資料4

d4PDFの活用による気候変動の影響評価

- 潮位偏差の増大量や波浪の強大化等の影響分の定量化に向けて-

令和2年3月27日

潮位偏差の増大量や波浪の強大化等の影響分の定量化に向けて

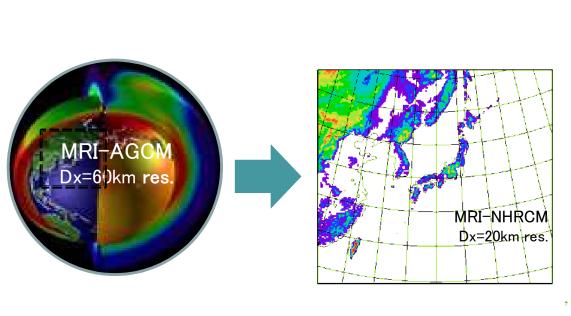
- 気候変動の影響による<u>潮位偏差の増大量や波浪の強大化等の影響分について、</u> 定量化の取組は、一定程度進められているものの、<u>海面上昇量に比べて十分ではない</u>状況。
- 一方、<u>今後の海岸保全</u>において、海面上昇量だけでなく、<u>潮位偏差や波浪</u>に対する <u>気候変動影響をどのように考慮するか</u>についても、具体的な議論を深めていく必要がある。
- そのため、<a>これら事象による影響の定量化を進めていく必要がある。
- こうした検討をするための手段として、現時点で活用しうるものとして、<u>気候変動の影響を</u> <u>考慮した多数の気象現象の計算(アンサンブル計算)を行ったデータベース(代表的なもの</u> としてはd4PDF)の台風データ等を活用することが考えられる。
- 本資料では、文部科学省の委託研究等により作成されたd4PDFの台風データについて、 観測結果との比較や、過去実験と将来実験の差異の傾向を分析するとともに、 d4PDFの台風データを用いて過去及び将来のケースにおける潮位の極値を簡易的に 解析し、気候変動による潮位偏差の変化の傾向を分析した結果を示す。
- ここでは、これらの情報を踏まえ、気候変動による<u>潮位偏差の増大量や波浪の強大化等の</u> <u>影響分の定量化</u>を今後検討していくにあたり、<u>d4PDFのデータの活用方法や留意点等</u>に ついて、ご議論いただきたい。

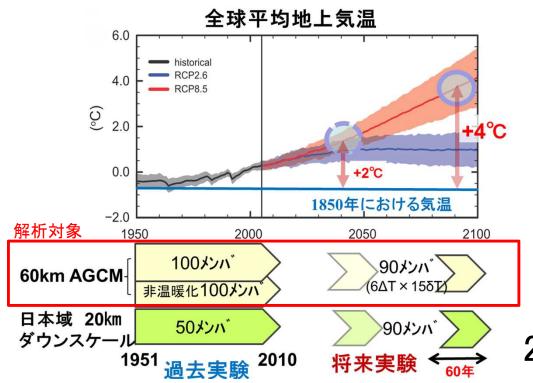
地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)

- O 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)
- 高解像度の大気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

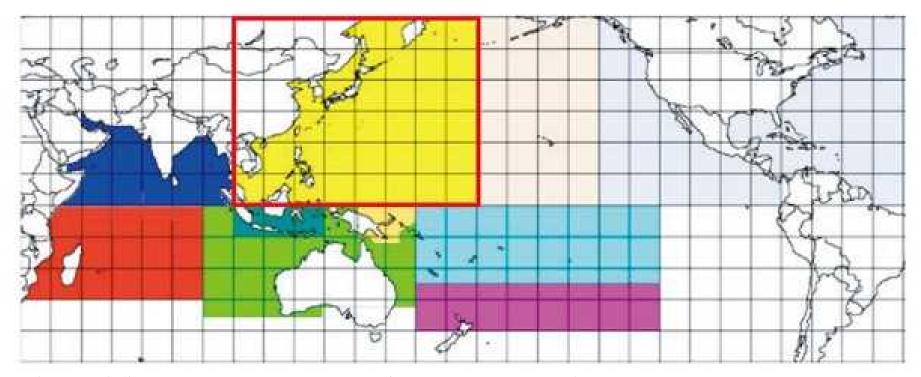




気象庁ベストトラックデータ

- ○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

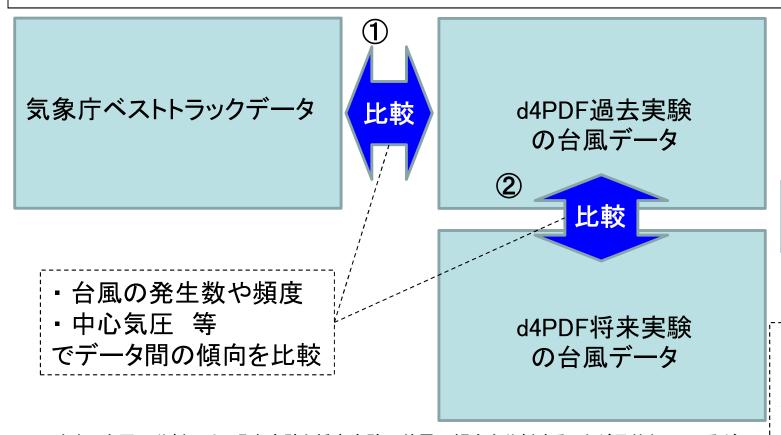


赤枠内(赤道~北緯60度、東経100~180度)が熱帯低気圧RSMC東京の責任領域。 この領域内の熱帯低気圧に関する解析・予報等の情報を周辺各国へ提供します。

> 出典: 気象庁 「第3部 気象業務の国際協力と世界への貢献」 https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/hakusho/2019/index5.html

