



KANSAI  
UNIVERSITY



# 平成30年台風第21号災害を 踏まえた高潮対策

関西大学環境都市工学部  
安田誠宏

2023/6/28

第48回海洋開発シンポジウム 企画討論会



関西大学

# 台風1821号 (Jebi) による関西国際空港の浸水被害 2018/9/4



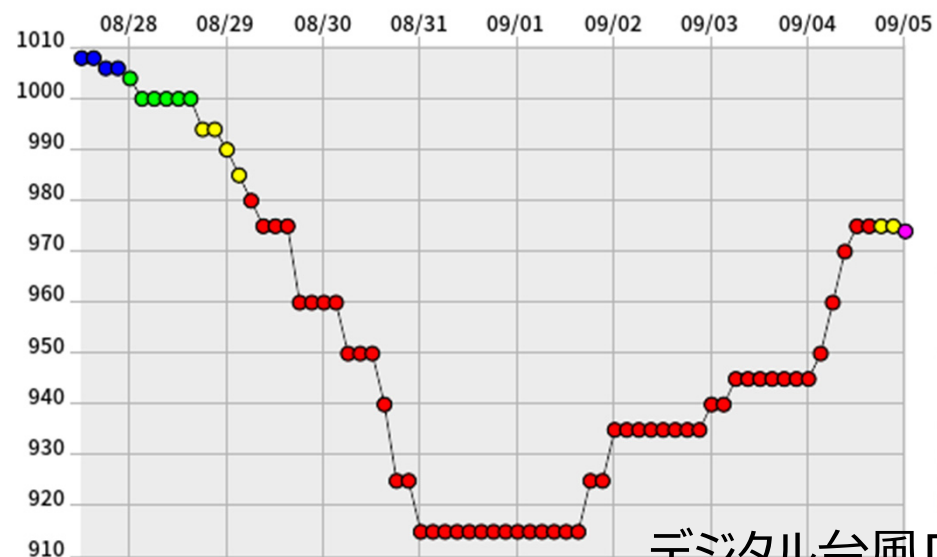
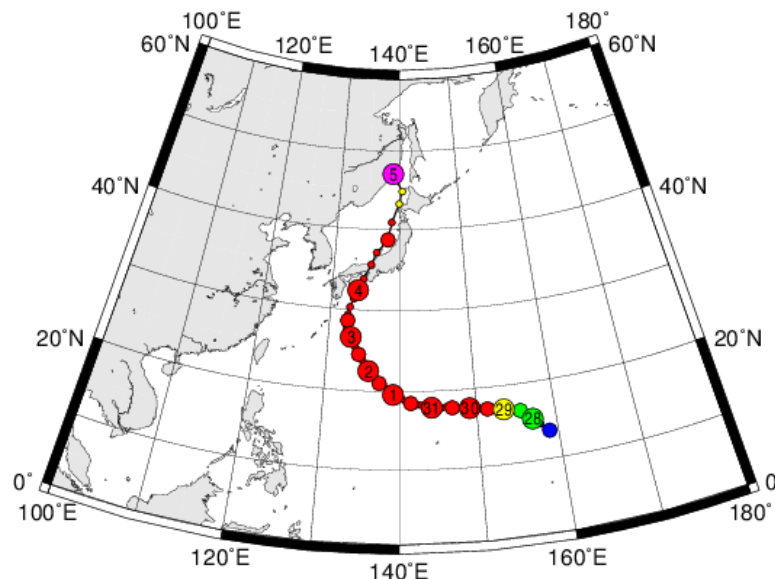
# 発表内容

- 平成30年台風21号Jebiの特徴
- 災害の特徴
  - 都市沿岸域
  - 堤外地
  - 高潮・越波
- 防潮対策の効果
- 港湾等において今後進める高潮対策
  - ターミナルにおける予防保全対策
  - 事前防災行動計画
  - 点検・観測・情報共有体制
  - インフラ等の機能維持



