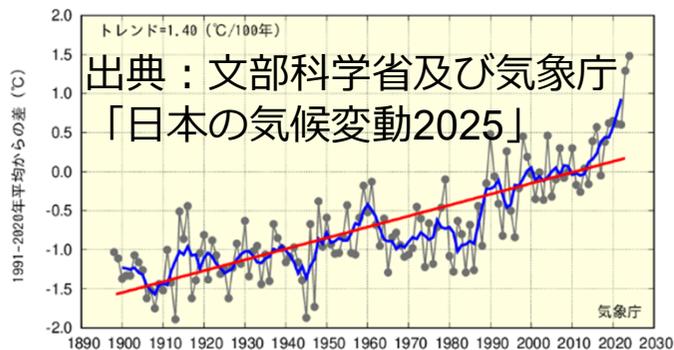


# 大規模アンサンブル気候予測データを用いた 九州沿岸における高潮特性の将来変化予測

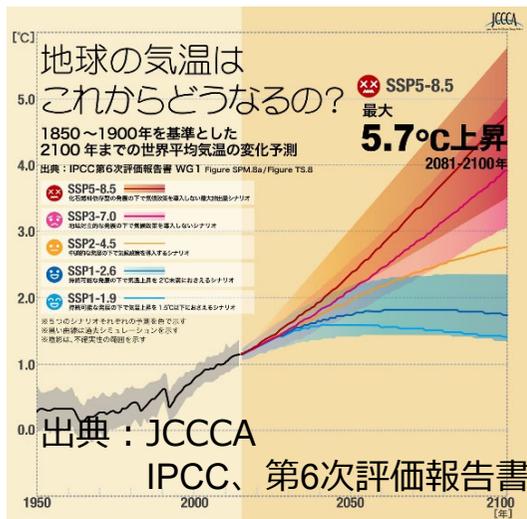
○河野 瞬、井手 喜彦、沖 俊介、有吉 隆太郎、  
山城 賢、児玉 充由

九州大学大学院 工学府 土木工学専攻 沿岸海洋工学研究室

## 気候変動は進む

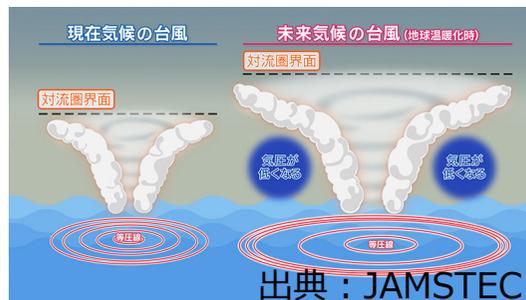


日本の年平均気温変化



世界平均気温の変化予測

## 台風特性の変化



- ・ 中心気圧が低くなる
- ・ 暴風域が広がる
- ・ 移動速度が下がる etc.

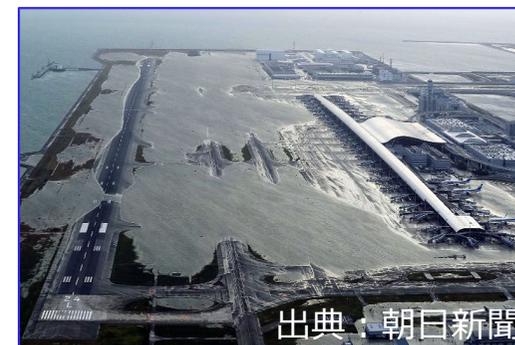
## 気象・海象の変化

- ・ 短時間強雨の頻度と規模の増加
- ・ 膨張、陸氷融解による海面水位の上昇 etc.

## 高潮被害の甚大化



八代海不知火町の高潮災害  
1999年18号台風



関西国際空港の高潮災害  
2018年21号台風

## ① 将来気候の高潮災害の有益な知見を得たい

- 地球温暖化・気候変動は進む
- 高潮災害の甚大化の可能性
- 観測結果だけで気候変動に伴う高潮の変化傾向の評価は難しい

## ② 九州地方に着目

- 台風の常襲地帯
- 高潮災害を受けやすい
- 九州以外の**特定の地域**や、九州でも**特定の海域**の検討が多い

## ③ 信頼性のある統計的分析

- **大規模アンサンブル気候予測データ**の極端現象の**再現精度向上**
- **特定の台風**に限定した研究が多い
- 数値シミュレーションの結果を統計的に解析した検討は少ない