本資料におけるd4PDFデータの分析

- 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



③ 代表地点における 潮位偏差の将来変化の 傾向を分析

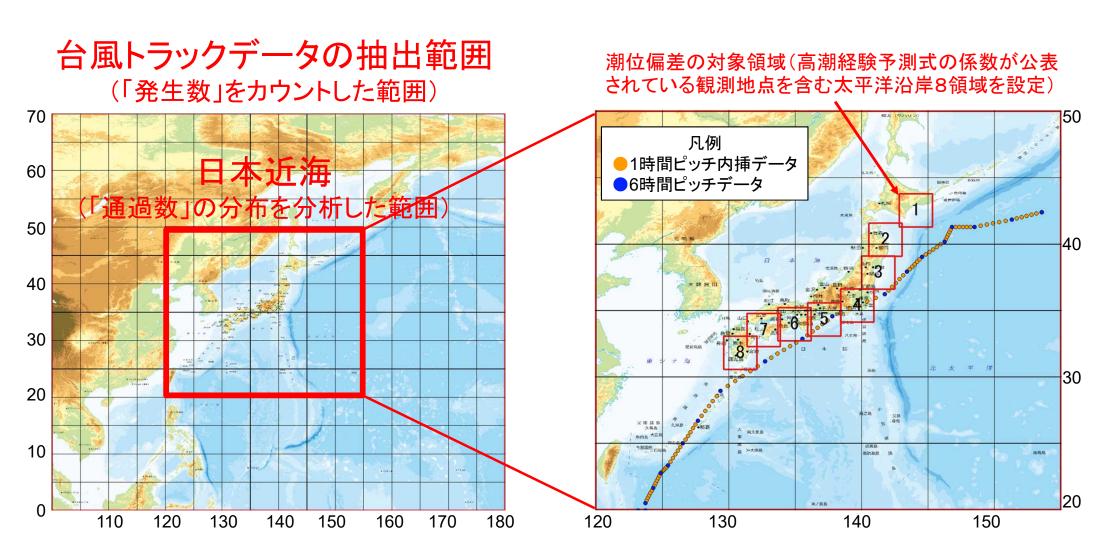
全国8地点を抽出し、各地点に おいて、影響する台風の気圧・ 風速等のデータから、簡易予測式 を用いて潮位偏差を推定し、潮位 偏差の極値を統計的に解析※

※ 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

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

d4PDF(台風トラックデータ)の抽出範囲等

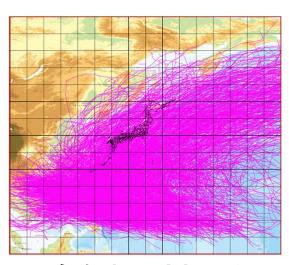
○ d4PDF(全球 60km AGCM)から台風を抽出し、さらに日本近海のデータを 1時間ピッチ内挿データを作成した。



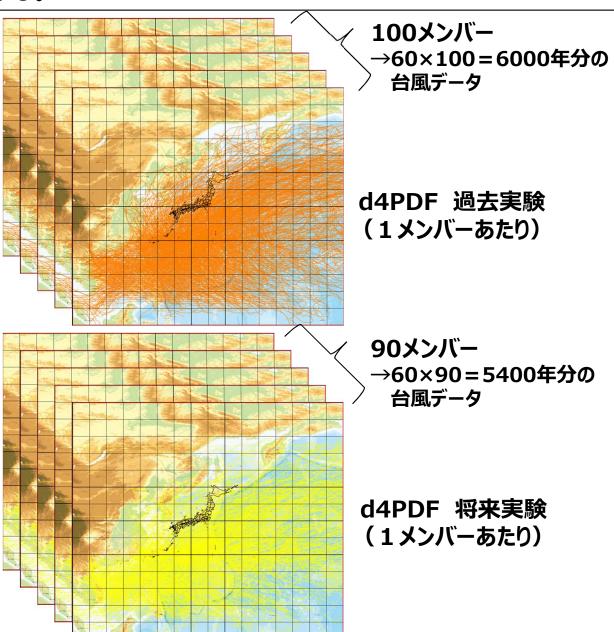
※上陸とは、台風の中心が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合をいう(気象庁)。本資料では国土地理院の地球地図日本のポリゴンデータから沖縄県を除いたポリゴンデータを作成し、その範囲内に含まれるものを上陸数として集計した。