# 台風1821号 (Jebi) タイムライン

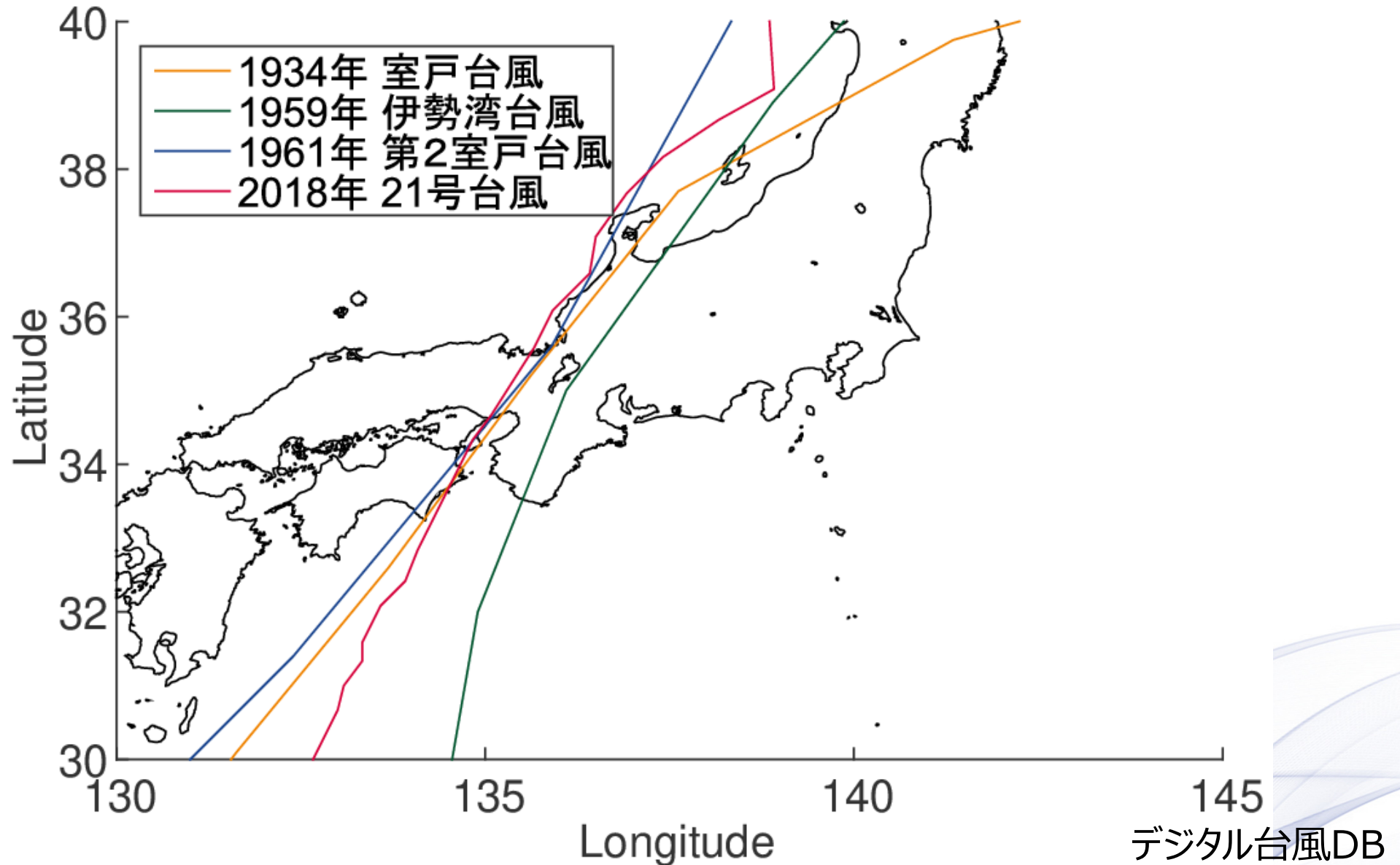
- 2018年8月28日発生
- 8月31日 **最低気圧915hPa**
- 9月2日 非常に強い台風に
- 9月3日
  - (気象庁) 4日午後には四国地方から東海地方にかなり接近し、上陸する見込み
- 9月4日 12:20
  - 徳島県**上陸**
- 9月4日 13:38
  - 関西空港で**風速58.1m/s**を観測
- 9月4日 14:09
  - 神戸市**上空**
- 9月4日 15:47
  - 舞鶴市の東北東約40キロ