## ④ 信頼性のある高精度の計算

- 簡易式などによる推定では精度や信頼性に課題が残る
- **数値シミュレーション**での検討も行われてはいるが、統計的・九州地方に注目となると少ない

## 本研究の目的



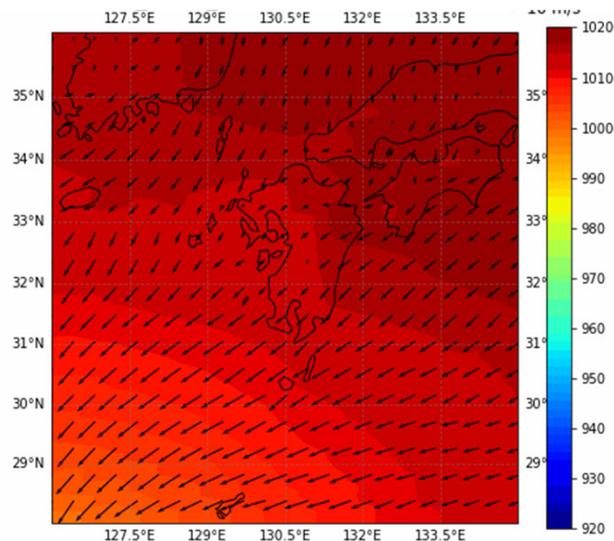
今までより高精度・信頼性のある高潮特性の把握

九州沿岸の将来の高潮災害リスクの評価に資する有益な知見を得る

## Step1

### 台風外力データ準備

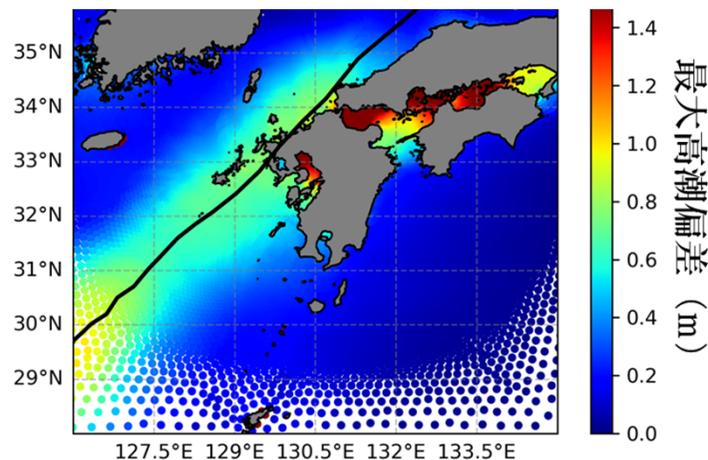
- d4PDF5km解像度ダウンロード
- 九州沿岸の台風データ抽出



## Step2

### 高潮偏差計算

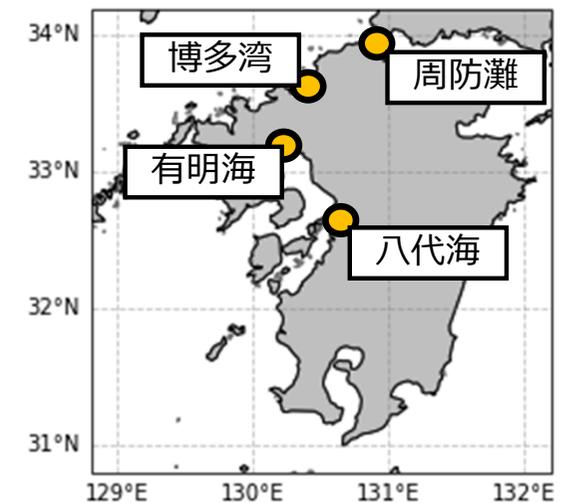
- 高潮シミュレーションモデルの構築
- FVCOMによる高潮偏差計算



## Step3

### 計算結果分析

- 計算結果の統計的分析・検討

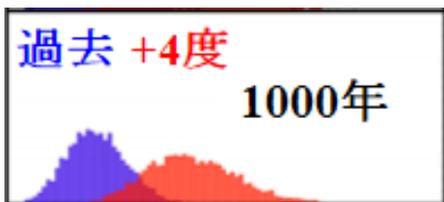
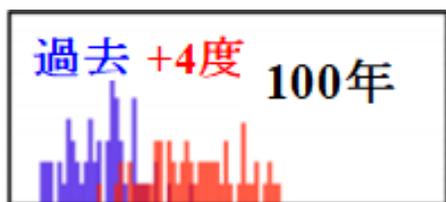


## 外カデータ

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)

