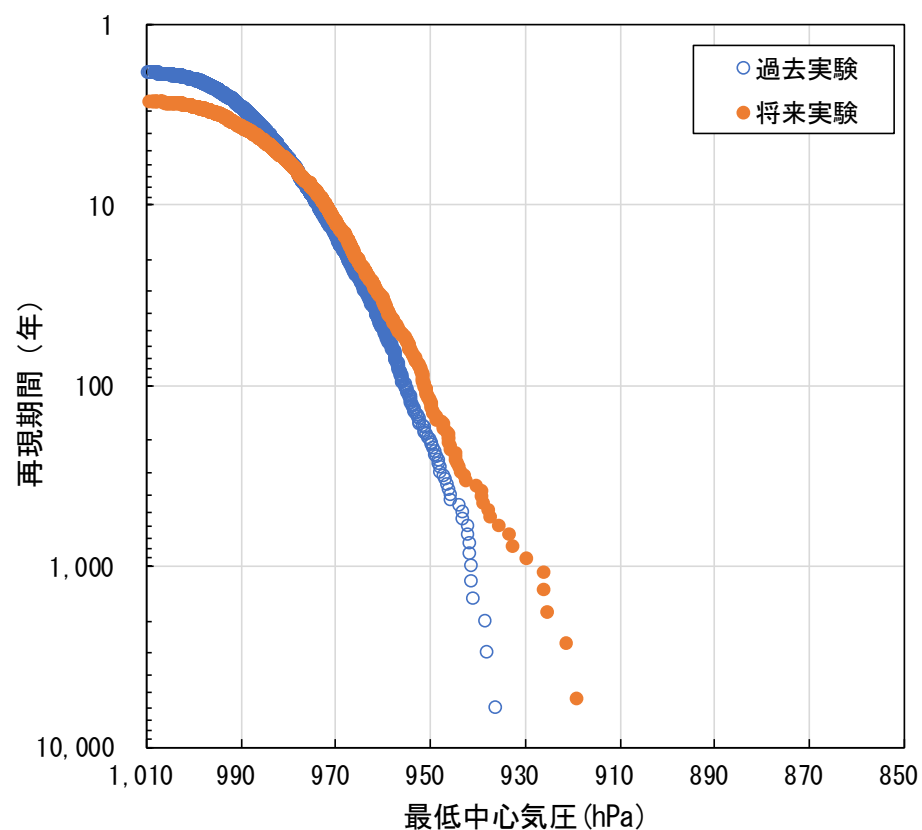
釧路地点(領域1)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

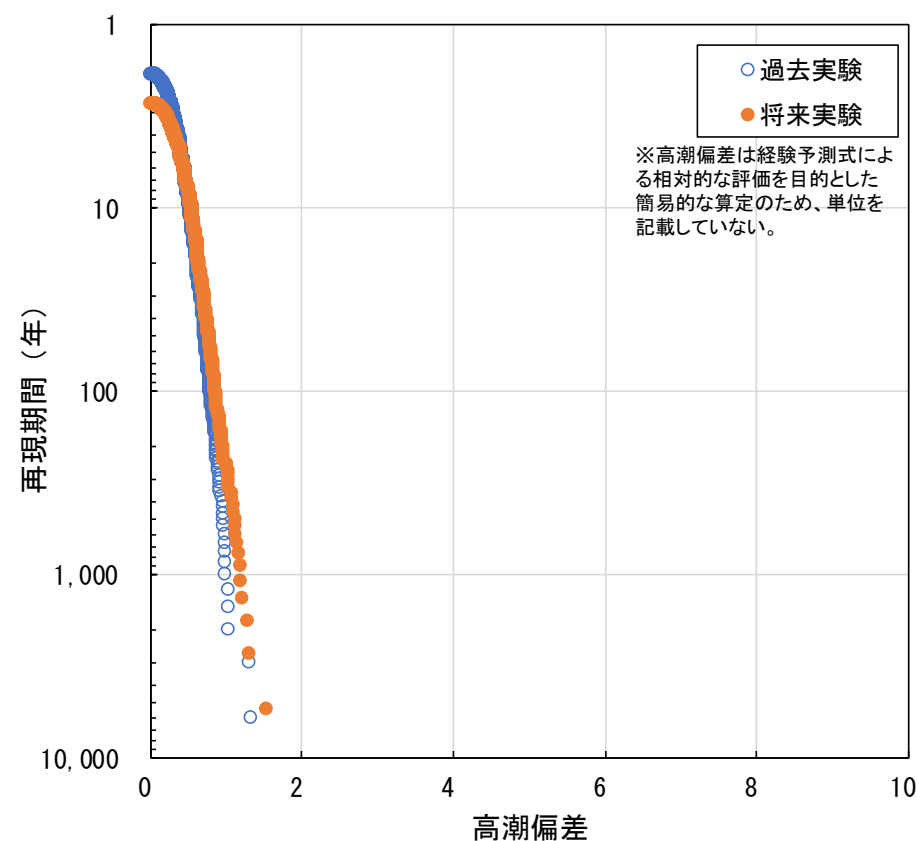
最低中心気圧(全メンバー)

八戸地点(領域2)



高潮偏差(全メンバー)

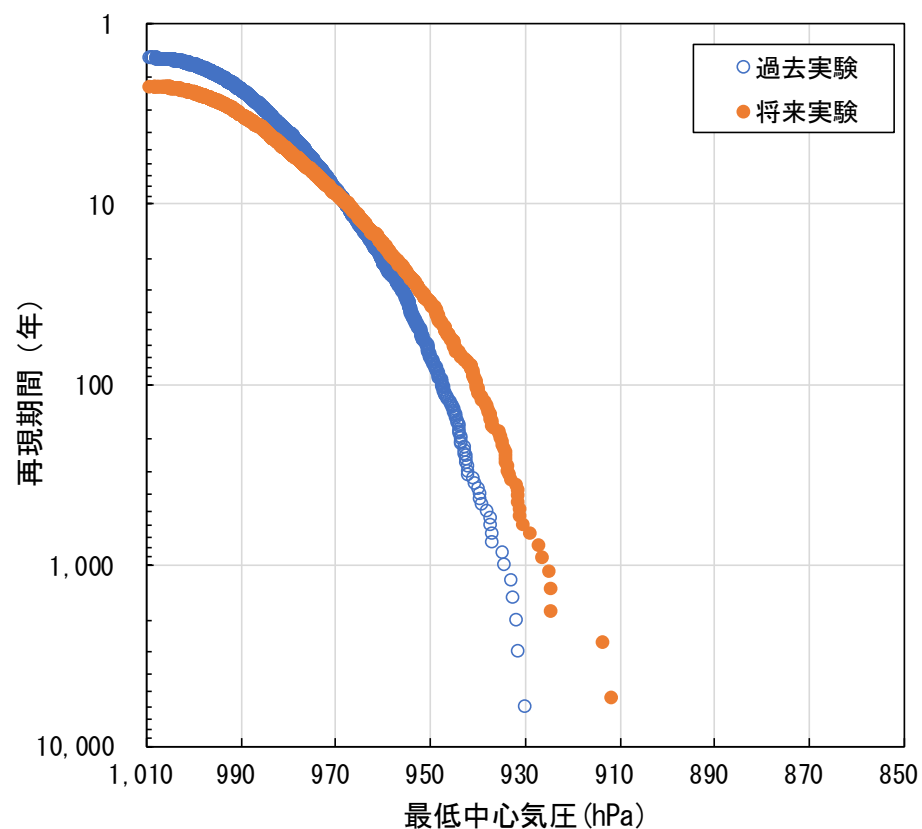
八戸地点(領域2)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

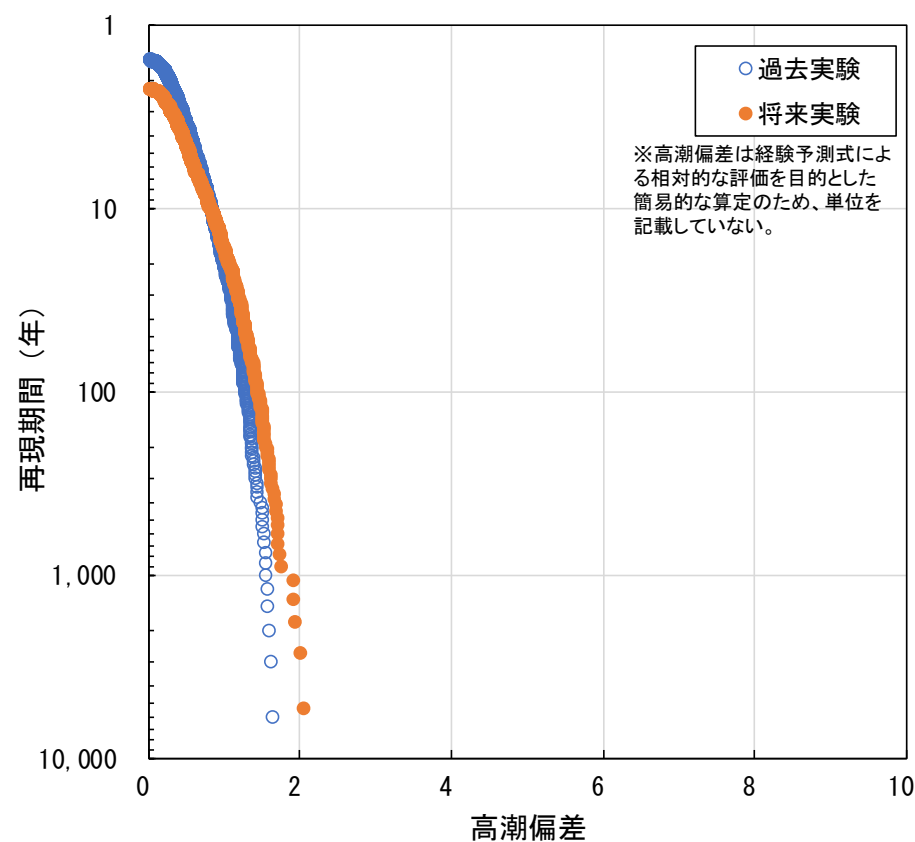
最低中心気圧(全メンバー)

鮎川地点(領域3)



高潮偏差(全メンバー)