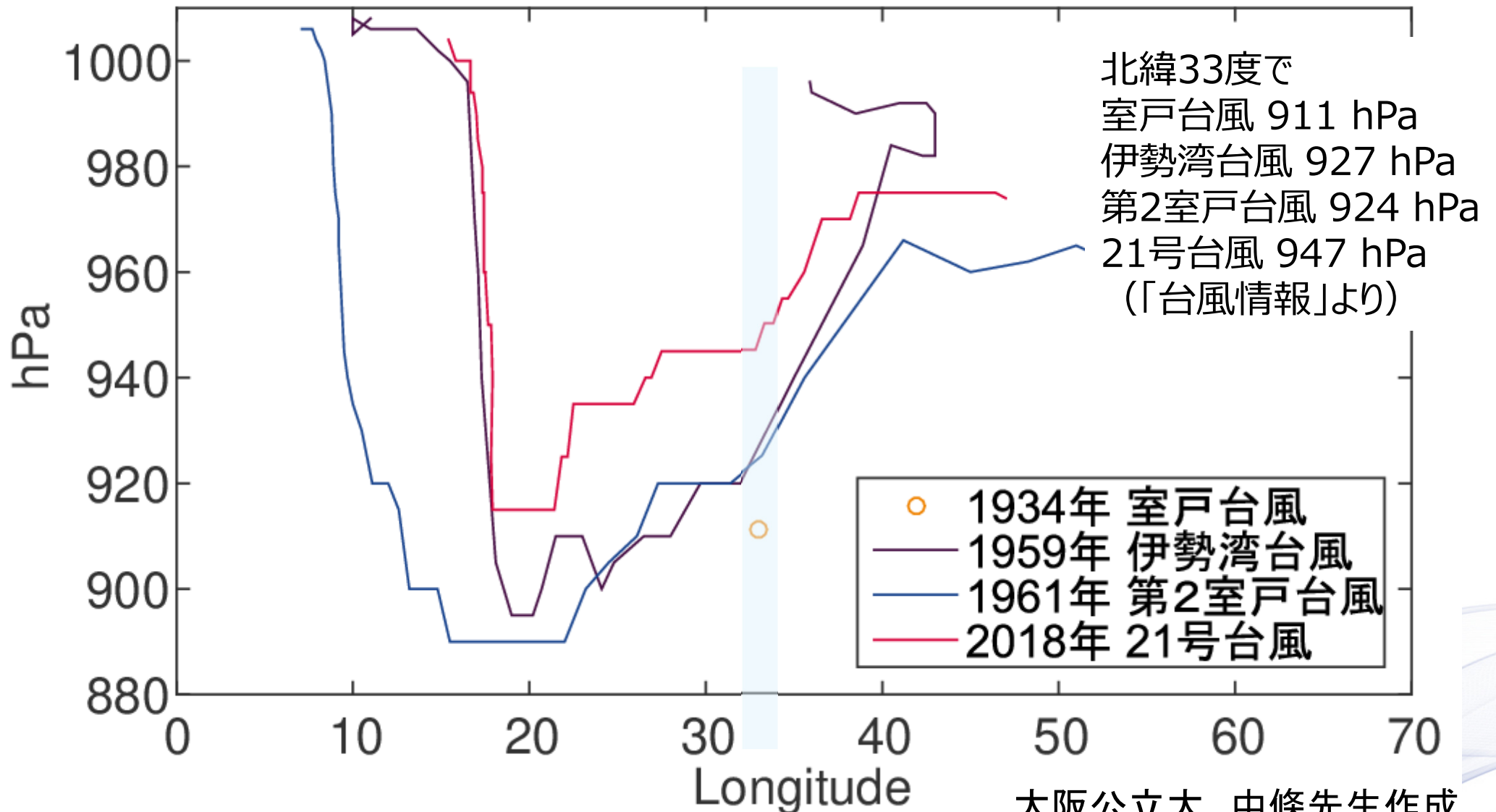
デジタル台風DB



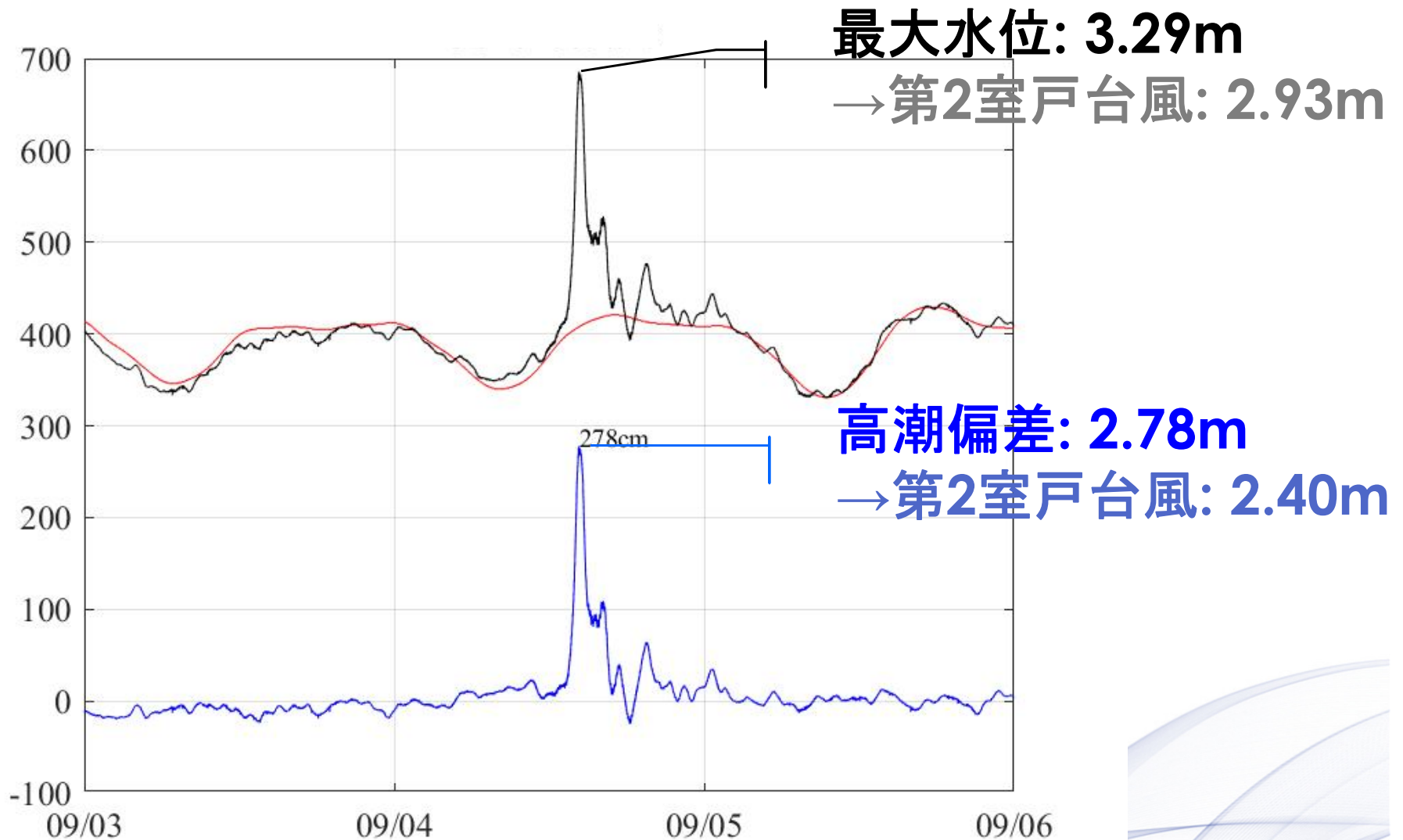
# 台風1821号 (Jebi) の経路



# 台風の中心気圧比較



# 台風1821号の最大水位・高潮偏差



大阪管区気象台提供

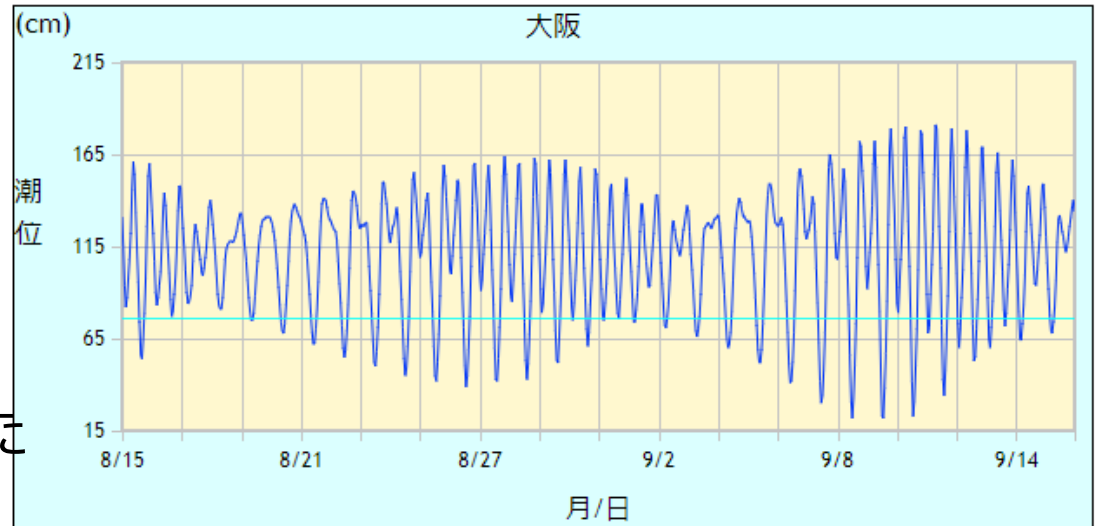


# 当時の天文潮位

毎時潮位グラフ 大阪  
2018年8月15日～2018年9月15日の潮位予測

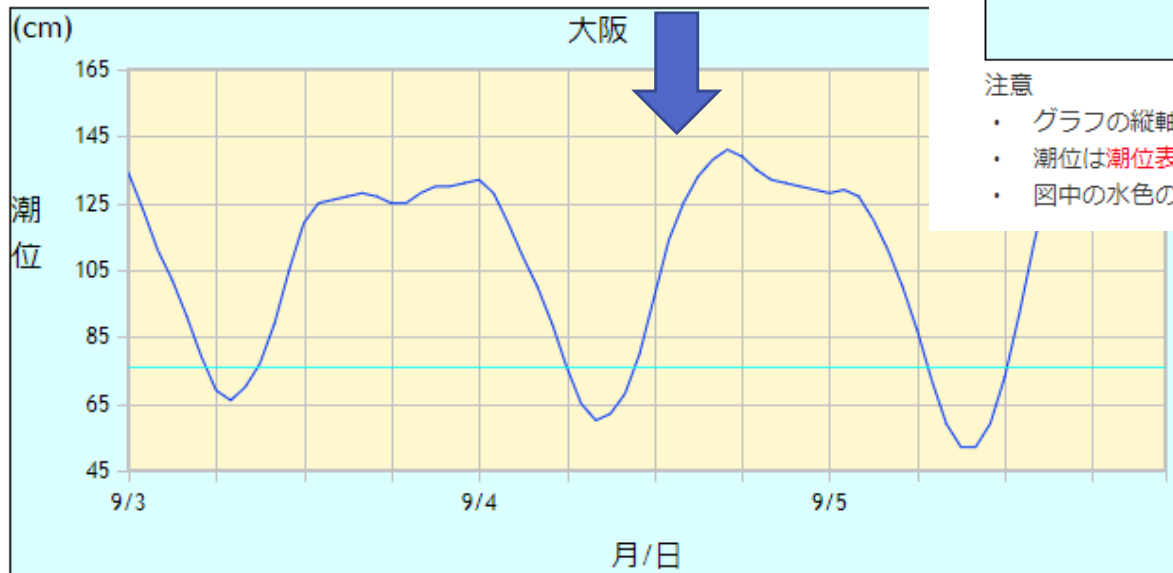
前期間

次期間



最接近時

気象庁 潮位表 大阪 約130 cm程度であった



注意

- ・ グラフの縦軸は潮位、横軸は日付を示しています。
- ・ 潮位は潮位表基準面上の値（単位：センチ）で表示しています。
- ・ 図中の水色の線は2018年の標高の基準面です。

大潮満潮時には約180 cmになると  
きもある  
→ 単純計算で+50 cmは増加する  
可能性があった



# 土木学会海岸工学委員会・台風21号調査結果

12.8m

大阪城付近の赤色棒グラフが5mを示す。

寒色系：高潮浸水深

暖色系：高潮+波浪による浸水深

灰色系：波浪の打ち上げ高さ

Image Landsat / Copernicus  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Google Earth