これまでの  
気候予測モデル実験

d4PDF



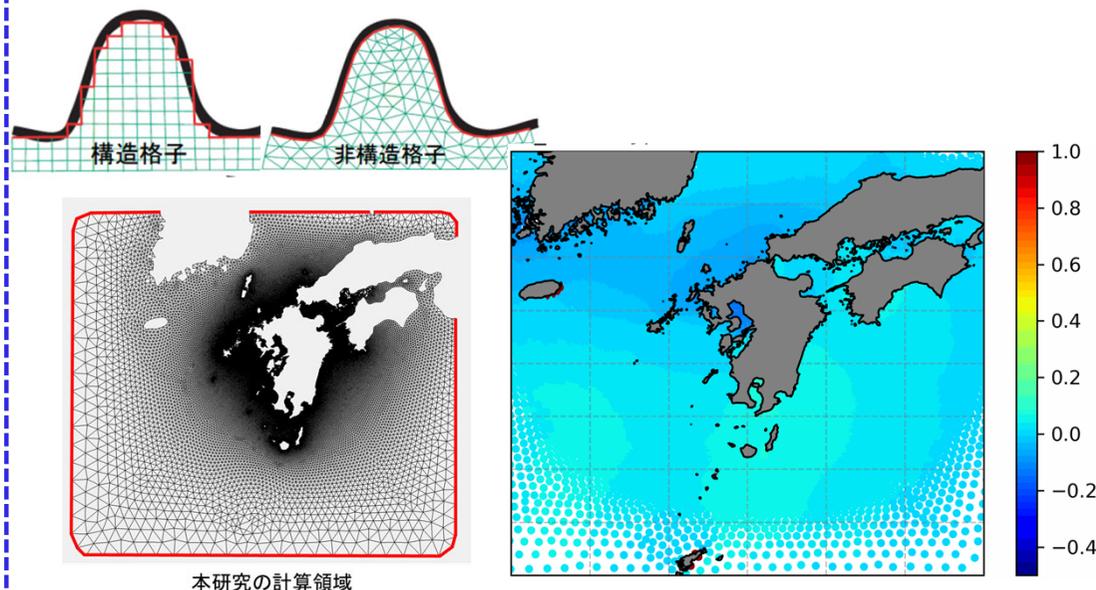
発生数が少ない極端現象(台風)を  
統計的に評価できる

最新の5km解像度のものを使用  
全国5kmメッシュアンサンブル気候予測データ

気候条件	メンバー数	計算年数	台風数
現在気候	12	720	2804
将来(4度上昇)気候	12	720	1836

## 数値シミュレーションモデル

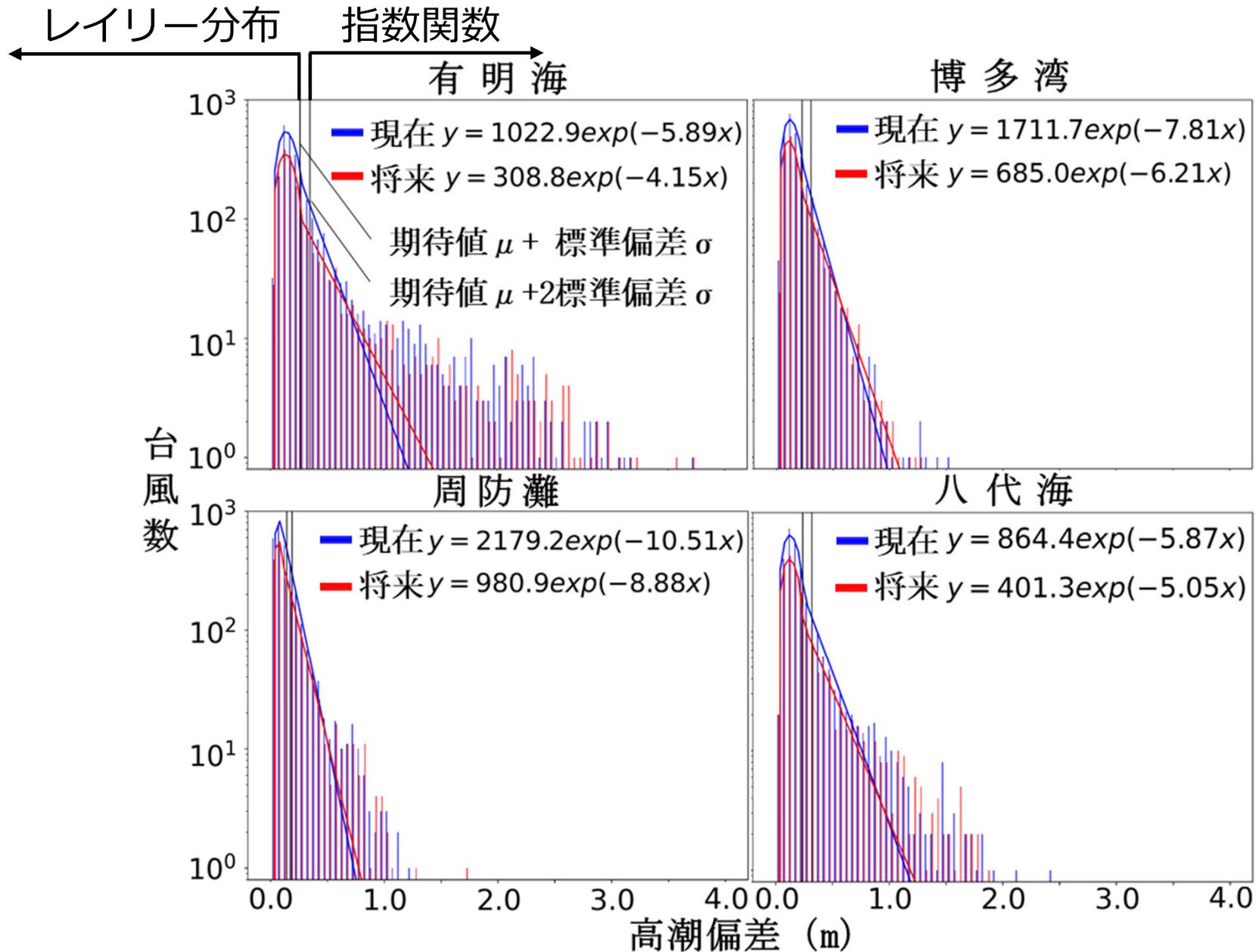
非構造格子モデル(FVCOM)