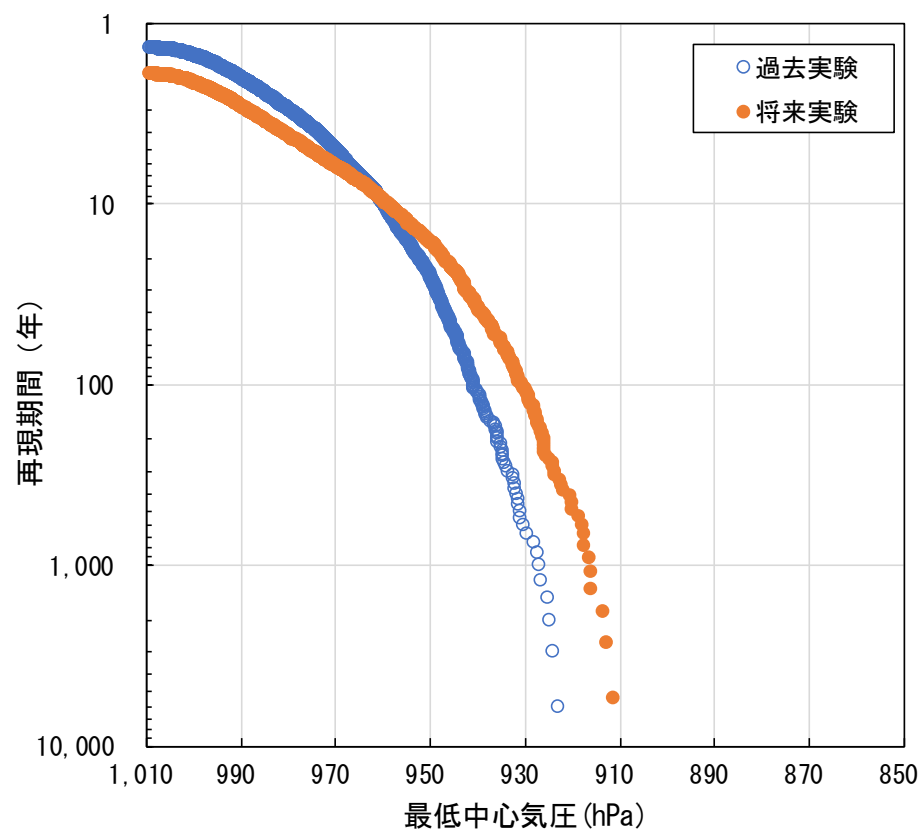
鮎川地点(領域3)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

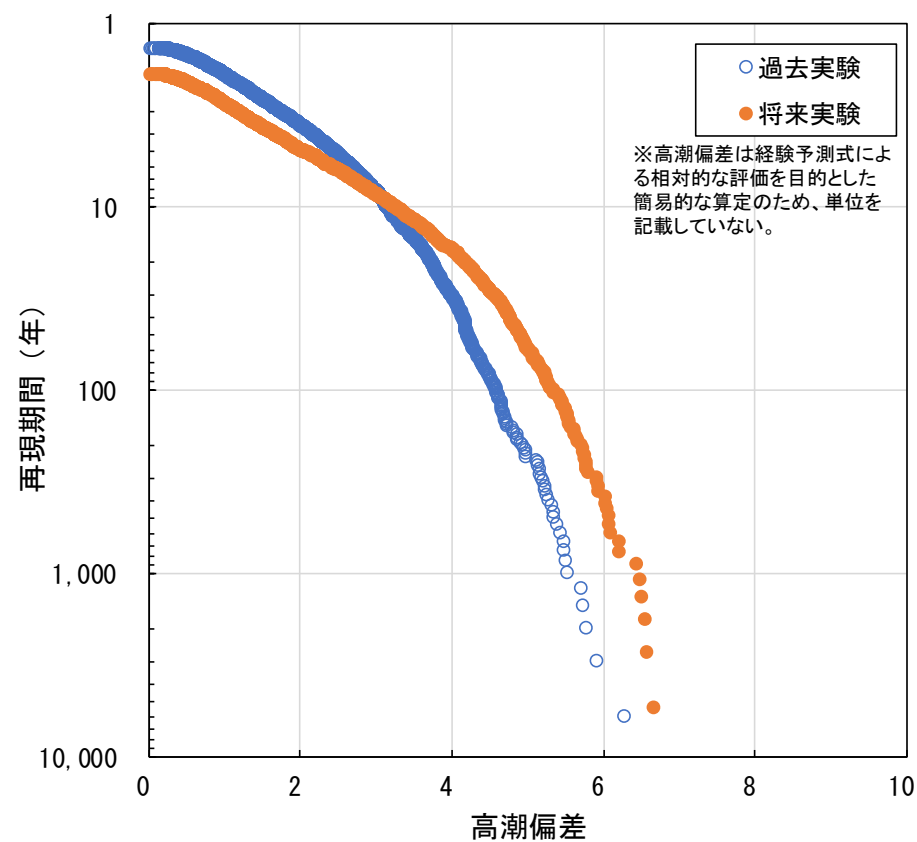
最低中心気圧(全メンバー)

東京地点(領域4)



高潮偏差(全メンバー)

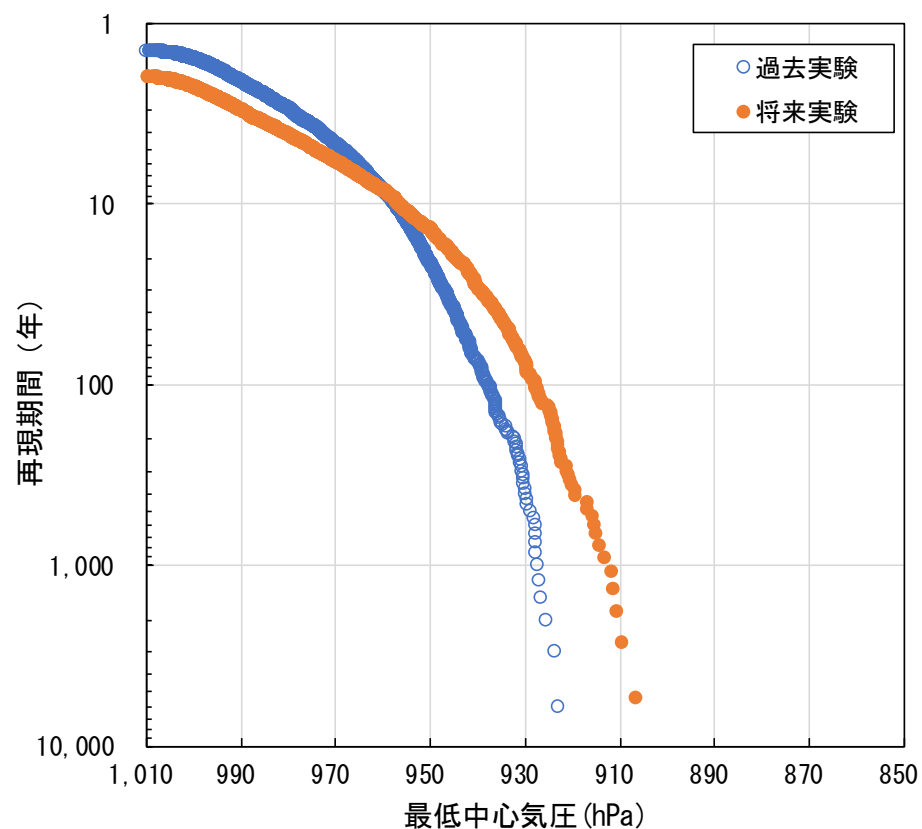
東京地点(領域4)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

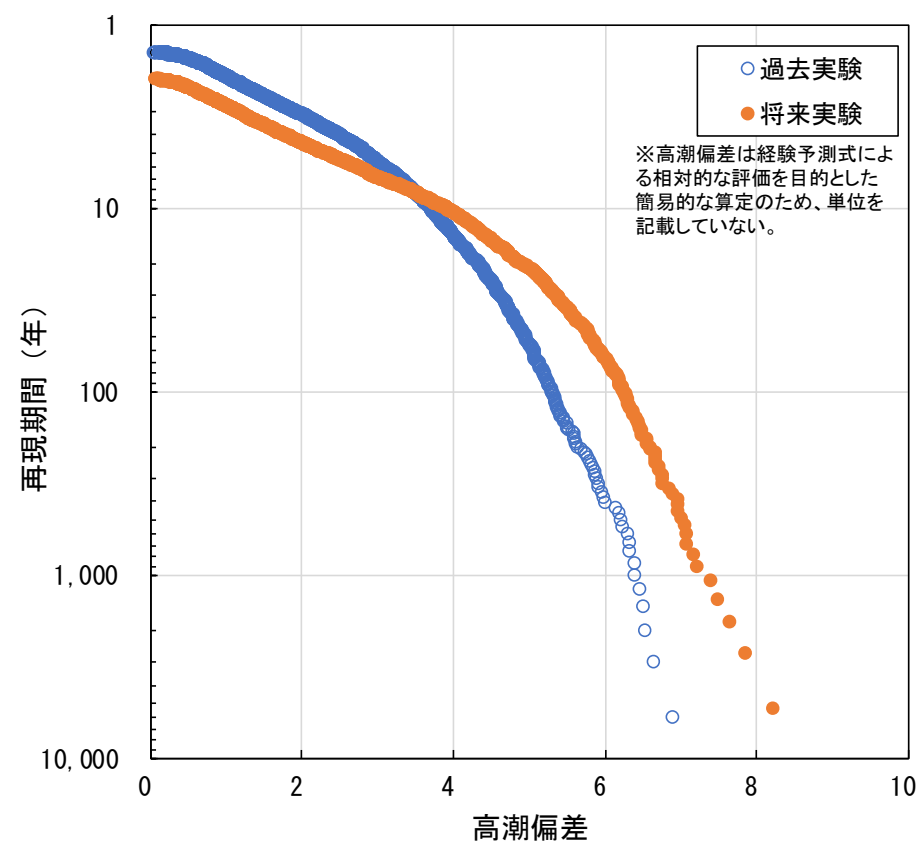
最低中心気圧(全メンバー)

名古屋地点(領域5)



高潮偏差(全メンバー)

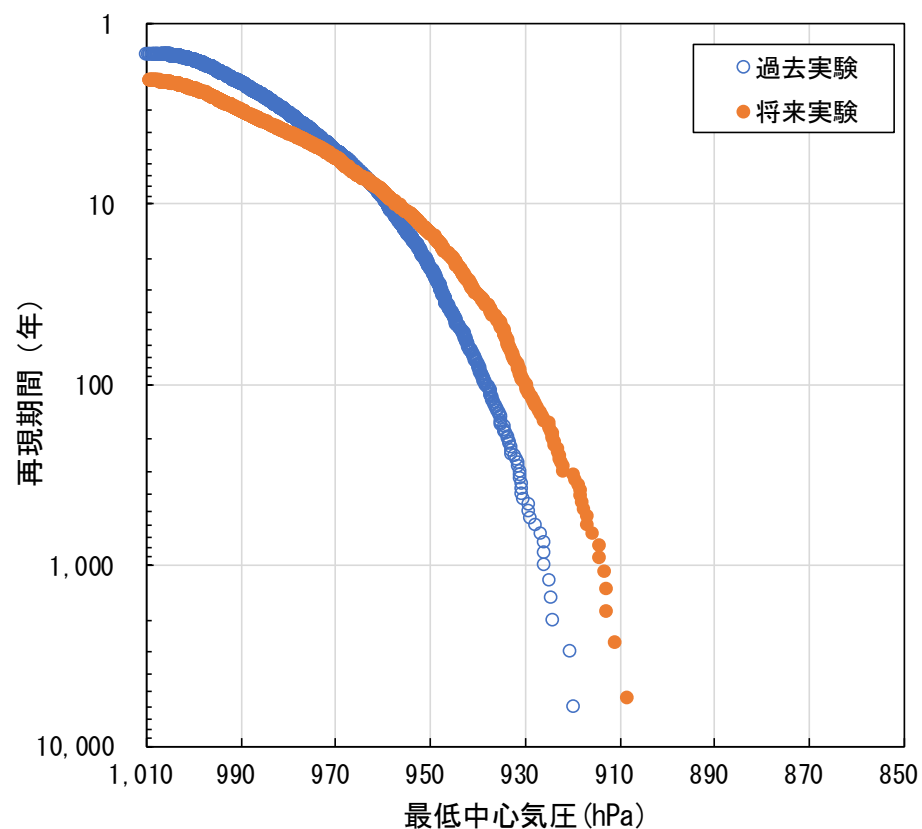
名古屋地点(領域5)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