34° 44'20.22" N 134° 59'02.55" E 標高 125 m 高度 42.97 km



# 土木学会海岸工学委員会・台風21号調査結果

大阪城付近の赤色棒グラフが5mを示す。

寒色系：高潮浸水深

暖色系：高潮+波浪による浸水深

灰色系：波浪の打ち上げ高さ

3~3.5m

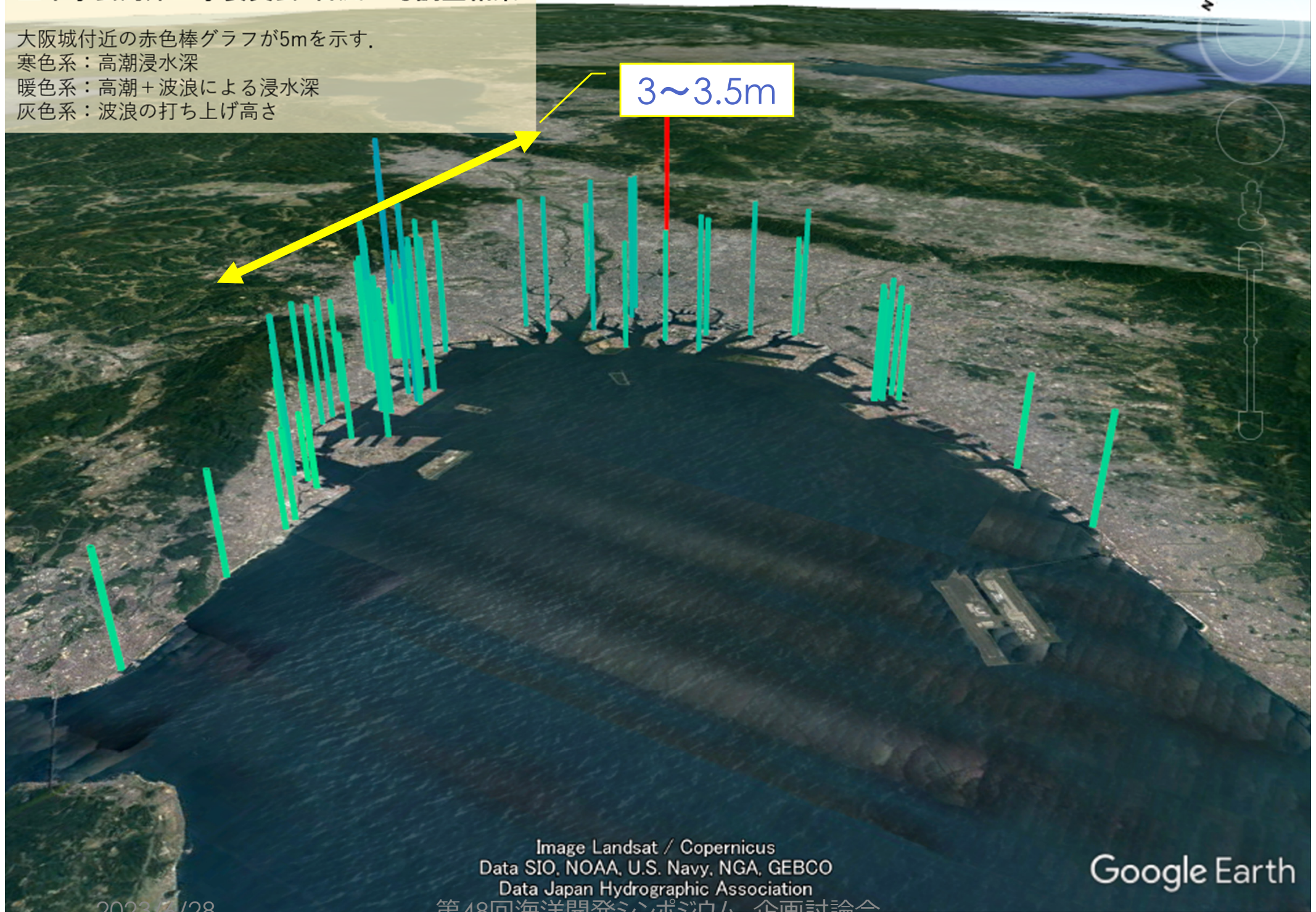


Image Landsat / Copernicus  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
Data Japan Hydrographic Association