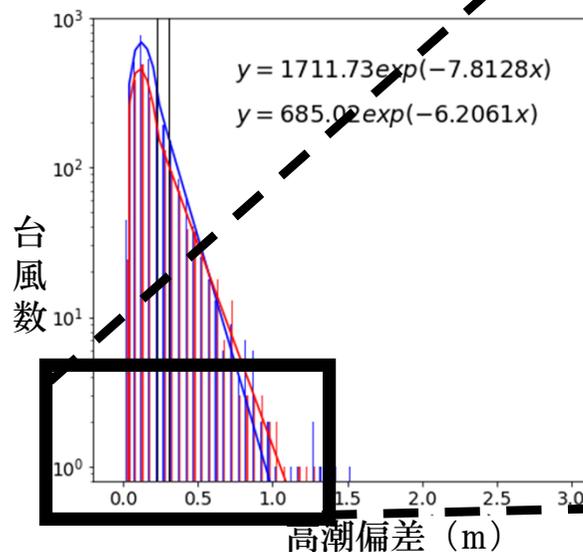
三角形の可変格子を用いる  
複雑地形を正確に表現 & 外洋の計算負荷軽減

ノード数	水平格子点間隔	鉛直層数	計算時間間隔
73585	九州沿岸で 最小1 km 開境界で 最大50km	3 ※σ座標	2 s

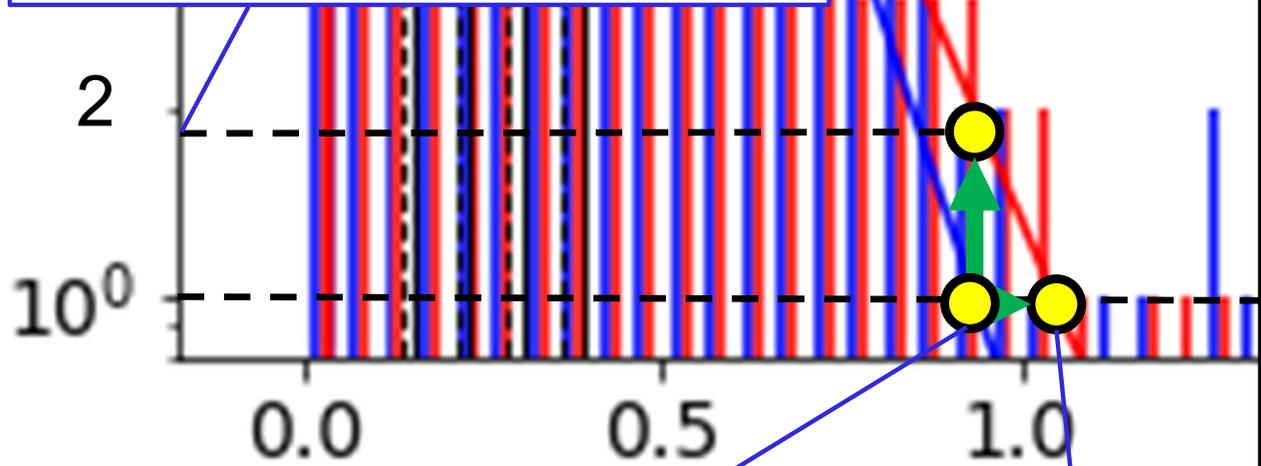
## 最大高潮偏差※ヒストグラム ※ある台風によって起きる高潮偏差の最大値



## ヒストグラム分析



現在気候720年確率の高潮偏差が  
 将来気候720年間で1.9回発生



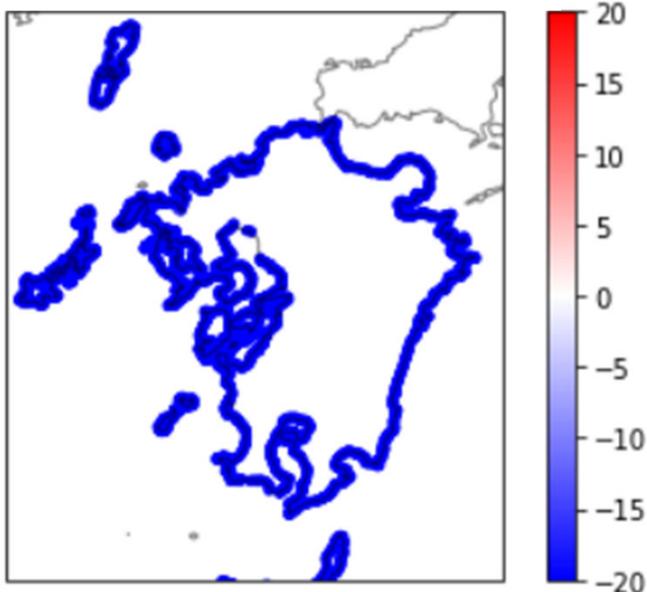
現在気候の720年間に1回生じる値  
 (= 720年確率) 0.95m

将来気候720年確率  
 1.05m

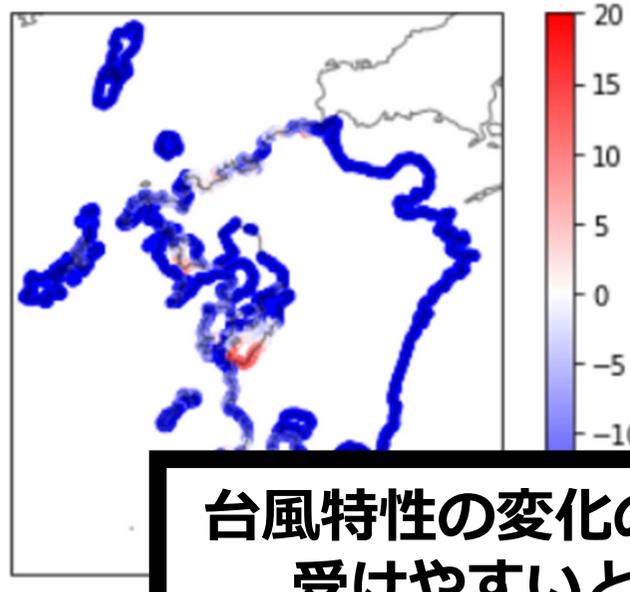
海域	720年確率 (m)の比 (=将来/現在)	現在の720年確率の 将来気候での発生頻度(回)
有明海	1.17 (=1.38/1.18)	2.3
博多湾	1.11 (=1.05/0.95)	1.9
周防灘	1.07 (=0.78/0.73)	1.5
八代海	1.03 (=1.19/1.15)	1.2