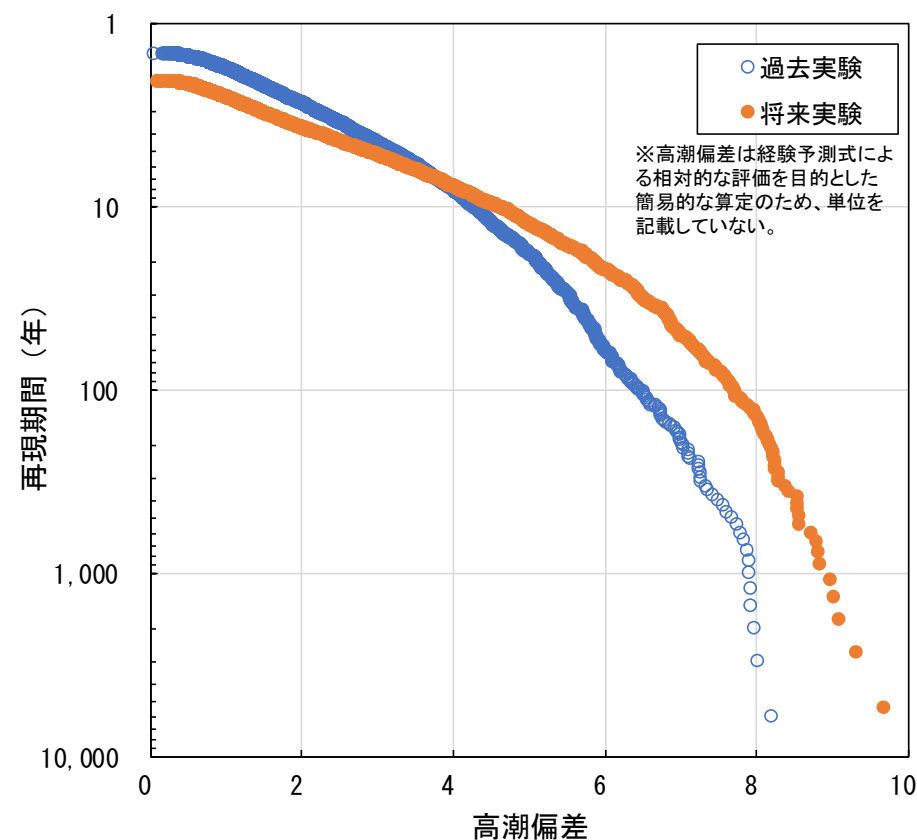
最低中心気圧(全メンバー)

大阪地点(領域6)



高潮偏差(全メンバー)

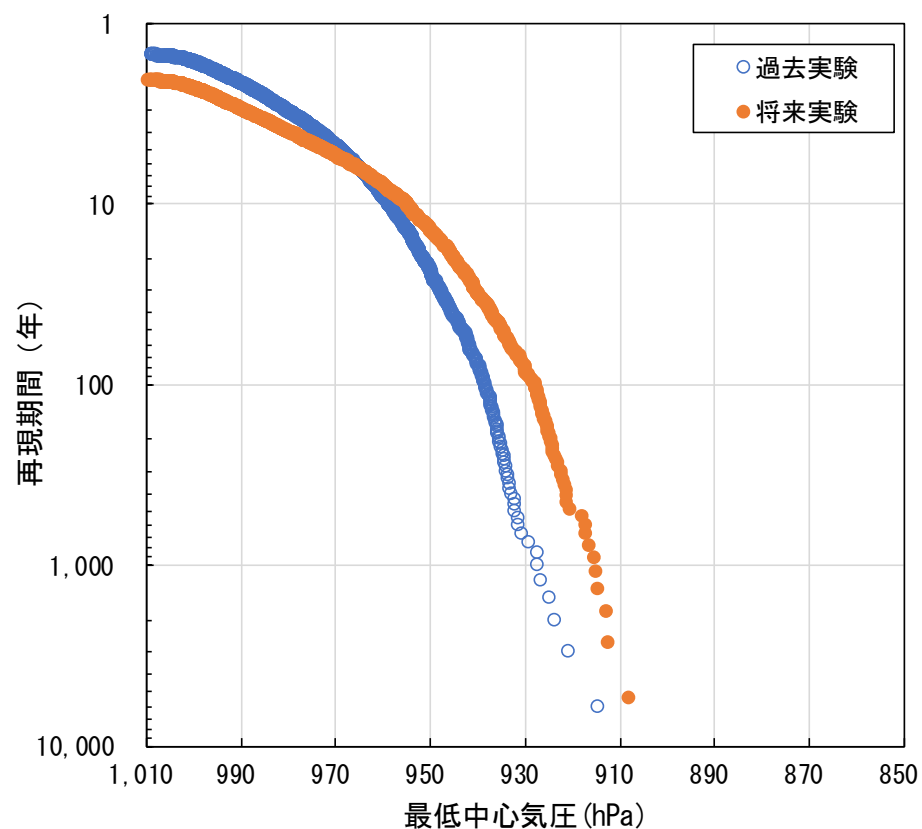
大阪地点(領域6)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

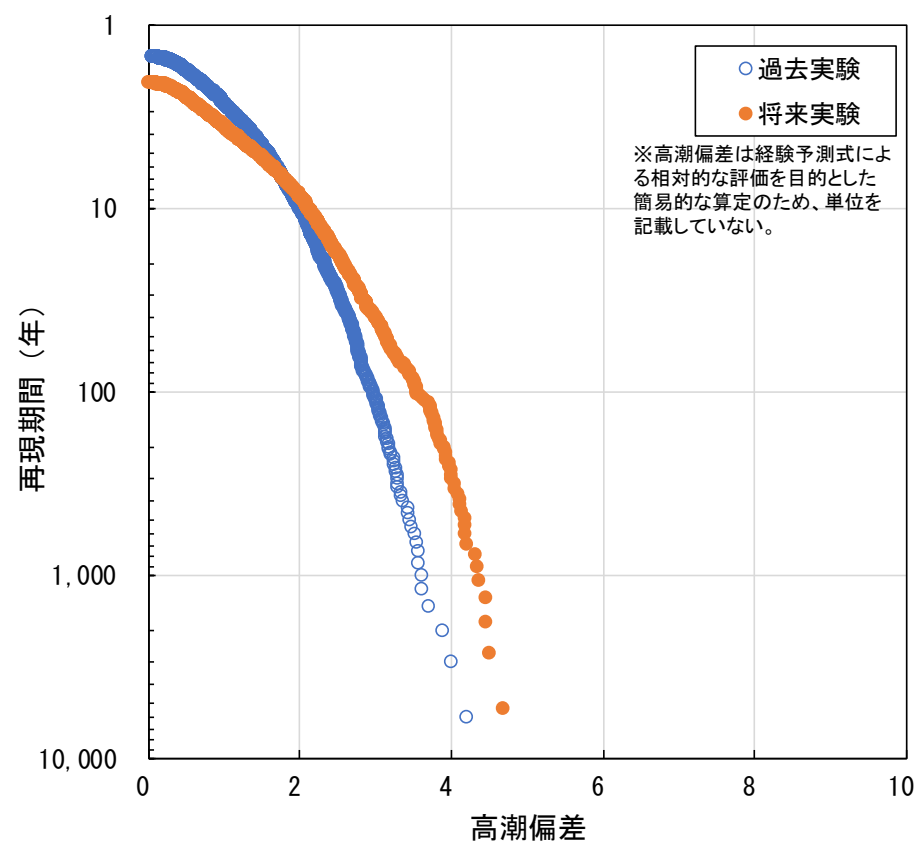
最低中心気圧(全メンバー)

呉地点(領域7)



高潮偏差(全メンバー)

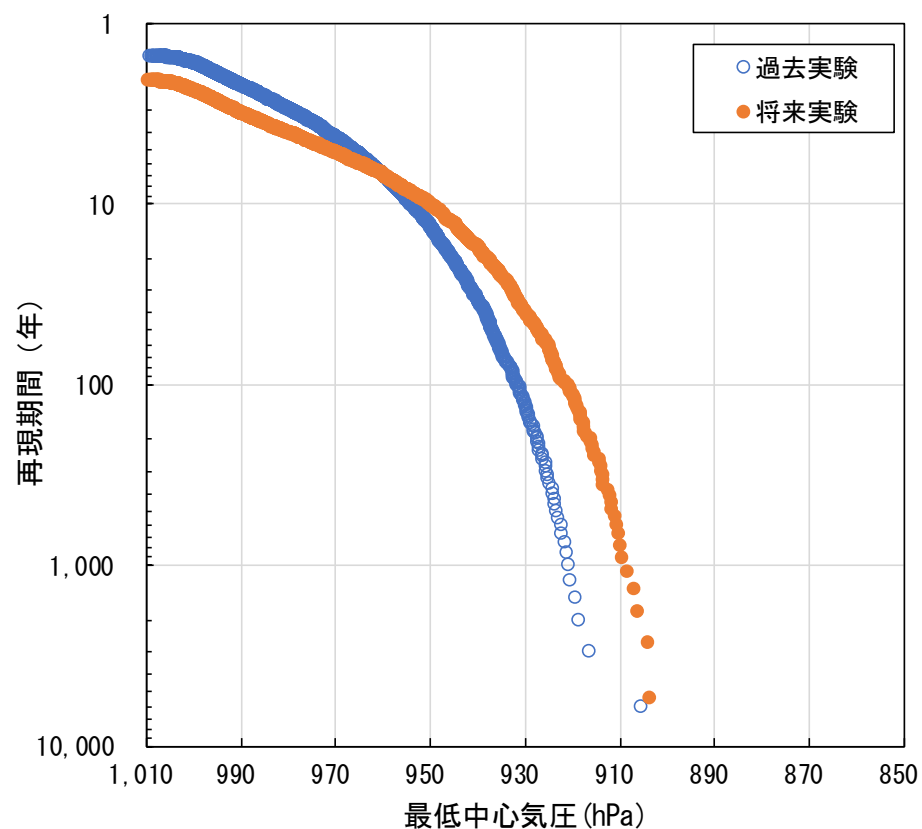
呉地点(領域7)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