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



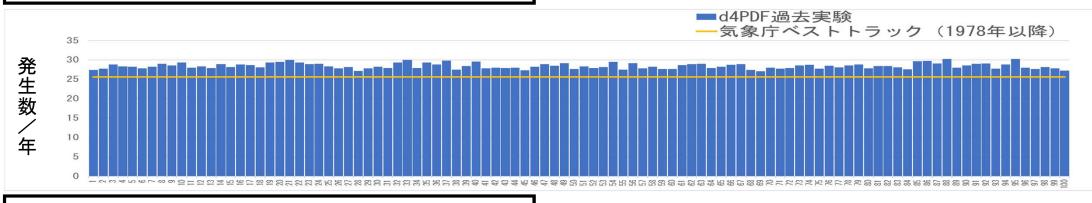
台風の発生数の比較

- 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。

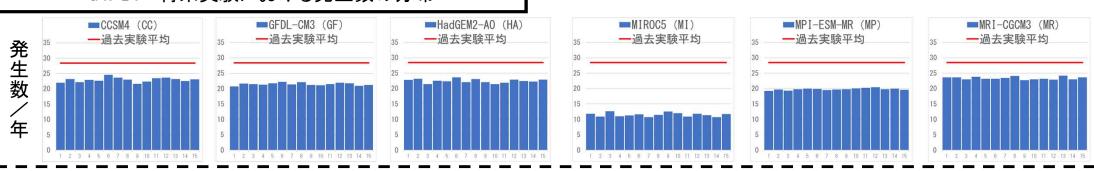
台風の発生数

- ・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

2.9個/年

2.9個/年

1.8個/年

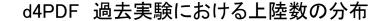
- 気象庁ベストトラックと過去実験の台風の上陸数は、同程度である。
- 過去実験と比べて、将来実験の台風の上陸数は少ない。

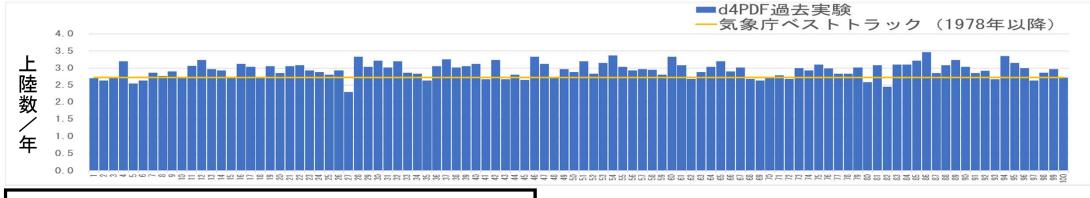
※ 上陸とは、台風の中心が北海道、本州、四国、九州 の海岸線に達した場合をいう(気象庁)。本資料では 国土地理院の地球地図日本のポリゴンデータから 沖縄県を除いたポリゴンデータを作成し、その範囲内 に含まれるものを上陸数として集計した。

台風の上陸数

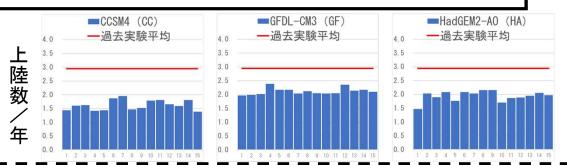
- ・気象庁ベストトラック(1951年~2010年)
- ・d4PDF過去実験(全メンバーの平均)
- ・d4PDF将来実験(全メンバーの平均)

2.7個/年(1978年以降)

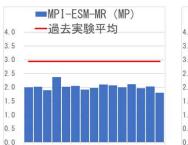




d4PDF 将来実験における上陸数の分布







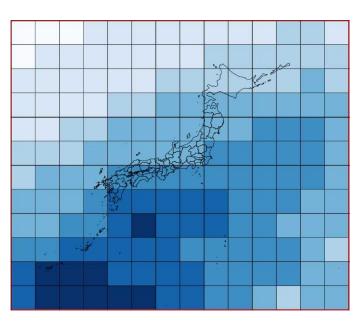


日本近海の台風通過数の比較

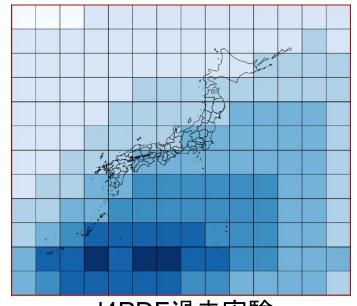
○気象庁ベストトラックと比べると、過去実験では、台風通過数が少ない結果となっている。

〇過去実験と比べて、将来実験の日本近海の台風通過数※は少ない。

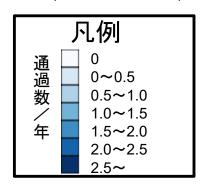
※2.5度メッシュ内を通過する台風の個数をカウント

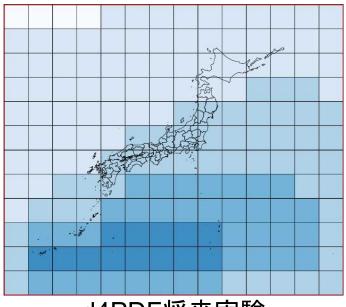


気象庁ベストトラックデータ



d4PDF過去実験 (全メンバー)

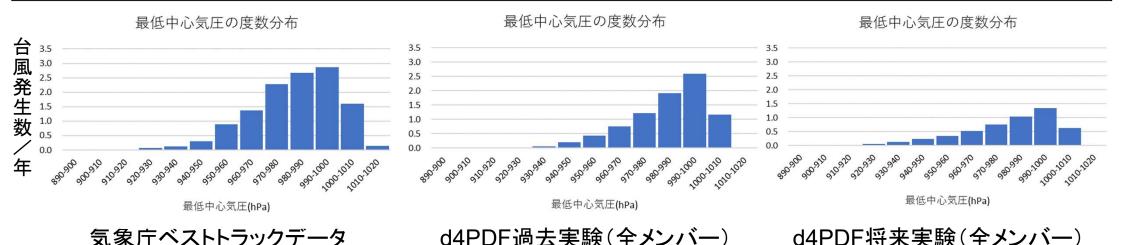


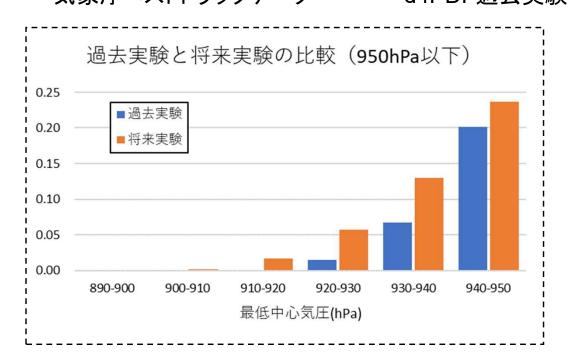


d4PDF将来実験 (全メンバー)