Google Earth

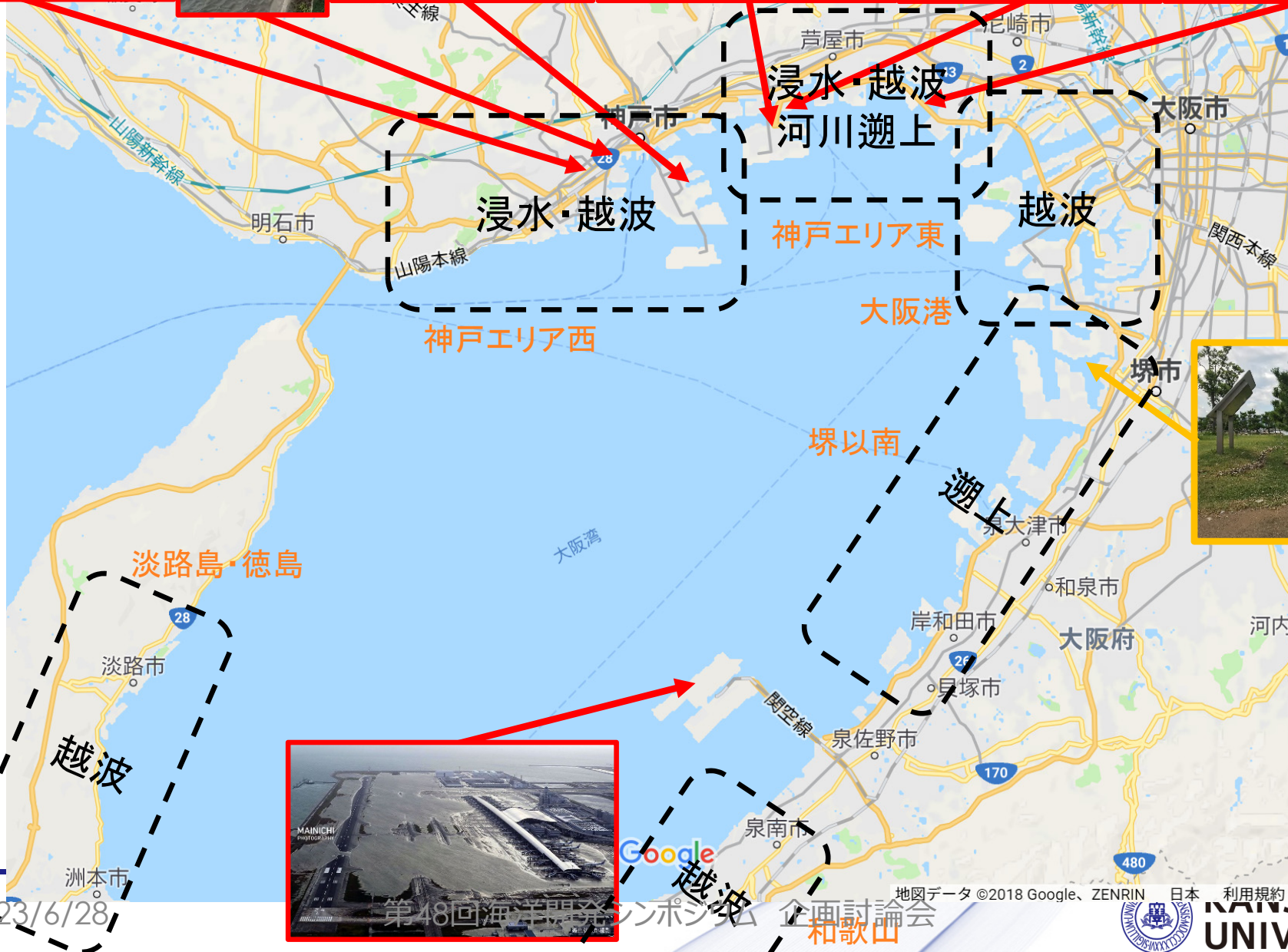
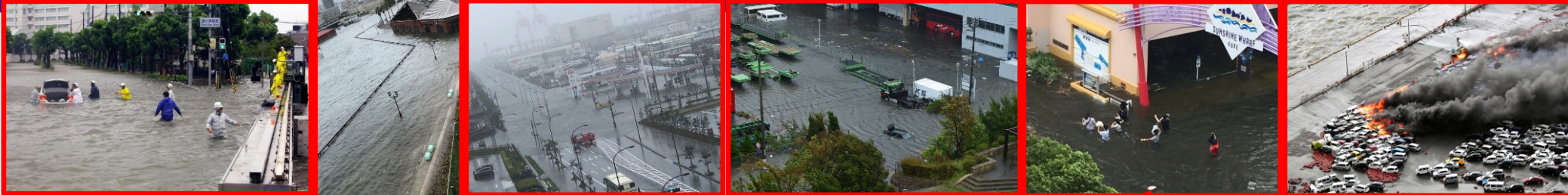
2023/6/28

第48回海洋開発シンポジウム 企画討論会

34° 28' 30.55" N 135° 08' 43.62" E 標高 -35 m 高度 20.68 km



# 被害の概要



2023/6/28

第48回海洋開発シンポジウム 企画討論会 和歌山

地図データ ©2018 Google、ZENRIN 日本 利用規約



KANSAI UNIVERSITY

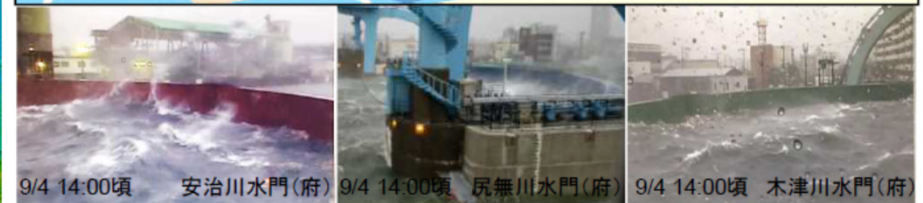
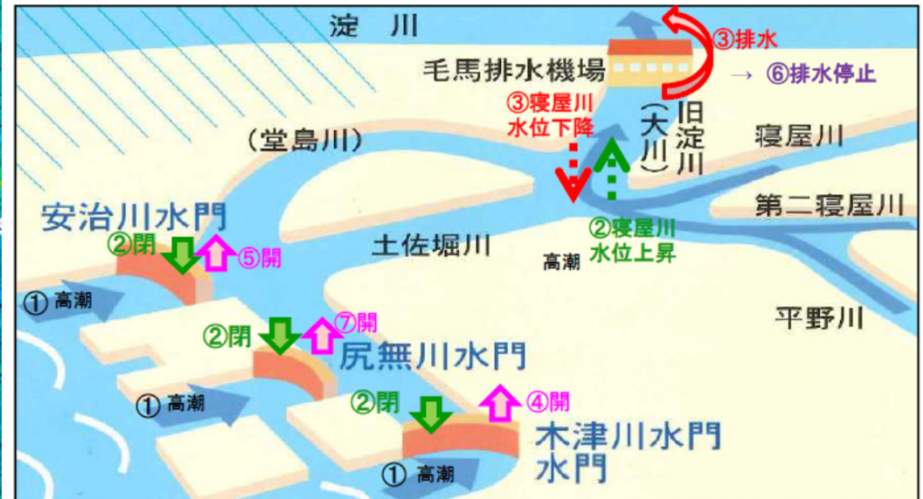
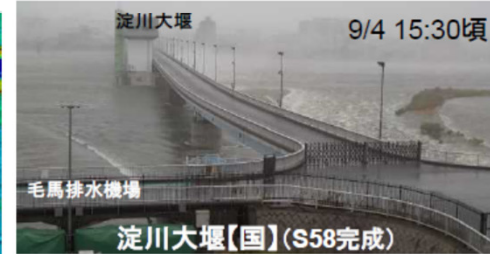