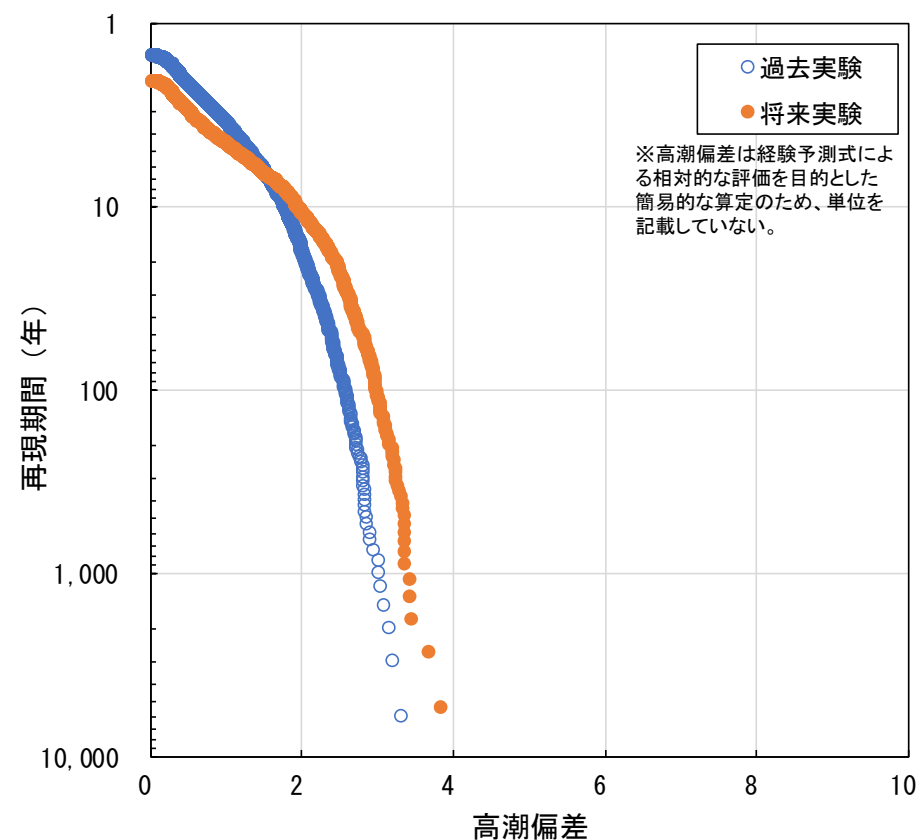
最低中心気圧(全メンバー)

鹿児島地点(領域8)



高潮偏差(全メンバー)

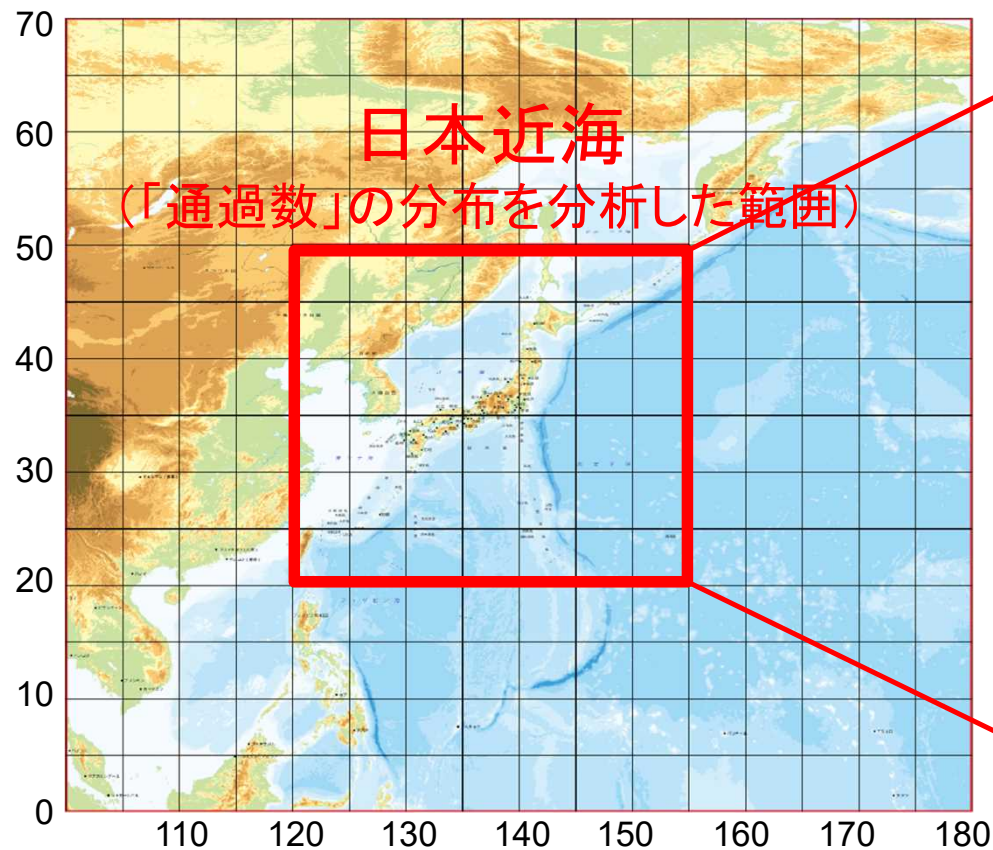
鹿児島地点(領域8)



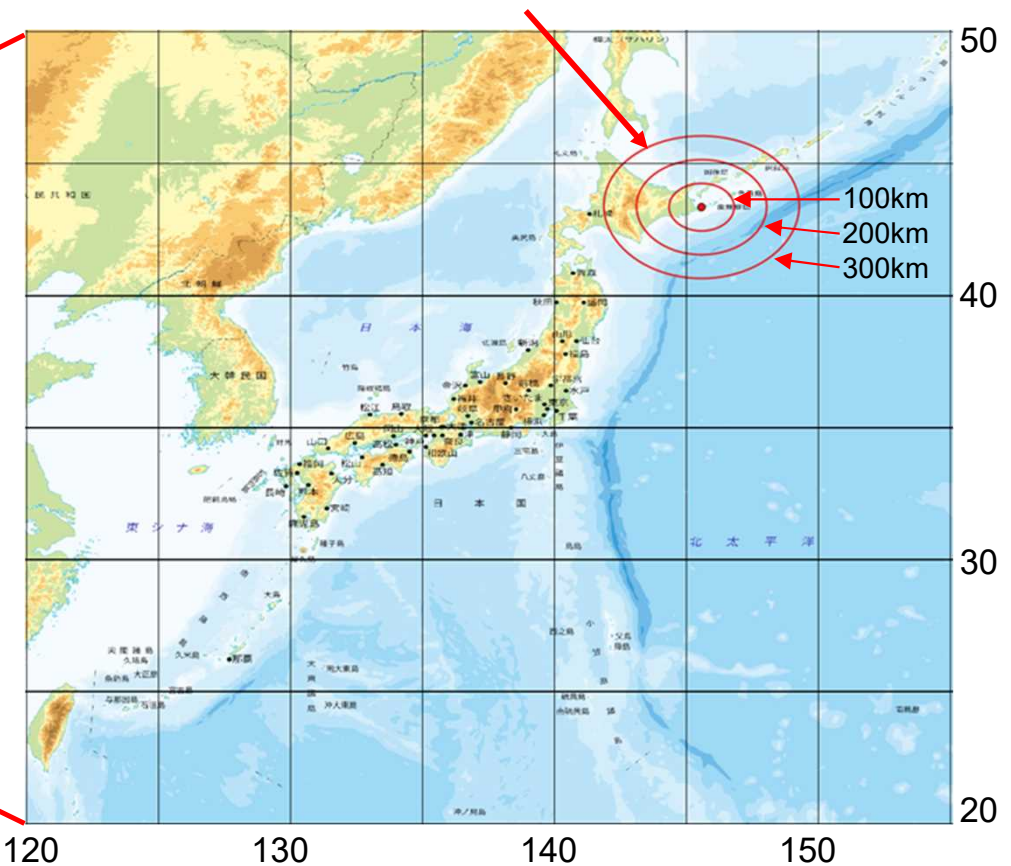
d4PDF（爆弾低気圧トラックデータ）の抽出範囲等

- d4PDF（日本域20kmダウンスケール）から爆弾低気圧を抽出した。
- 過去実験50メンバー、将来実験90メンバーのデータを使用。

爆弾低気圧トラックデータの抽出範囲 （「発生数」をカウントした範囲）



高潮経験予測式の係数が確認できた根拠を対象として、領域を設定した。



※上陸とは、台風が中心が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合をいう（気象庁）。本資料では国土地理院の地球地図日本のポリゴンデータから沖縄県を除いたポリゴンデータを作成し、その範囲内に含まれるものを上陸数として集計した。

爆弾低気圧の発生数の比較

○ 過去実験と将来実験の爆弾低気圧の発生数は同程度である。

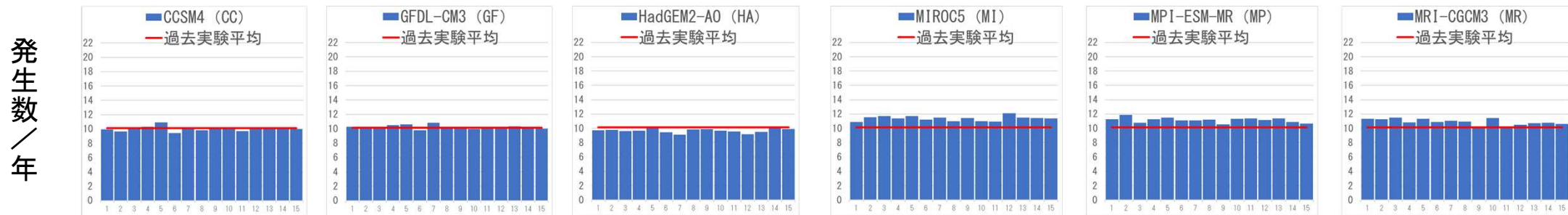
爆弾低気圧の発生数

- ・d4PDF過去実験(全メンバーの平均) : 10.1個／年
- ・d4PDF将来実験(全メンバーの平均) : 10.6個／年
- ・爆弾低気圧情報データベース(1996年～2019年) : 19.8個／年(参考)

d4PDF 過去実験における発生数の分布



d4PDF 将来実験における発生数の分布



爆弾低気圧の日本への上陸数の比較

○ 過去実験と将来実験の爆弾低気圧の上陸数は同程度である。

※ 上陸とは、台風が中心が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合をいう(気象庁)。本資料では国土地理院の地球地図日本のポリゴンデータから沖縄県を除いたポリゴンデータを作成し、その範囲内に含まれるものを上陸数として集計した。