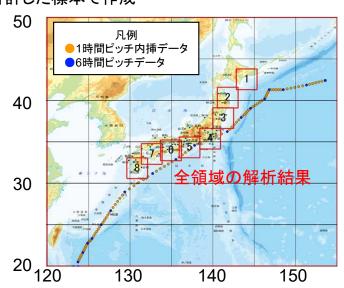
太平洋沿岸8領域の台風の最低中心気圧※の分布状況の分析

○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。



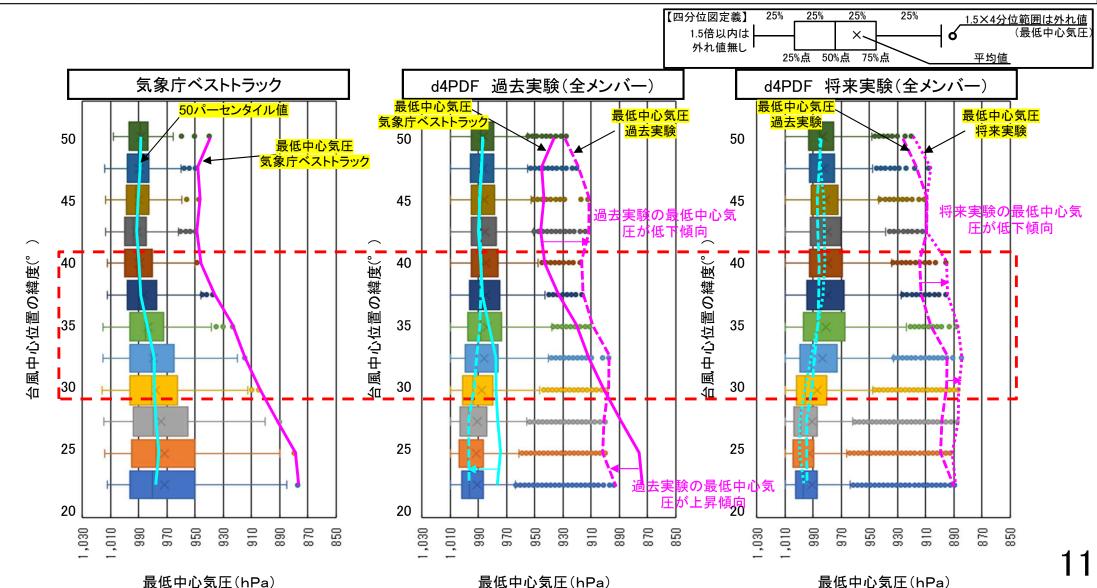


※ 太平洋沿岸8領域内の1台風毎の最低中心気圧を抽出し、 合計した標本で作成



日本近海の最低中心気圧の分布状況の分析

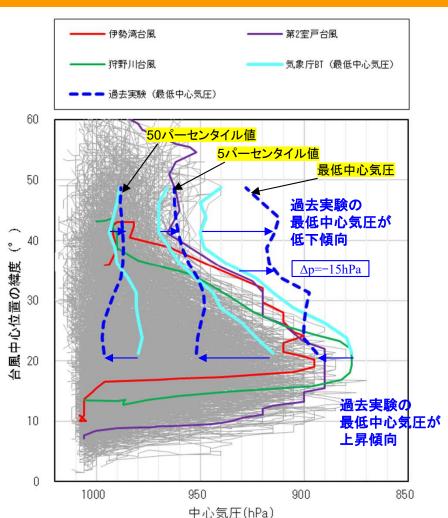
- 〇 気象庁ベストトラックとd4PDF過去実験の最低中心気圧を比較すると、北緯20度付近はd4PDFの 最低中心気圧が高い傾向にある一方で、北緯40度付近ではd4PDFの最低中心気圧が低い傾向にある。
- 〇 d4PDFの過去実験と将来実験を比較すると、北緯30度から北緯40度付近にかけて将来実験の最低中心気圧が低くなる傾向にある。



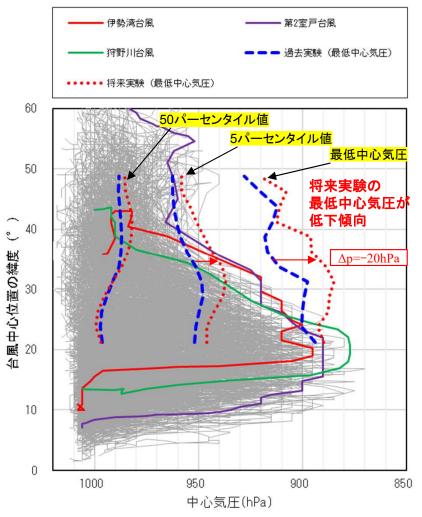
日本近海の最低中心気圧の分布状況の分析

- 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。
- 〇 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。