## 最大高潮偏差の個数の将来変化（将来現在差）

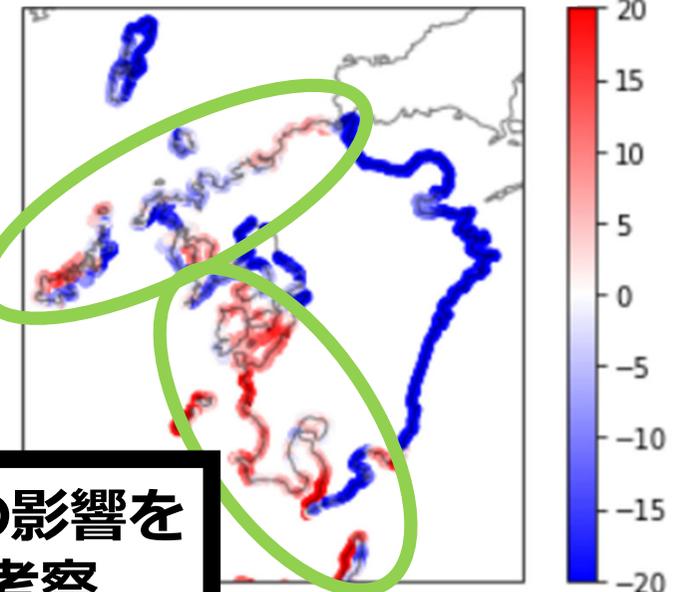
高潮偏差  $\mu + 3\sigma$ 以上の  
個数の将来現在差



高潮偏差  $\mu + 5\sigma$ 以上の  
個数の将来現在差

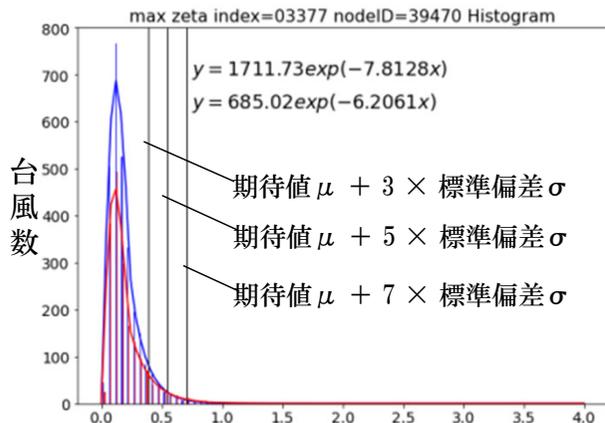


高潮偏差  $\mu + 7\sigma$ 以上の  
個数の将来現在差



台風特性の変化の影響を  
受けやすいと考察

### 博多湾 高潮偏差ヒストグラムにおける例



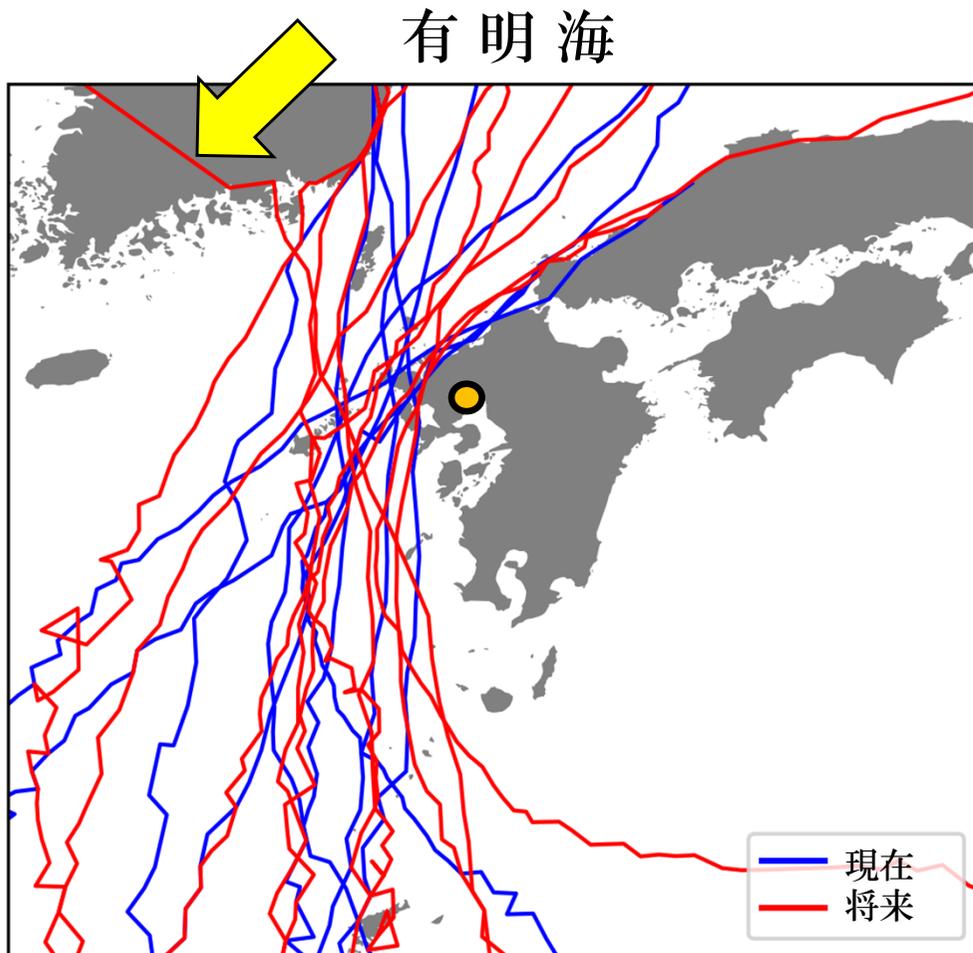
$\mu + 3\sigma$ 以上  
(約3年確率)  
現在 : 265個  
将来 : 233個  
差 : **-32個**