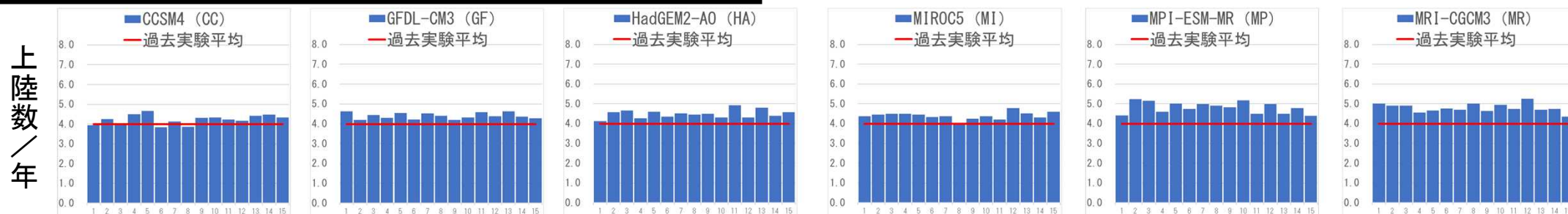
爆弾低気圧の上陸数

- ・d4PDF過去実験(全メンバーの平均) : 4.0個／年
- ・d4PDF将来実験(全メンバーの平均) : 4.5個／年
- ・爆弾低気圧情報データベース(1996年～2019年) : 7.3個／年(参考)

d4PDF 過去実験における上陸数の分布



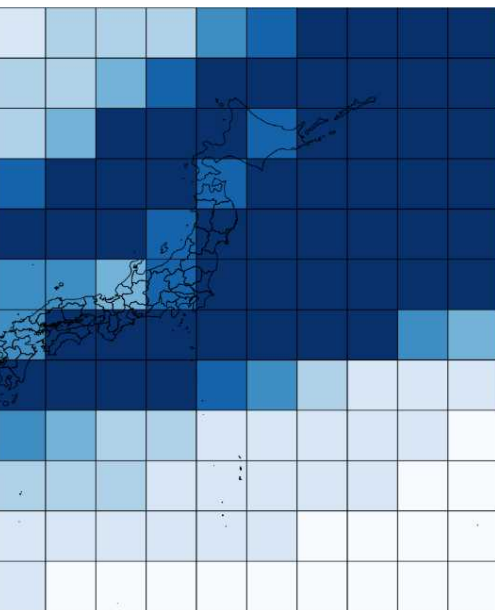
d4PDF 将来実験における上陸数の分布



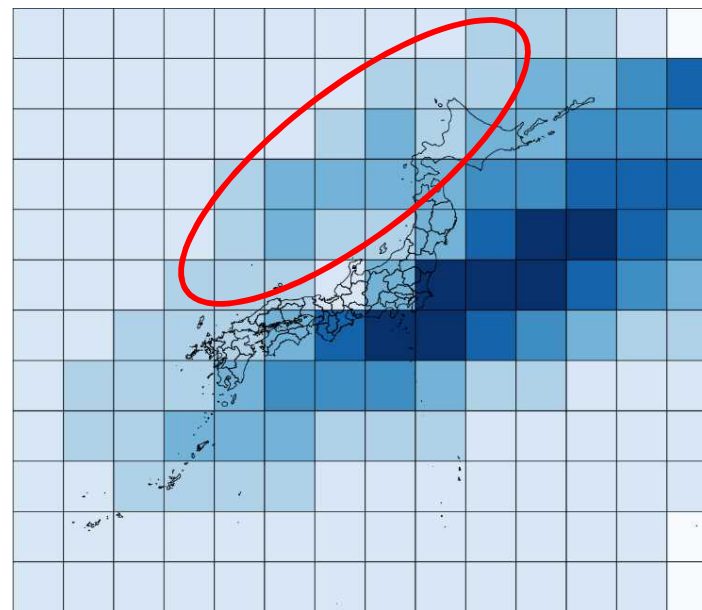
日本近海の爆弾低気圧通過数の比較

○日本海側の爆弾低気圧通過数は過去実験と比べて、将来実験の方が多い。

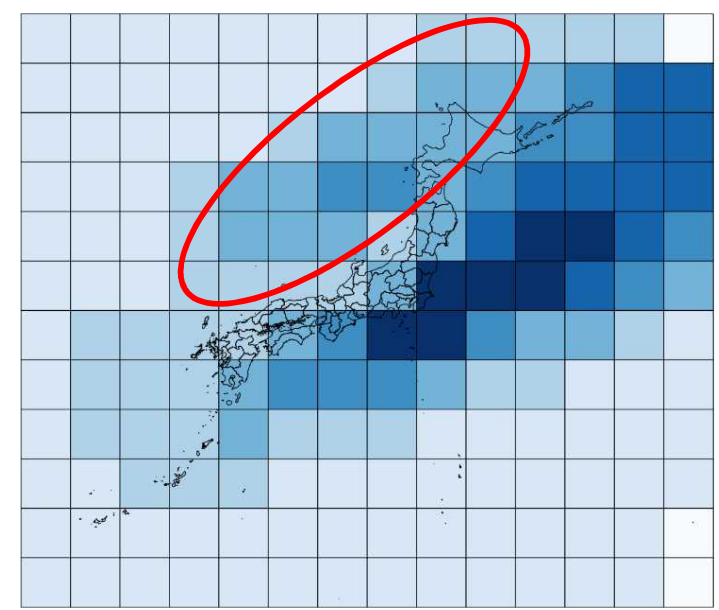
※2.5度メッシュ内を通過する爆弾低気圧の個数をカウント



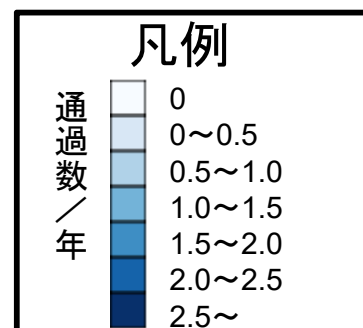
爆弾低気圧情報データベース
(参考)



d4PDF過去実験
(全メンバー)

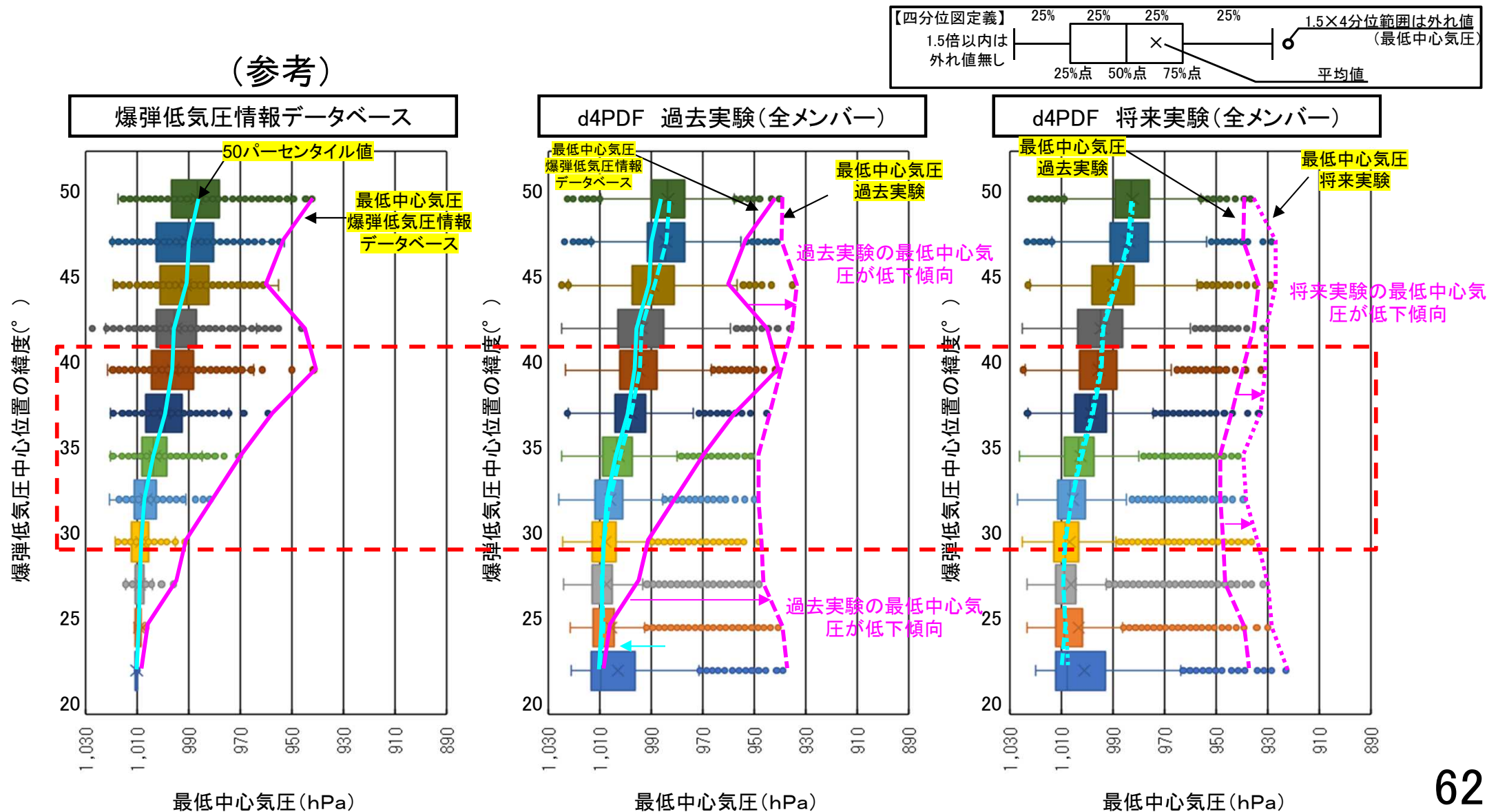


d4PDF将来実験
(全メンバー)



日本近海の最低中心気圧の分布状況の分析(爆弾低気圧)