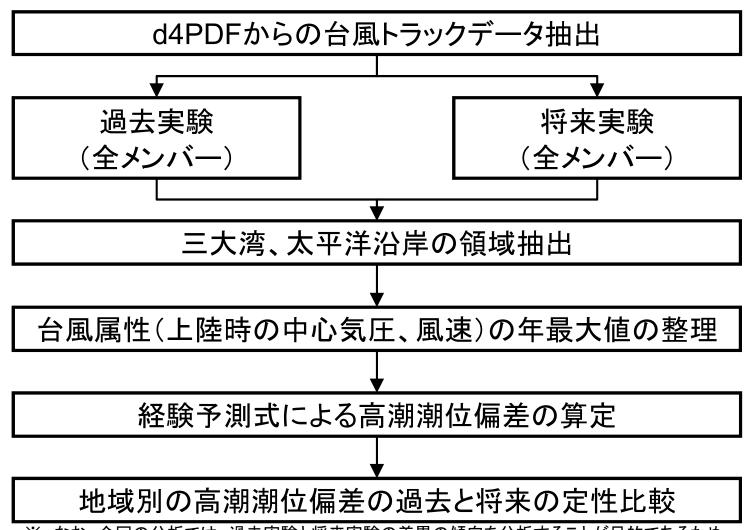
気象庁ベストトラックとd4PDF過去実験(全メンバー)の比較



d4PDF過去実験とd4PDF将来実験の比較(全メンバー)

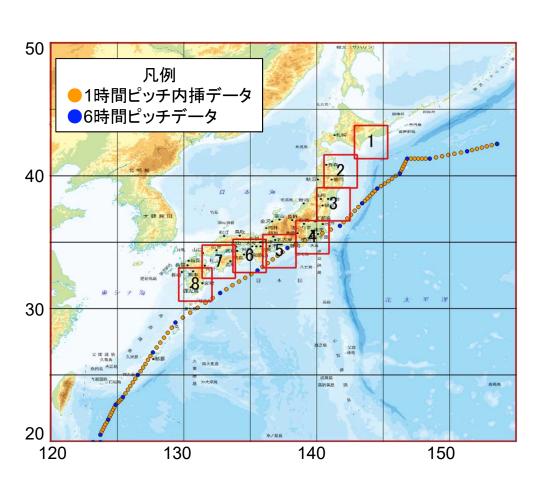


〇 d4PDFの過去実験と将来実験のアンサンブルメンバーから気象庁の経験予測式を 用いて高潮潮位偏差を算出し、沿岸地域別の過去と将来の高潮リスク定性比較を行う。



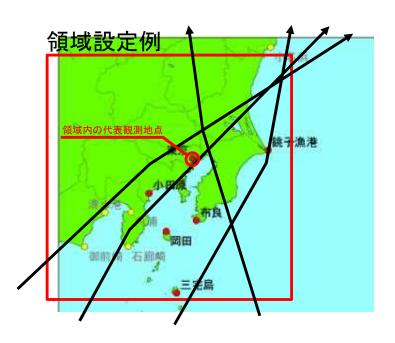
[※] なお、今回の分析では、過去実験と将来実験の差異の傾向を分析することが目的であるため、 定量化にあたっては、実績データとのバイアスを分析し補正することなどを検討する必要がある

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。



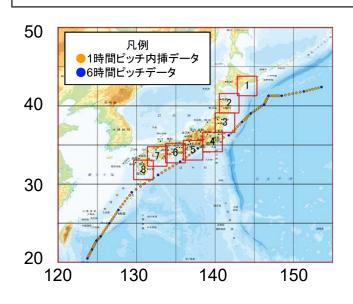
【前提条件】

- ▶ 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。
- ▶ 波浪の砕波によるウェイブセットアップの影響は考慮しない。



領域内を通過する台風の最低中心気圧と風速 14

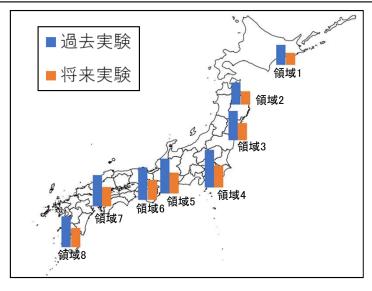
- 過去実験と比べて、将来実験の高潮偏差を算出した領域内の台風通過数は少ない。
- 過去実験と比べて、将来実験の方が最低中心気圧が低い。



領域通過数/年

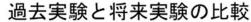
解析 領域	高潮偏差 算出地点 [※]	過去実験	将来実験	
領域1	釧路	0.7	0.4	
領域2	八戸	0.8	0.5	
領域3	鮎川	1.0	0.6	
領域4	東京	1.3	0.8	
領域5	名古屋	1.2	0.7	
領域6	大阪	1.1	0.7	
領域7	뜻	1.1	0.7	
領域8	鹿児島	1.1	0.7	

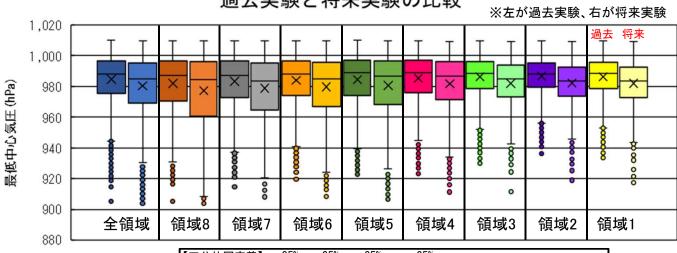
※高潮経験予測式の係数が公表されている気象庁観測地点名

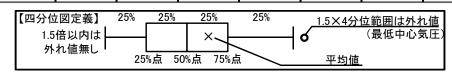


最低中心気圧(全メンバー)