# 防潮堤・防潮扉による防御





○第2室戸台風(昭和36年9月)の高潮により、大阪市内で大規模な浸水被害が発生したことを踏まえ、「三大水門(S45完成)、毛馬排水機場(S58改築)及び、淀川大堰(S58完成)等の整備、大阪湾岸及び淀川の高潮堤(S44完成)の整備」を実施。  
 ○台風21号において、大阪湾ではこれまでの最高潮位293cm(第2室戸台風1961年.9.16)を超過し潮位329cmを記録が、これまで進めてきた大阪湾高潮対策や三大水門等の操作したことにより、大阪市内の浸水被害を回避。



<大阪府三大水門水門と毛馬排水機場の稼働実績>  
 ①三大水門高潮警報発令(9/4 6:30) → ②三大水門 閉 操作完了(9/4 13:43) →  
 ③毛馬排水機場 運転 開始(9/4 13:45) → ④木津川水門 閉 操作完了(9/4 18:36) →  
 ⑤安治川水門 開 操作完了(9/4 18:49) → ⑥毛馬排水機場 運転 停止(9/4 19:55) →  
 ⑦尻無川水門 開 操作完了(9/4 21:07)

国交省・近畿地整河川部より



2023/6/28

第48回海洋開発シンポジウム 企画討論会



KANSAI UNIVERSITY



# 防潮対策の効果

木津川  
水門



淀川  
国道2号線



神戸新聞NEXT 9/3

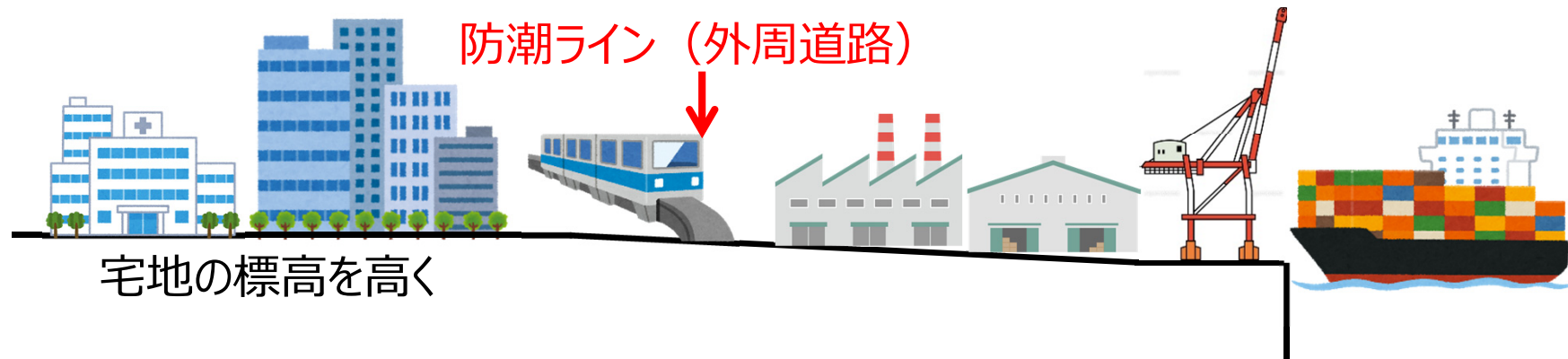
神戸港  
メリケンパーク



2023/6/2

ANSAI  
UNIVERSITY

# 大型人工島



# 埋立地（混在型）



# 埋立地（宅地型）



# 越波による浸水

芦屋市消防本部撮影



2023/6/28

第48回海洋開発シンポジウム 企画討論会



# 南芦屋浜：涼風町





# 堤外地の浸水被害

- ウォーターフロント開発に伴い，防潮ライン外側の堤外地に商業施設が設けられることがある。
- 今回浸水被害が生じた代表的な例
  - 神戸ハーバーランド（神戸市中央区東川崎町）
  - サンシャインワフ神戸（神戸市東灘区青木）



Twitterより



WN weathernews





自動車の漂流



コンテナの漂流



強風によるコンテナの散乱



コンテナの火災



# 高潮の河川遡上



薬王寺橋北東より

Twitterより



深江橋南東より

Twitterより



# 調査から見えてきたこと

## 調査ターゲット

- ハザードの強さ
  - 高潮偏差, 波高
- 都市部
  - 海岸防護施設がどのように機能したか
- 小河川からの遡上
- 港湾・人工島
  - 海岸防護施設がどのように機能したか
  - 堤外地
- コンテナ等の流出