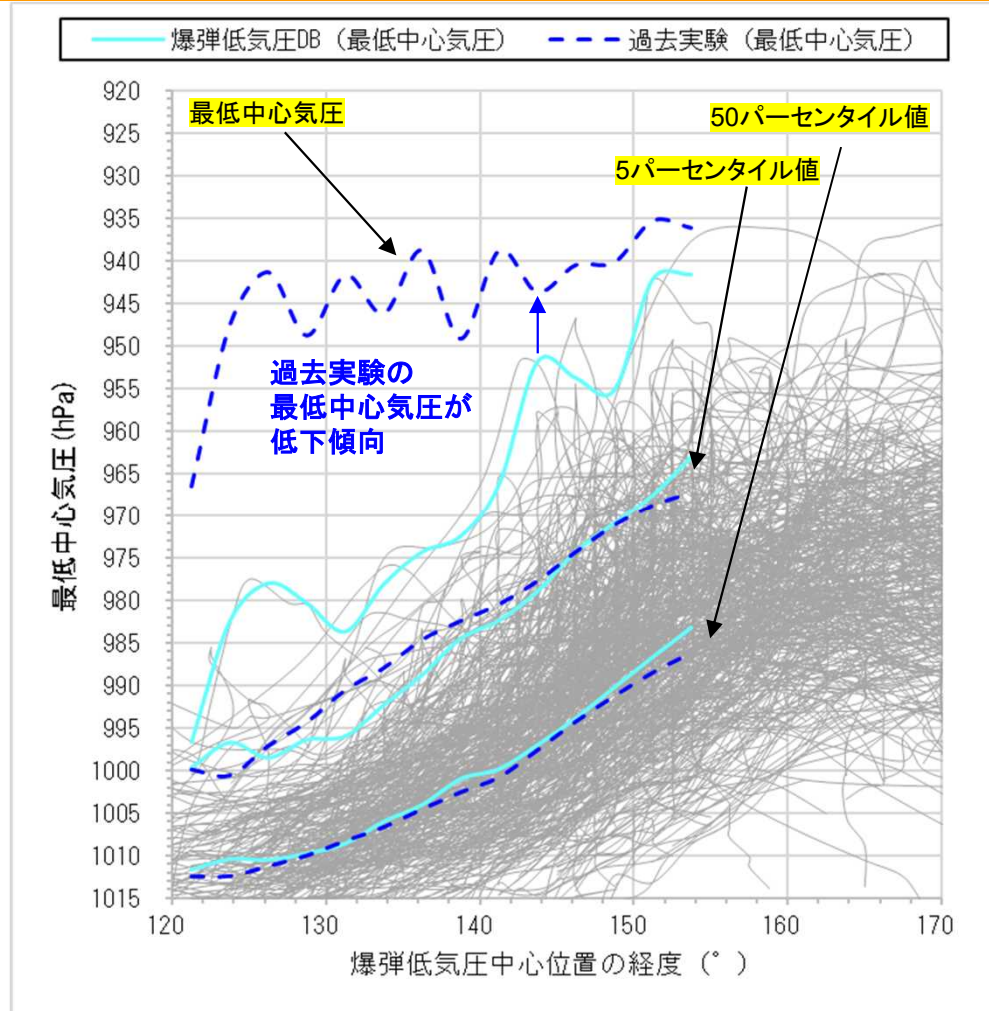
○d4PDFの過去実験と将来実験を比較すると、将来実験の最低中心気圧が低くなる傾向にある。



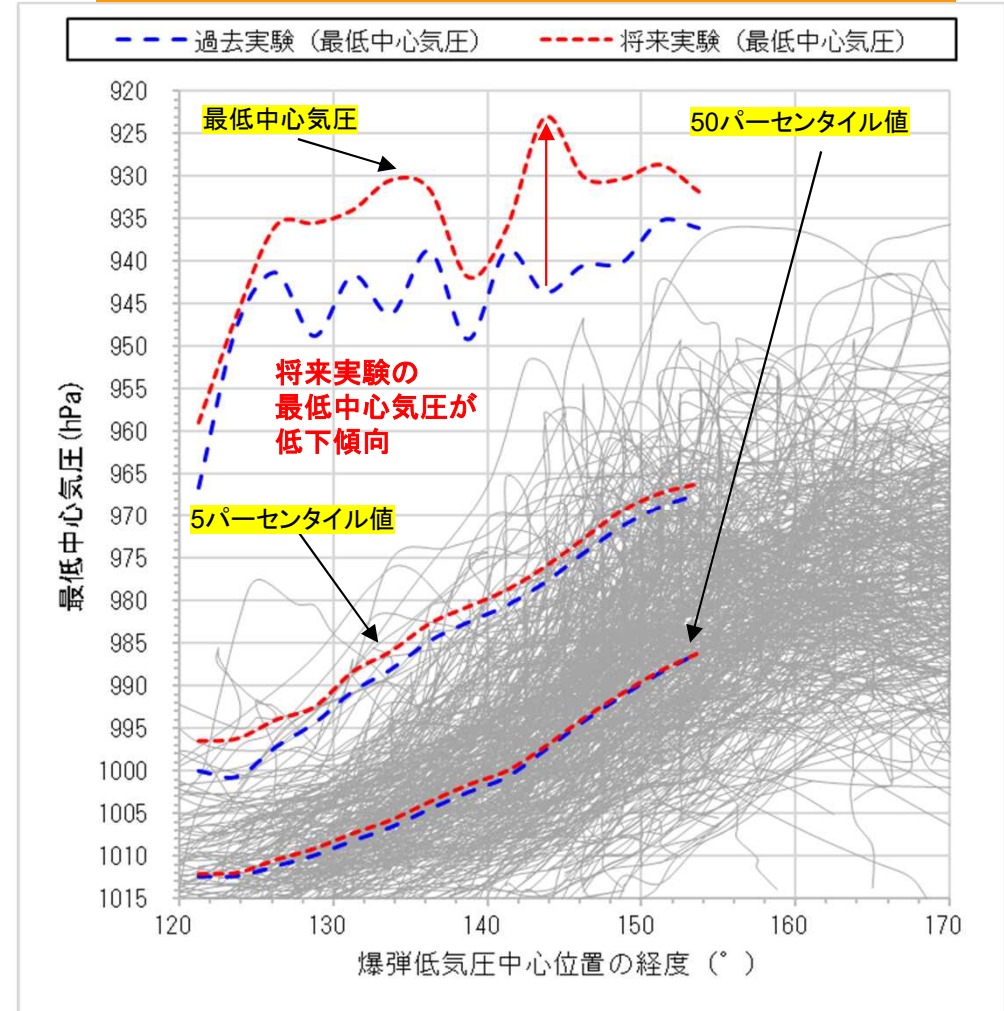
日本近海の最低中心気圧の分布状況の分析(爆弾低気圧)

○d4PDFの過去実験と将来実験を比較すると、将来実験の最低中心気圧が低くなる傾向にある。

爆弾低気圧情報データベースとd4PDF過去実験(全メンバー)の比較(参考)



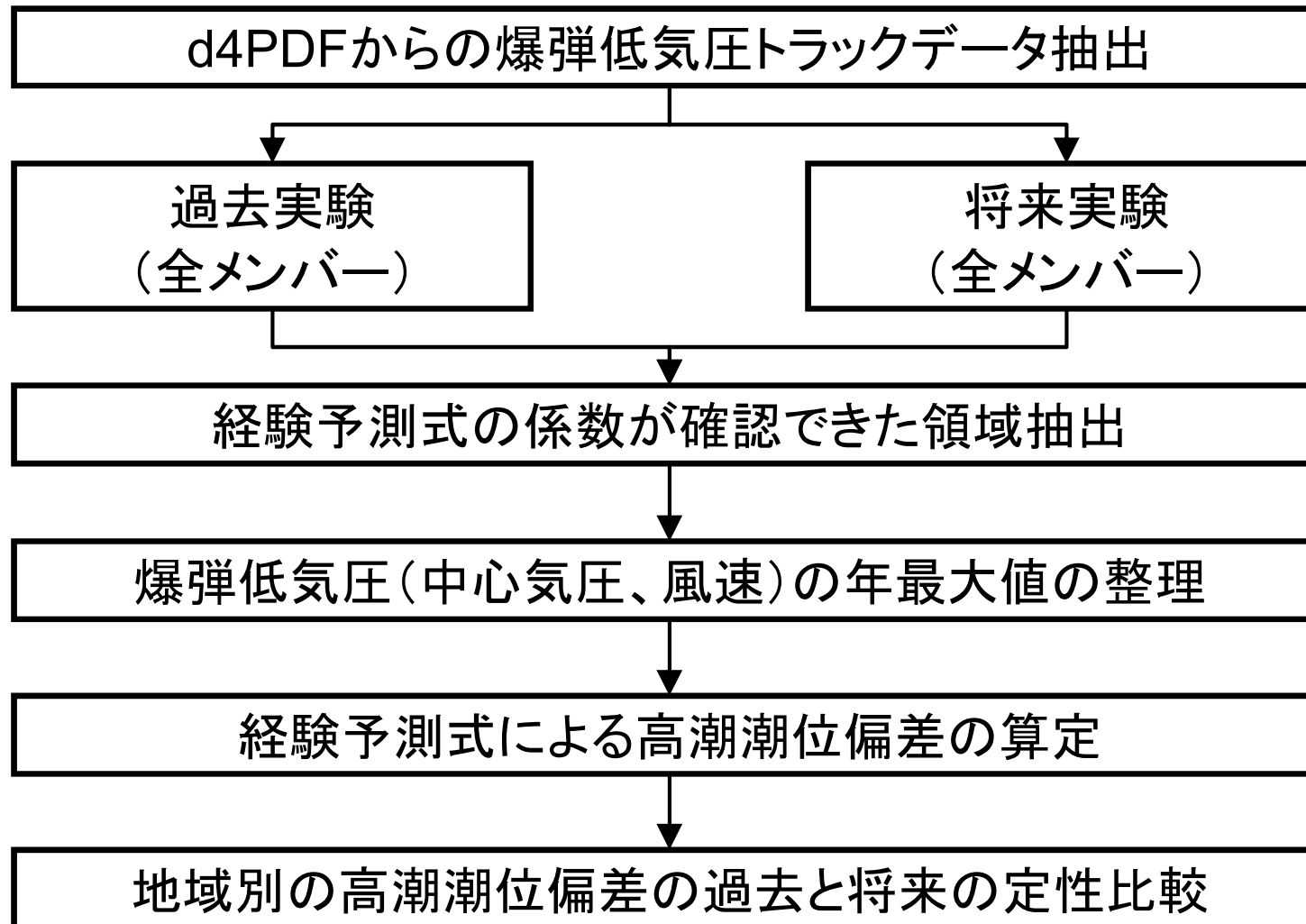
d4PDF過去実験とd4PDF将来実験の比較(全メンバー)