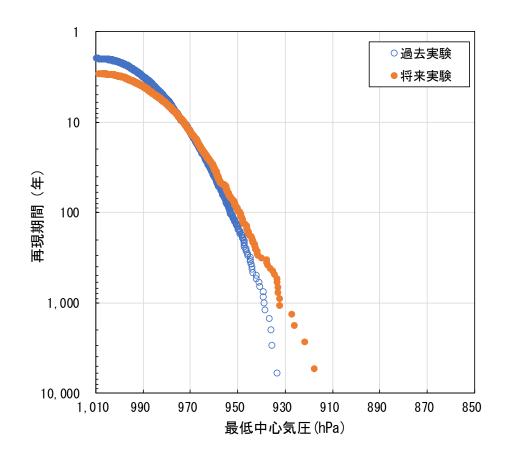




- 予測に用いた最低中心気圧については、極端に低い気圧の領域で、将来実験の方が 発生頻度が高くなる。
- 潮位偏差の予測結果についても、極端に大きな偏差の領域で、将来実験の方が 発生頻度が上昇する傾向となったが、上昇度合いは東京以北では相対的に小さかった。

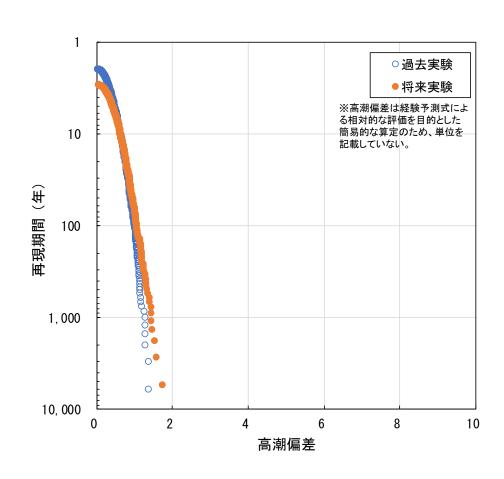
最低中心気圧(全メンバー)

釧路地点(領域1)

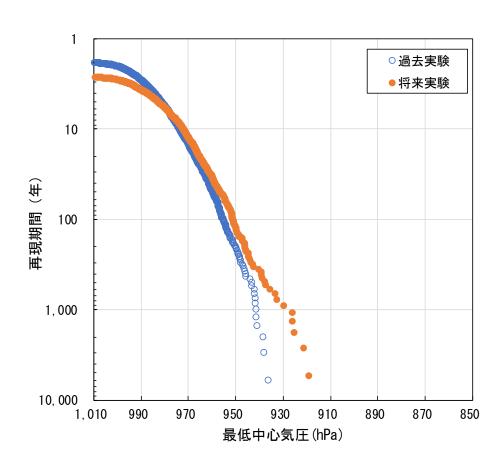


高潮偏差(全メンバー)

釧路地点(領域1)

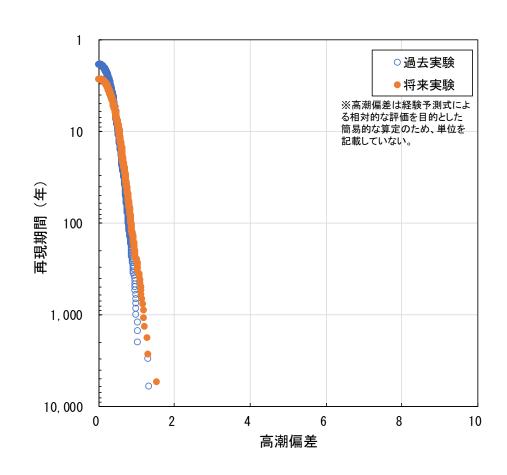


最低中心気圧(全メンバー) 八戸地点(領域2)

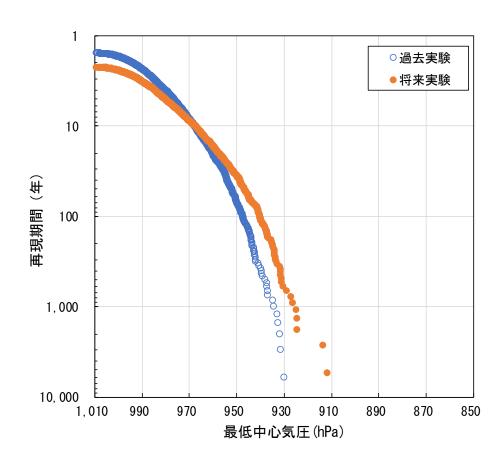


高潮偏差(全メンバー)

八戸地点(領域2)

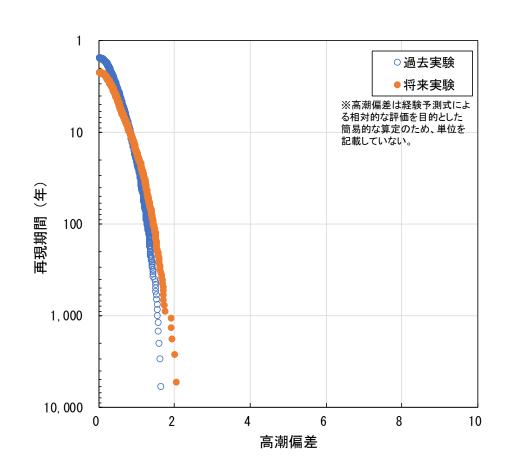


最低中心気圧(全メンバー) 鮎川地点(領域3)