$\mu + 5\sigma$ 以上  
(約8年確率)  
現在 : 99個  
将来 : 95個  
差 : **-4個**

$\mu + 7\sigma$ 以上  
(約12年確率)  
現在 : 59個  
将来 : 64個  
差 : **5個**

## 各湾奥で大きな高潮偏差を生じた台風経路上位10ケース

### 有明海湾奥における最大の高潮偏差を起こす仮想的な台風の経路



将来は沿岸から離れた経路をとる  
→台風特性の変化が原因と考察

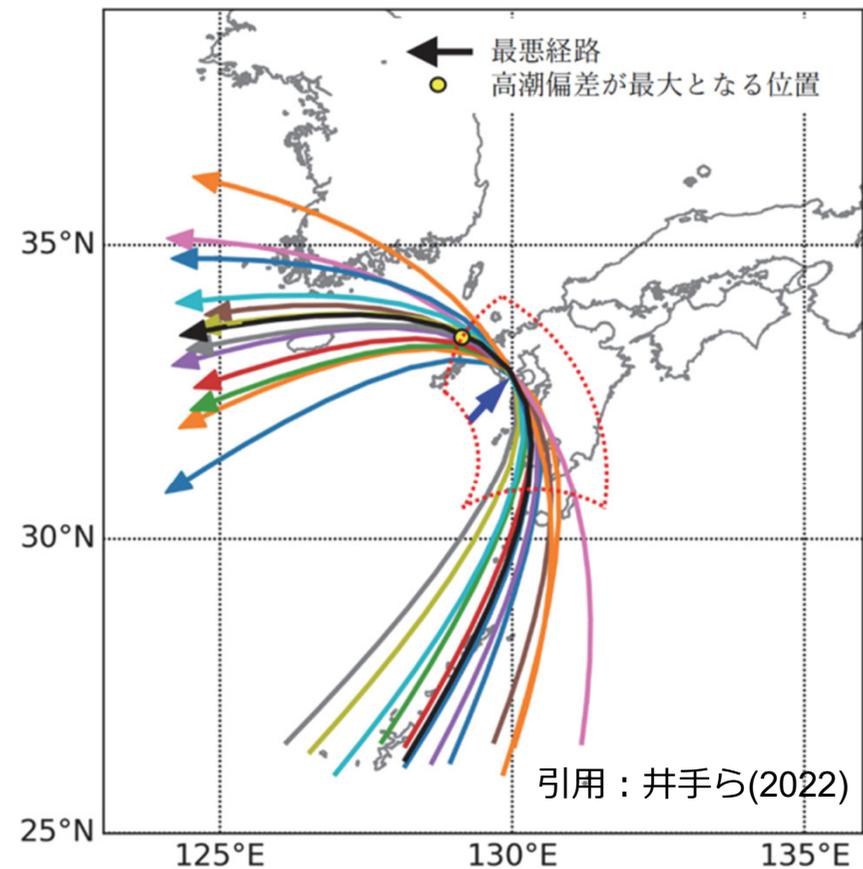
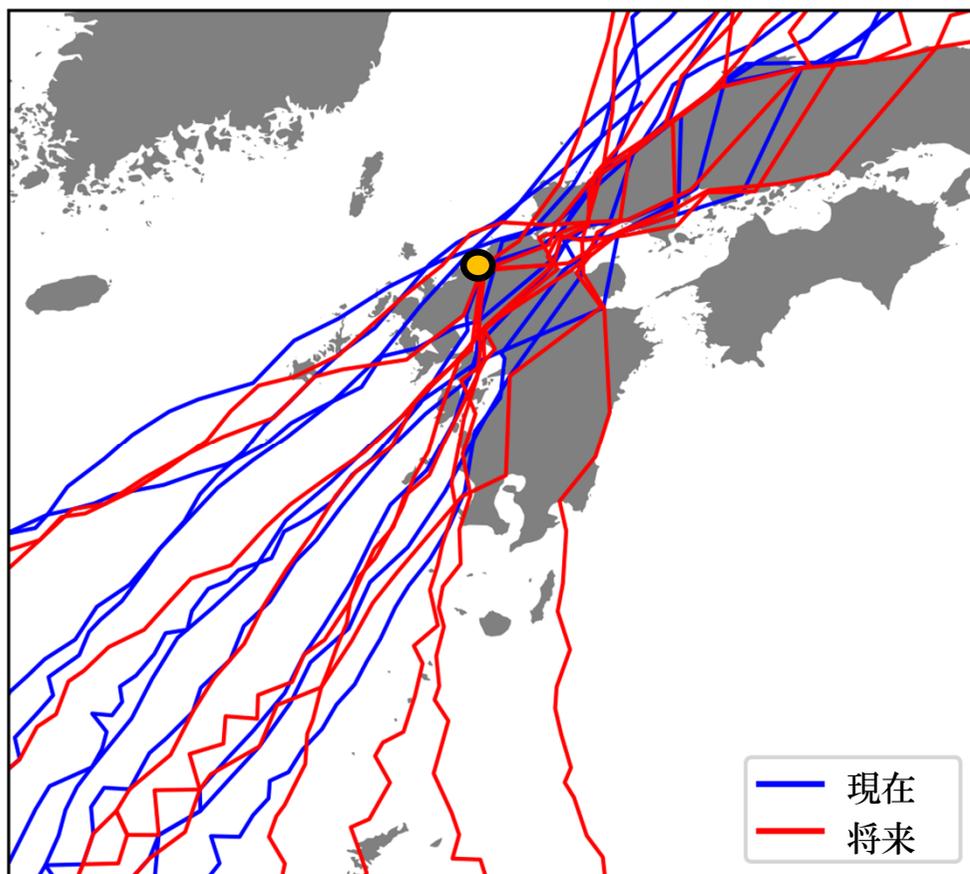