※爆弾低気圧情報データベース及びd4PDFのトラックデータを2.5度刻みの範囲で1爆弾低気圧ごとに最低中心気圧を抽出し図化した。

d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)①

○d4PDFの過去実験と将来実験のアンサンブルメンバーから経験予測式を用いて高潮潮位偏差を算出し、対象領域別の過去と将来の高潮リスク定性比較を行う。



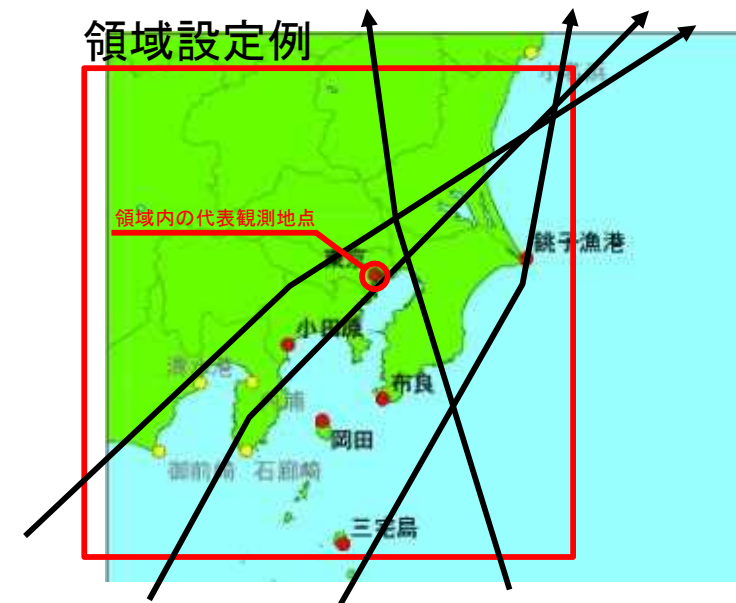
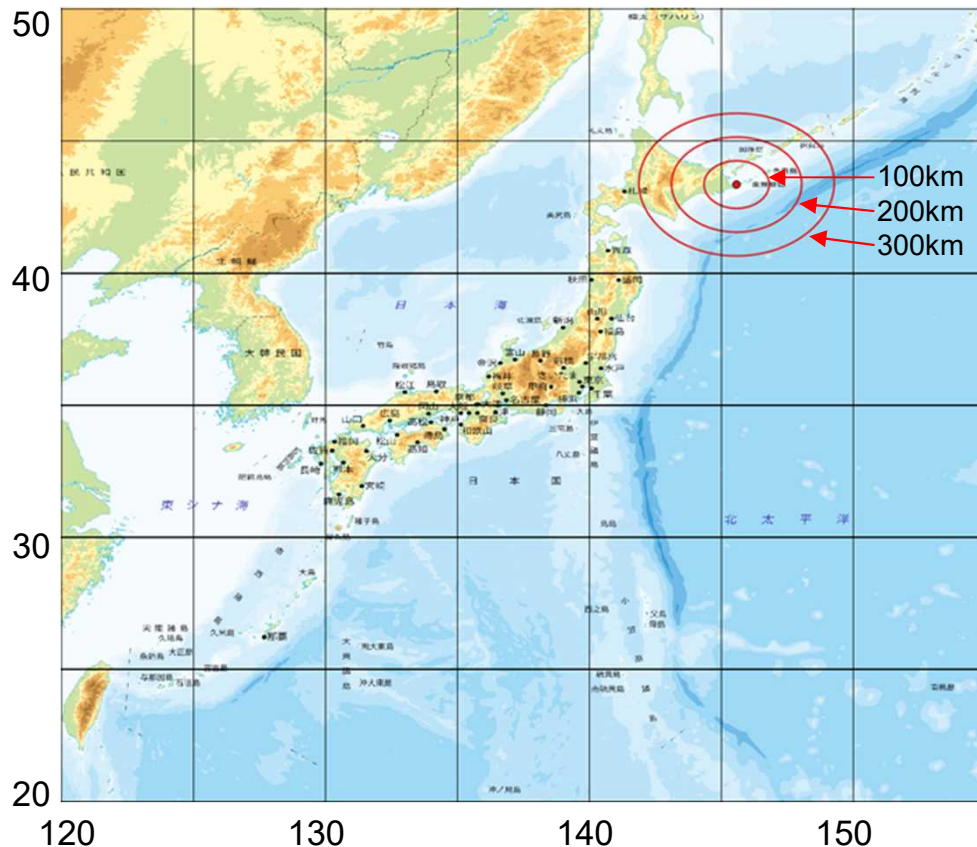
※ なお、今回の分析では、過去実験と将来実験の差異の傾向を分析することが目的であるため、定量化にあたっては、実績データとのバイアスを分析し補正することなどを検討する必要がある。

d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)②

- 日本沿岸域における過去気候と将来気候の高潮の定性的な傾向把握を目的とし、高潮経験予測式による潮位偏差を算出する。

【前提条件】

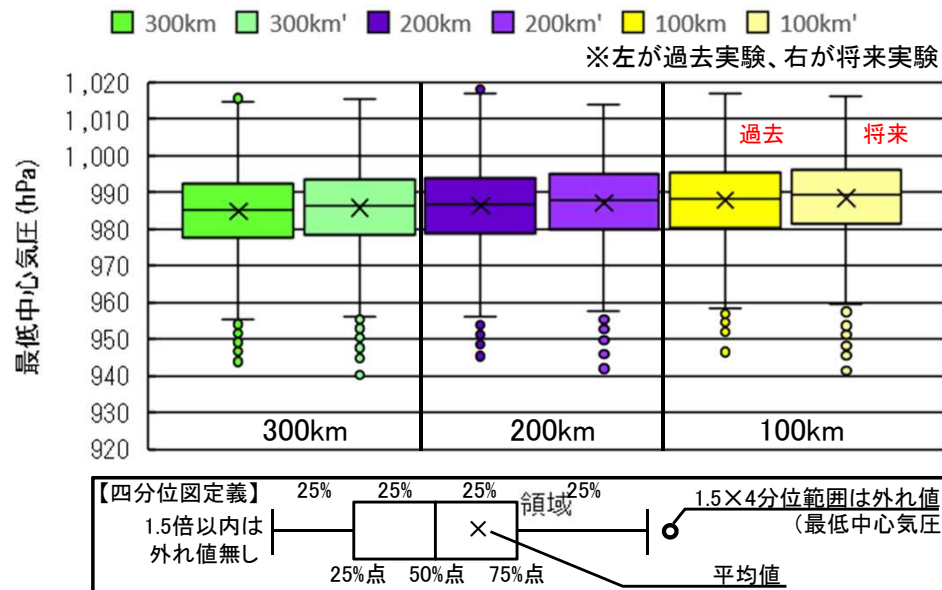
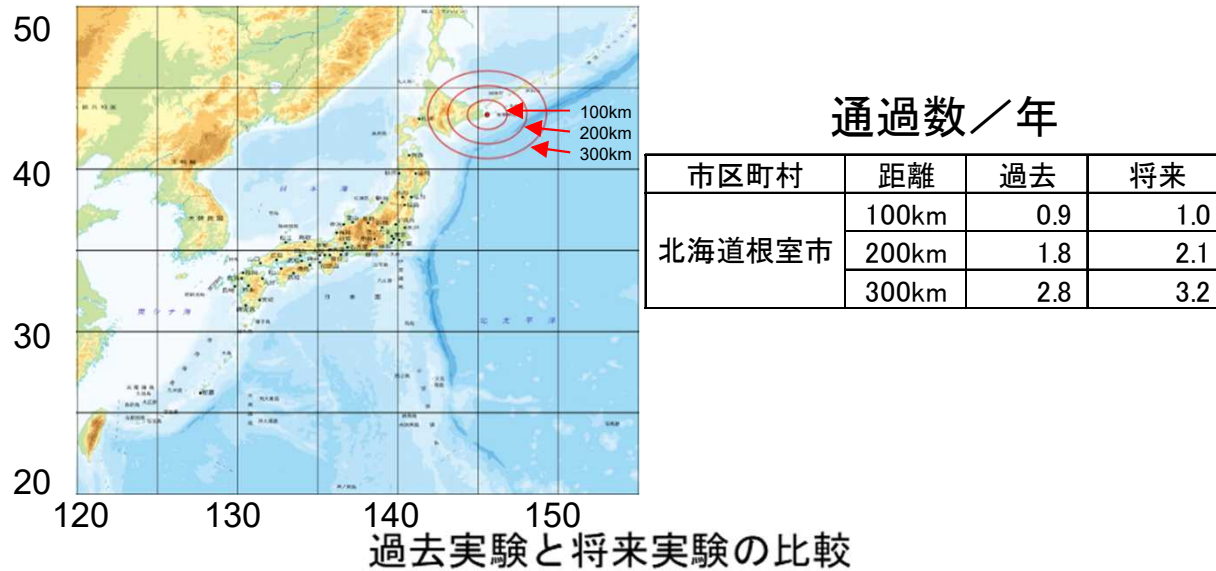
- 高潮経験予測式の係数が確認できた根室を対象として、領域を設定した。
- 潮位偏差の定量評価ではなく、過去と将来の相対比較が目的であるため、領域内を通過する爆弾低気圧の最低中心気圧と風速を予測式に適用する爆弾低気圧強度として仮定する。
- 主方向となす最大風速のなす角度については爆弾低気圧経路と同一方向を風向と仮定して求める。
- 波浪の碎波によるウェイブセットアップの影響は考慮しない。



領域内を通過する爆弾低気圧の最低中心気圧と風速 65

d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)③

- 過去実験と将来実験の高潮偏差を算出した領域内の爆弾低気圧通過数は同程度である。
- 過去実験と将来実験の高潮偏差を算出した領域内の最低中心気圧は最低値に近い極端な領域を除いて、両者は同程度である。



【高潮計算方法】

d4PDFにおける爆弾低気圧の高潮の将来変化予測を下記高潮簡易推定式を用いて算定

$$h = a(1010 - SLP) + bW^2 \cos(\theta_0 - \theta) \quad (1)$$

係数a,bは過去の観測資料から求められる各地点の係数である。

表-2 高潮簡易推定式における係数の算定結果と推定精度

	観測値ベース	数値モデルベース
係数 a	2.020	2.008
係数 b	0.087	0.079
RMSE	0.154	0.066
相関係数	0.778	0.900

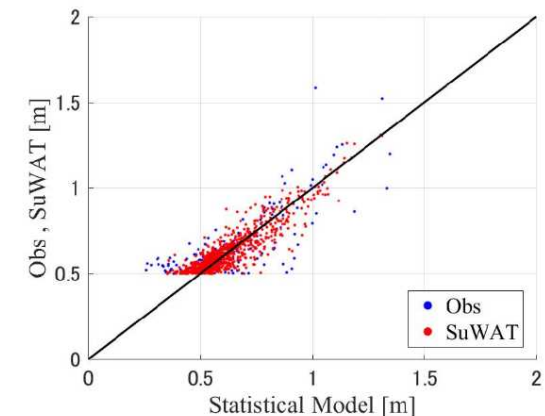


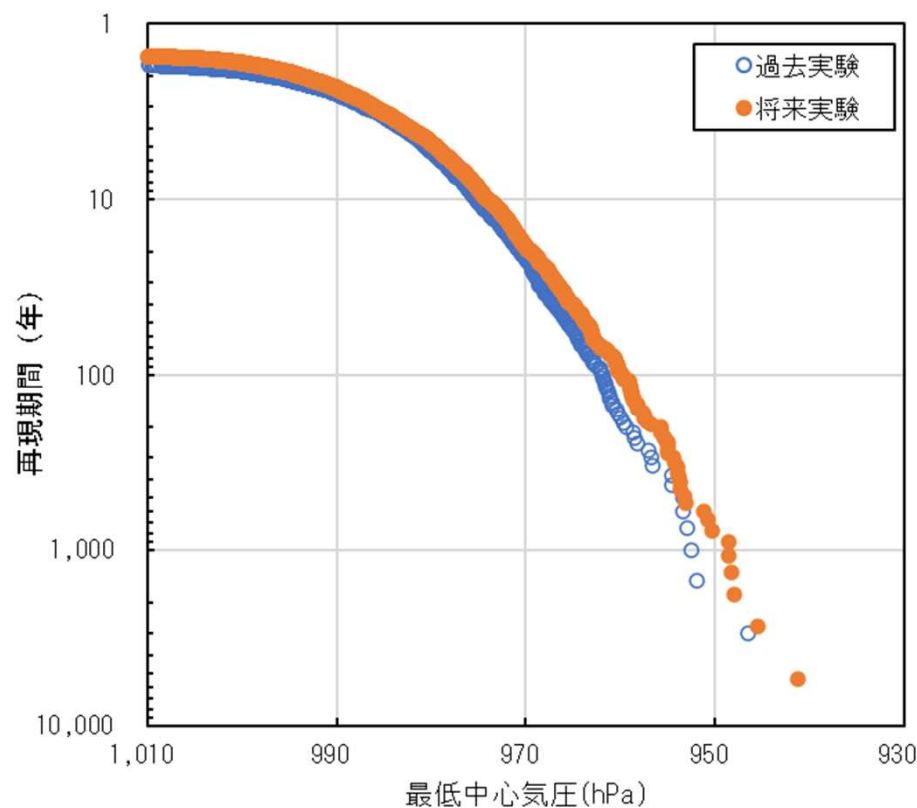
図-5 表-2の係数に基づいた高潮簡易推定式によって推定された高潮偏差の値と観測値、計算値の関係

d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

- 最低中心気圧については、最低値に近い極端に低い気圧の領域で、将来実験の方が発生頻度が高くなる。
- 潮位偏差の予測結果についても、極端に大きな偏差の領域で、将来実験の方が発生頻度が上昇する傾向となった。
- 対象領域を変えて検討したが傾向は同じだった。