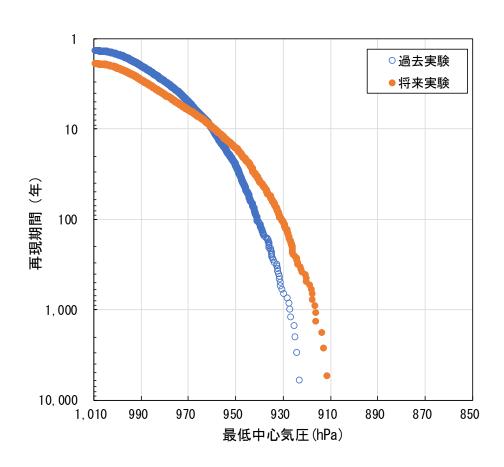


高潮偏差(全メンバー)

鮎川地点(領域3)

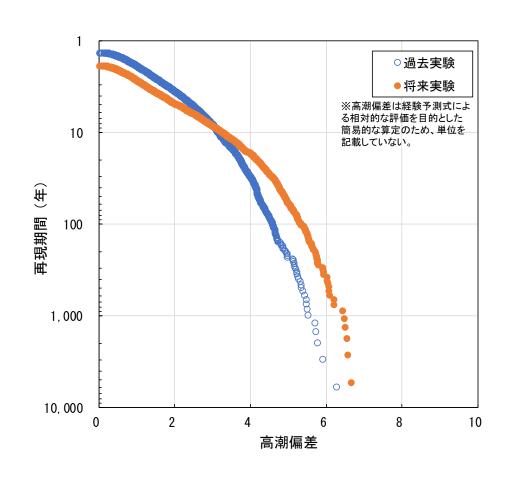


最低中心気圧(全メンバー) 東京地点(領域4)



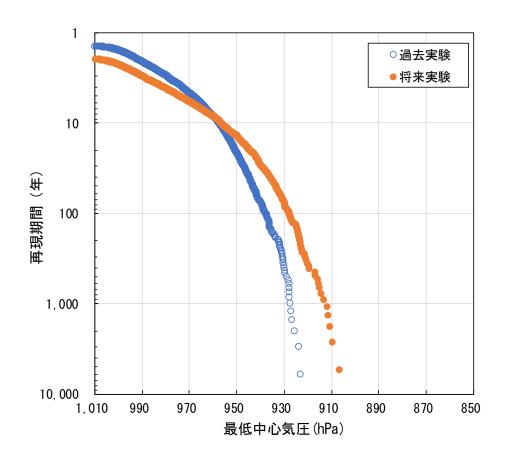
高潮偏差(全メンバー)

東京地点(領域4)



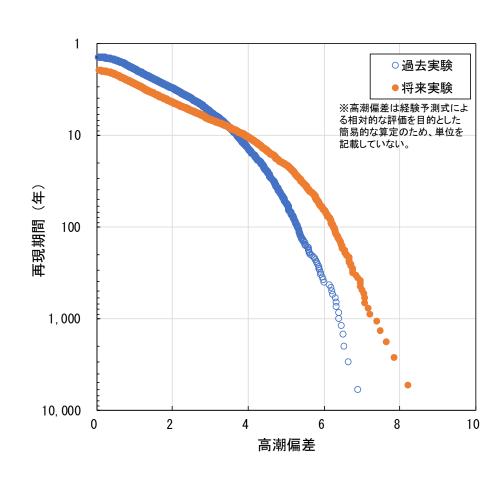
最低中心気圧(全メンバー)

名古屋地点(領域5)

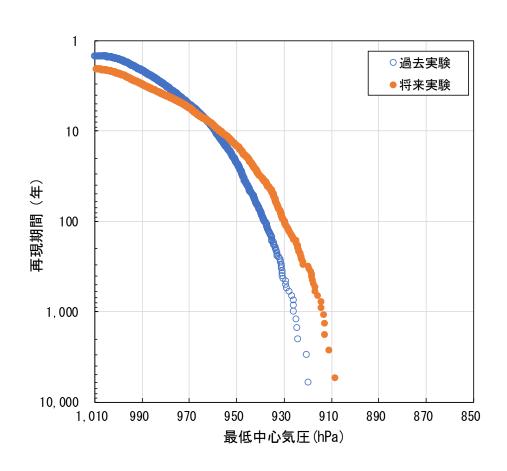


高潮偏差(全メンバー)

名古屋地点(領域5)

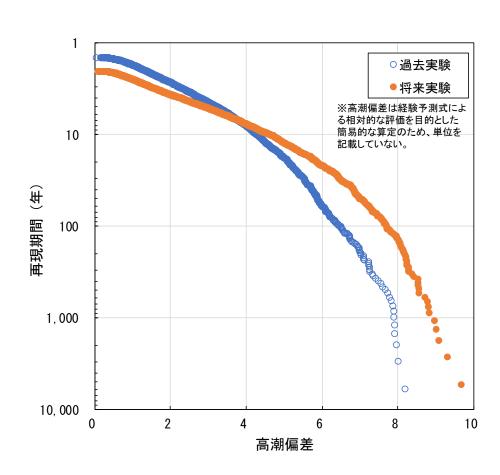


最低中心気圧(全メンバー) 大阪地点(領域6)