図-17 図-16で示した台風経路。ただし、可視性のため間引いている

→将来気候では発生しやすくなる可能性

## 各湾奥で大きな高潮偏差を生じた台風経路上位10ケース

### 博多湾

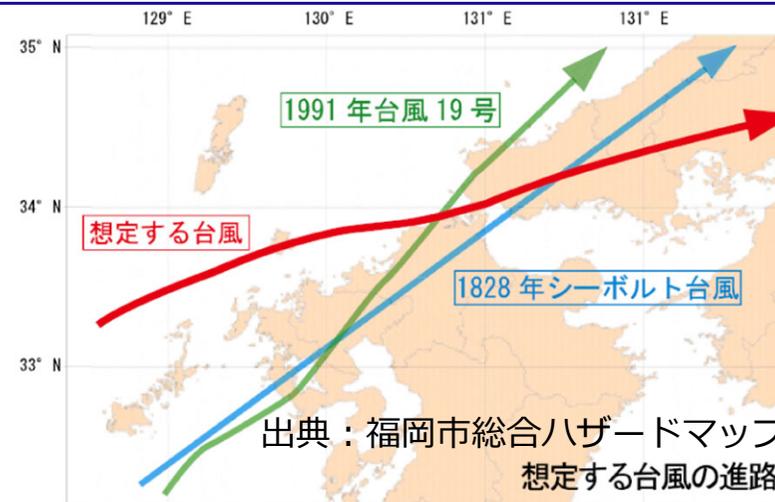


### 1991年19号台風の経路



出典：ウェザーニュース

### 博多湾に大きな高潮を生じる経路



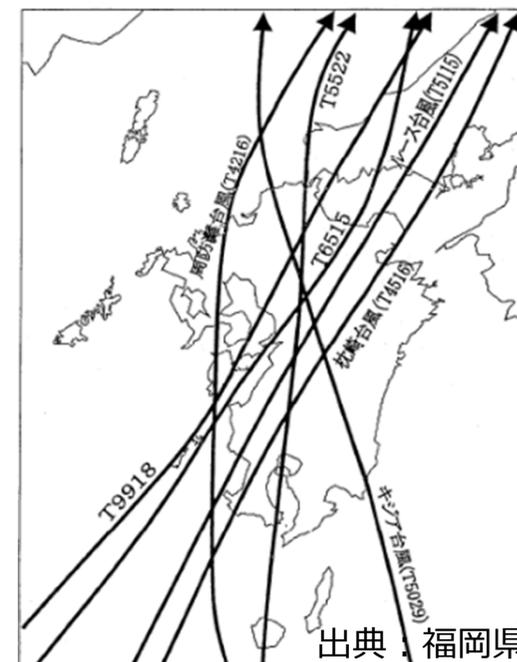
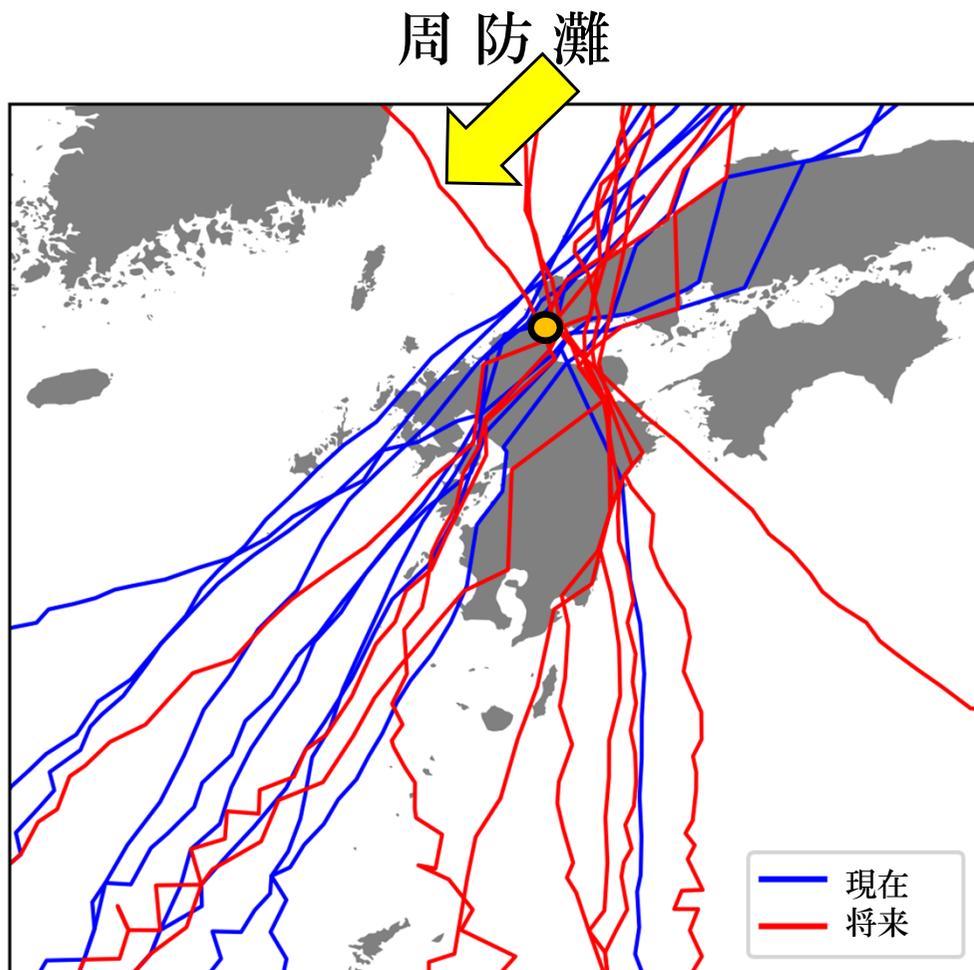
出典：福岡市総合ハザードマップ