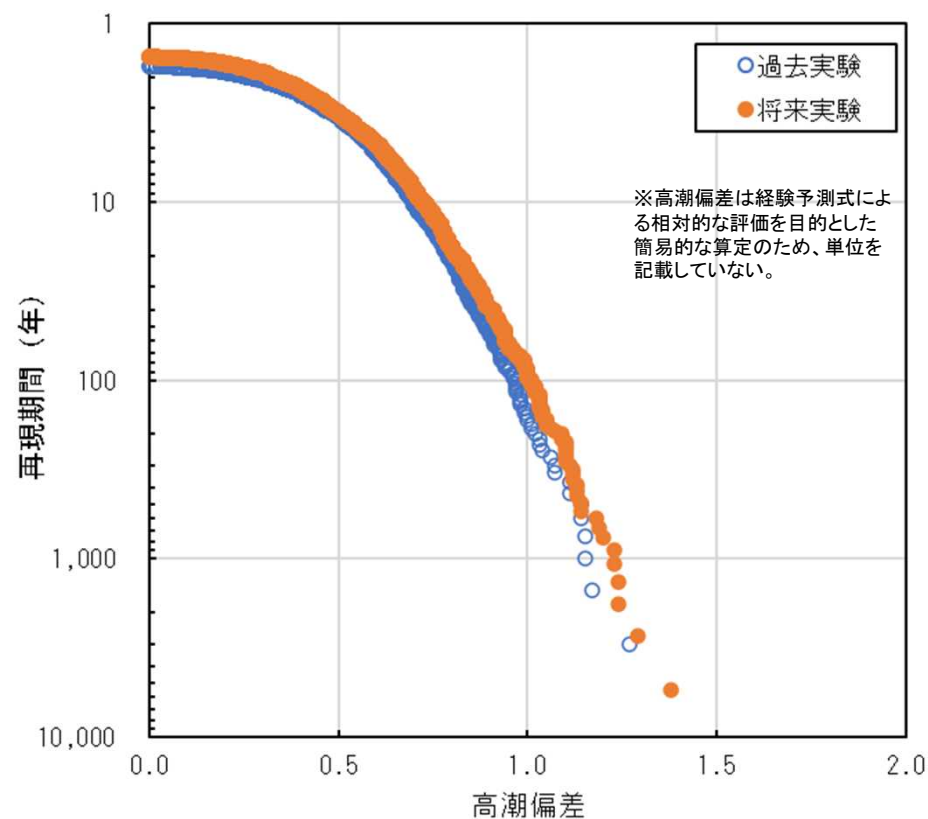
最低中心気圧(全メンバー)

根室地点(100km)



高潮偏差(全メンバー)

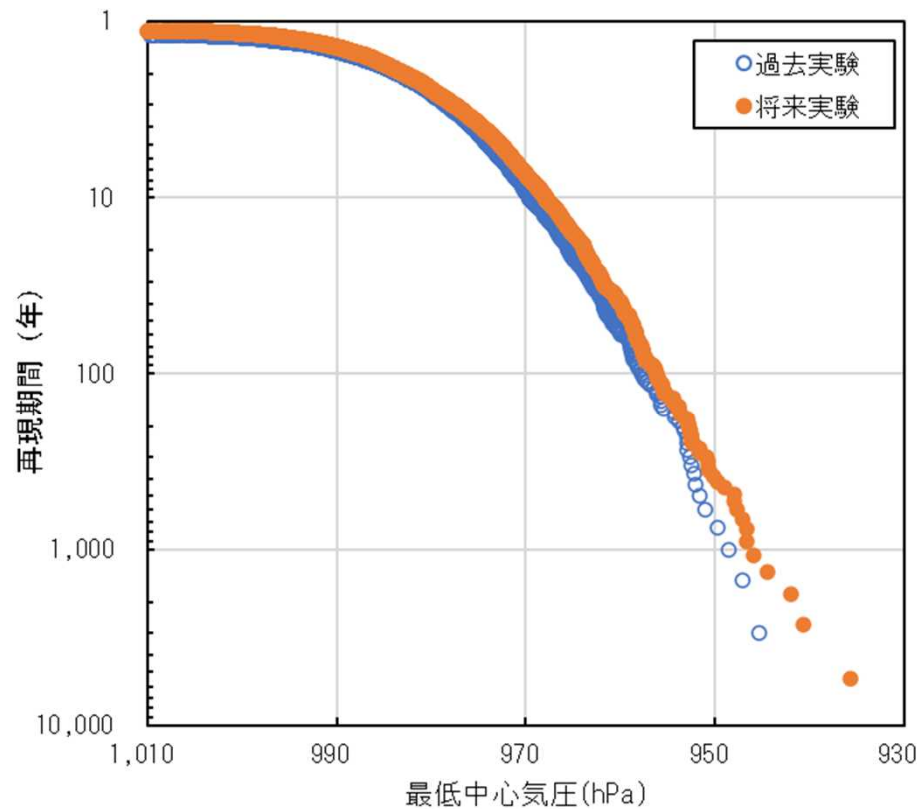
根室地点(100km)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

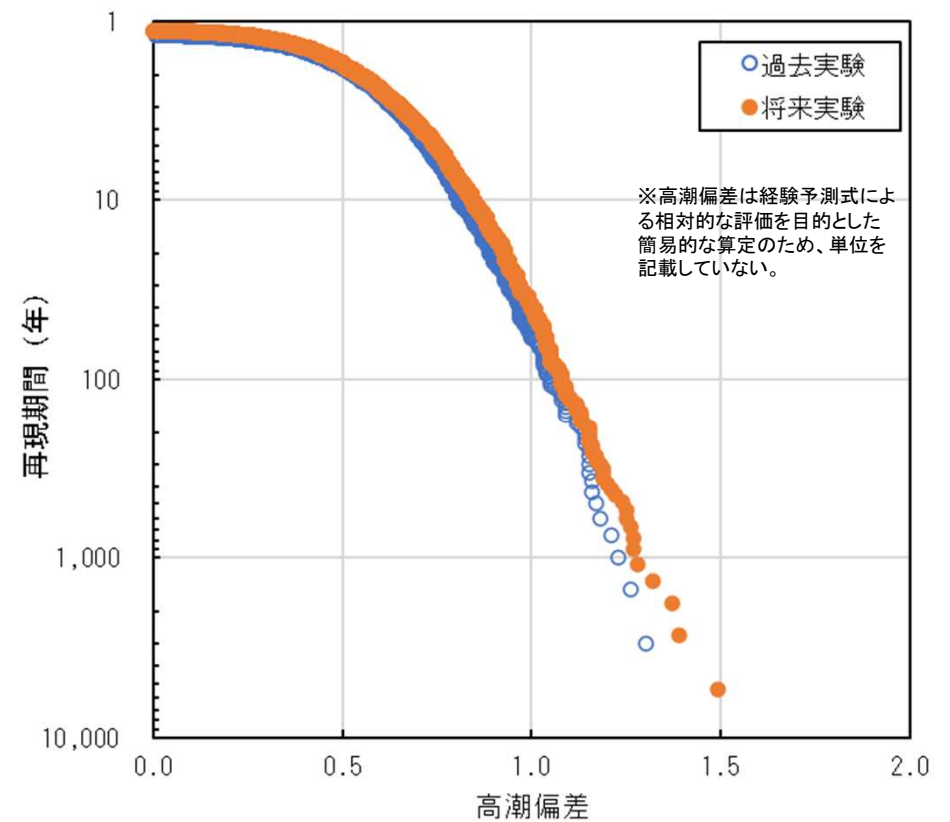
最低中心気圧(全メンバー)

根室地点(200km)



高潮偏差(全メンバー)

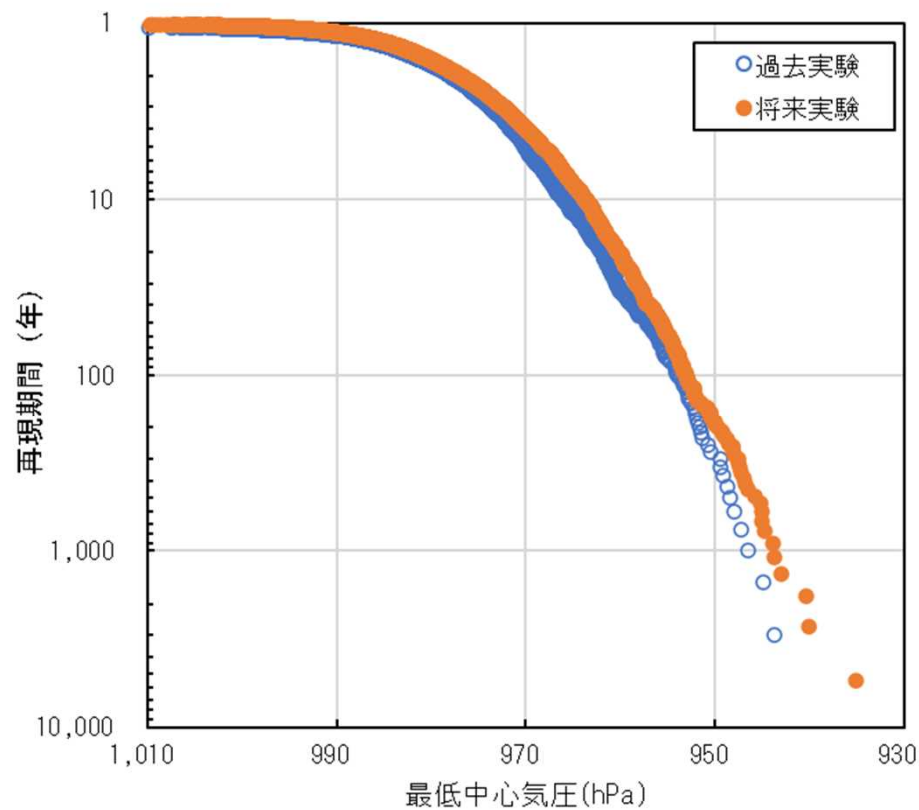
根室地点(200km)



d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差への影響評価(試行)【結果】

最低中心気圧(全メンバー)

根室地点(300km)



高潮偏差(全メンバー)

根室地点(300km)