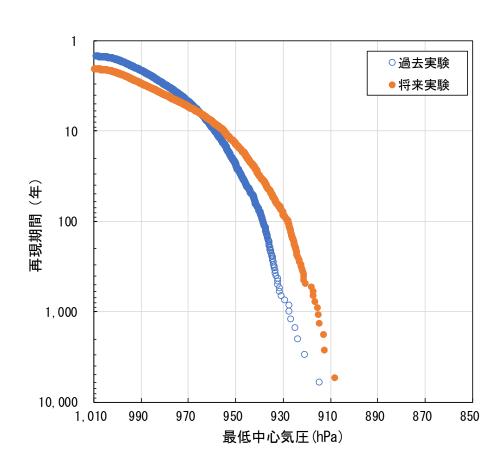


高潮偏差(全メンバー)

大阪地点(領域6)

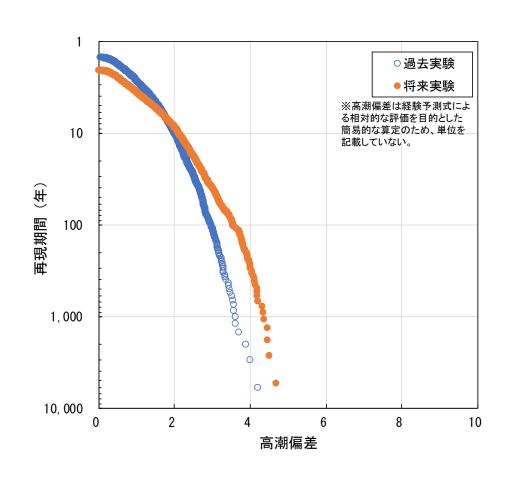


最低中心気圧(全メンバー) 呉地点(領域7)



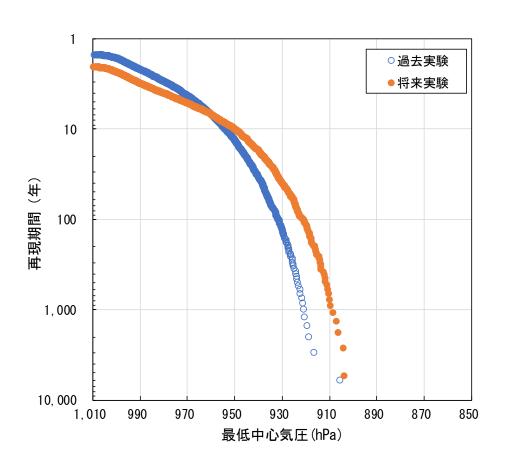
高潮偏差(全メンバー)

呉地点(領域7)



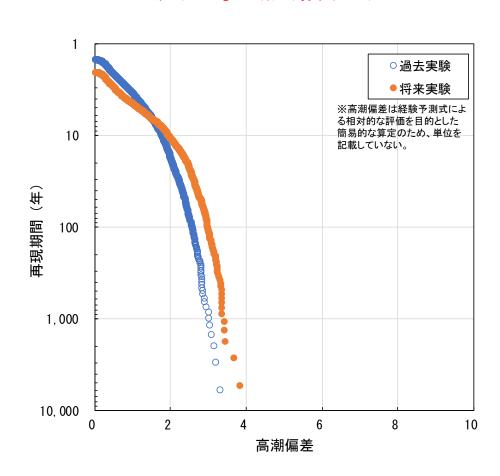
最低中心気圧(全メンバー)

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の活用による気候変動の影響評価(試行結果のまとめ)

- 今回は、d4PDFのデータを用いて気候変動による潮位偏差等の変化の傾向を定性的に分析。課題は以下のとおり。
- 潮位偏差の変化傾向を定量的に評価するには、今回特に明らかとなった最低中心気圧のバイアス等について補正が必要。
- 日本海側等、爆弾低気圧により極端現象が生じる地域については、低気圧データも分析が必要。
- 波浪の将来変化の傾向については、今回分析していないが、同様な手法で定量化ができるかどうかなどの検討が必要。

分析項目		気象庁 台風ベストトラックデータ × d4PDF過去実験 分析① 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 分析② 台風トラックデータ
台風トラックデータの傾向把握	発生数(p7)	同程度	将来実験の方が少ない
	上陸数(p8)	同程度	将来実験の方が少ない
	日本近海の通過数 (p9)	d4PDF過去実験の方が少ない	将来実験の方が少ない
	太平洋沿岸8領域の 発生数(p10)	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 緯度方向分布 (p11,12)	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
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 (p16-23)	_	極端事象は将来実験の最低中心気圧が低下傾向
	潮位偏差 (p16-23)	- 分析③	極端事象は将来実験の方が相対的に上昇 24

気候変動による潮位偏差等への影響評価の検討(今後の課題)

本資料では、d4PDFのデータを活用し、現在気候及び将来気候での潮位偏差の極値の生起確率分布の変化を分析する方法(下の【手法1】)を試行した結果を示した。

この試行により、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ができたため、引き続き、この方法による気候変動影響の定量化に向けて検討を進める必要がある。

その結果、気候変動影響を定量評価し海岸保全施設の設計に考慮する必要が認められた場合、 その見込み方について、各海岸の自然的・社会的な状況等も踏まえ、適切な手法を選択することも 重要。

※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】があり、今回は【手法1】を試行。

【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。

<u>【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</u>

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