想定する台風の進路

**将来**は侵入する角度が大きくなる

→大きな高潮が予想される経路とは異なりつつ、災害を起こす経路の増加可能性

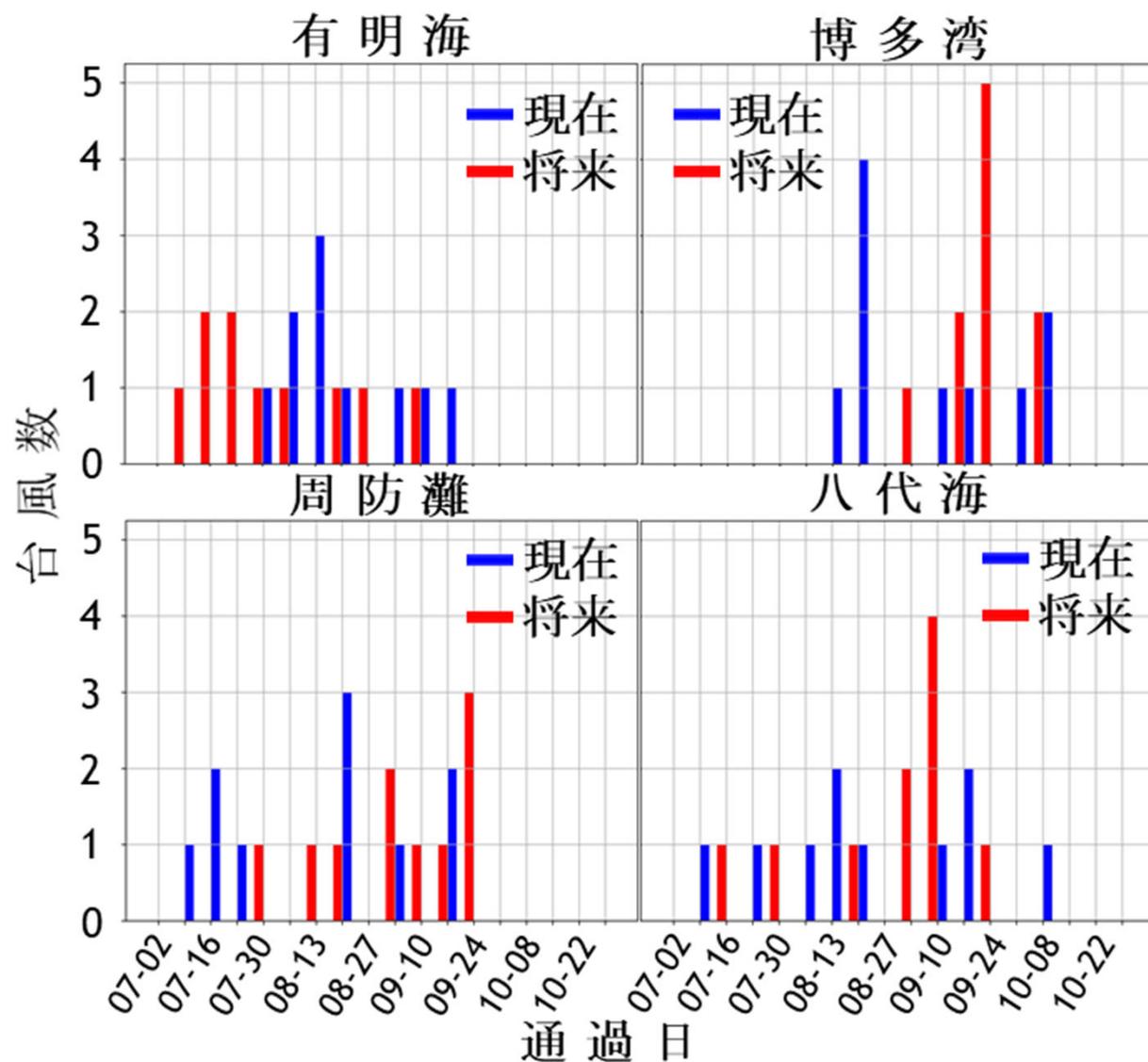
## 各湾奥で大きな高潮偏差を生じた台風経路



将来は接近角度にばらつきが見られる  
→気圧配置や偏西風の変化が原因と考察

→将来では強い勢力を維持できる可能性

## 各湾奥で大きな高潮偏差を生じた台風の接近日上位10ケース



○有明海

**将来**は**現在**より**早い時期**にも  
大きな高潮偏差を起こす台風が来襲

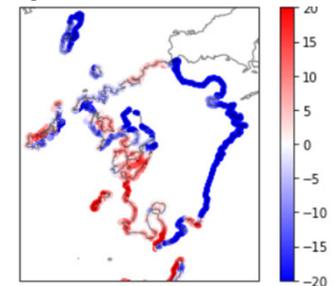
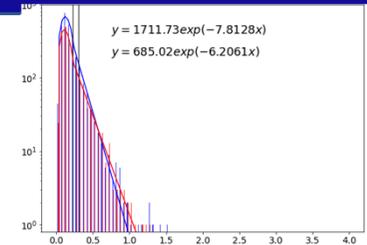
○博多湾・周防灘

**将来**は**遅い時期**に**密集**して  
大きな高潮偏差を起こす台風が来襲

## 得られた知見のまとめ

地球温暖化が進み将来気候になると、

- 九州主要湾奥で最大規模の高潮偏差の大きさ・頻度が増加する（フィッティング線）
- 九州北部・南西部では比較的大きな高潮偏差の大きさ・頻度が増加する（個数）
- 大きな高潮偏差の出現確率は地域依存性がある（フィッティング線・個数）
- 大きな高潮偏差を引き起こす台風経路が多様化する（経路）
- 最大規模の高潮偏差を起こす仮想的な経路をとる台風が新規に発生、あるいは発生頻度が増加する可能性がある（経路）
- 経路の多様化は気圧配置や偏西風の変化と関係がある可能性がある（接近日）



## 今後の展望

- フィッティング線の裾野部分の精度向上→正確な再現確率の分析
- d4PDFやシミュレーション結果にバイアス補正を実施  
→高潮偏差の値そのものに対する詳細な検討（堤防を越える確率など）
- 気象・台風経路に関する研究と併せて検討→経路の多様化の原因分析