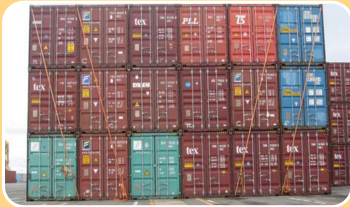
## 状況

- 高潮：想定同等, 波高：過去最大？
- 海岸防護施設：防潮扉・ゲートは全閉鎖
- 一部有
- 港湾は概ねOK, 人工島の被害有
- 被害大
- 有り



# 港湾等において今後進める高潮対策

自助

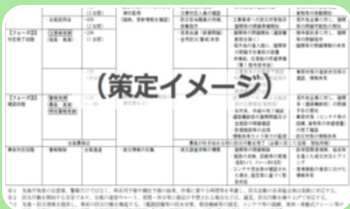


## ターミナルにおける予防保全対策の充実

- コンテナ固縛・段落とし, 荷役機械の固定

ソフト

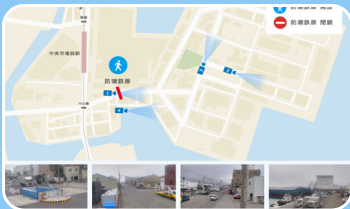
共助



## 事前防災行動計画の充実・明確化

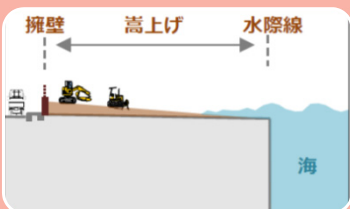
- BCP, ハザードマップ, 情報集約, 緊急時対応体制

公助



## 点検・観測・情報共有体制の充実

- 施設点検, 潮位・波浪観測, 監視カメラ



## インフラ等の機能維持

- 電源設備の耐水化, 避難場所, 防潮堤嵩上げ

ハード

大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会 最終とりまとめ参考資料 を元に作成



2023/6/28

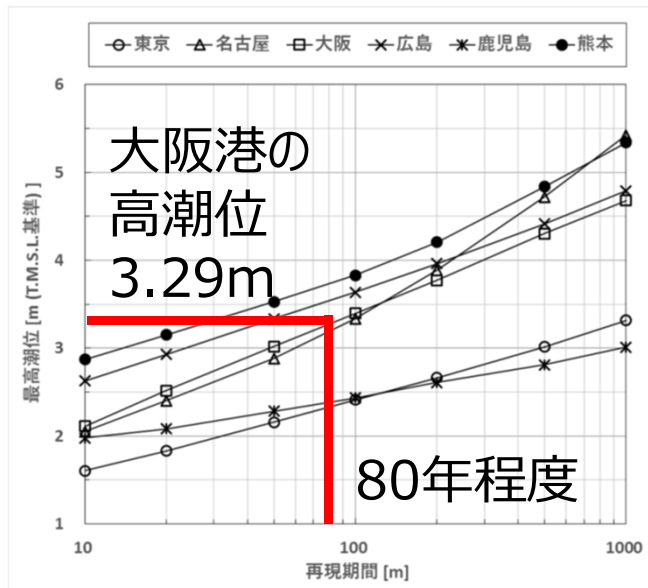
第48回海洋開発シンポジウム 企画討論会



KANSAI  
UNIVERSITY

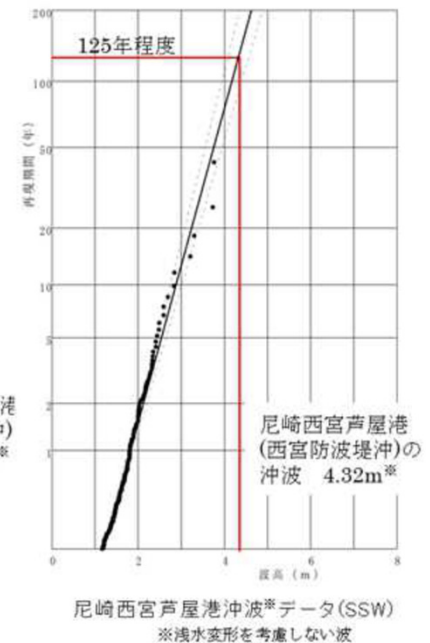
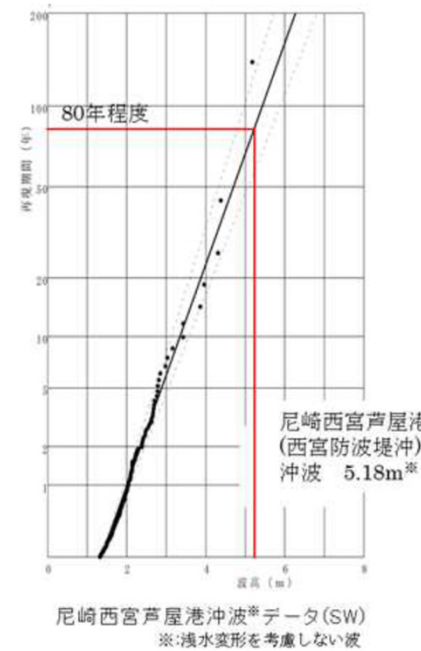
# 設計外力の見直し

- 台風21号の潮位は設計高潮位を下回ったものの、高波は現行の外力条件を大きく超えた。
- 台風21号も含めた最新の推算データによる50年確率波に見直し。



国総研資料 第1039号 平成30年7月 図-2.2に加筆

台風第21号の高潮偏差、高潮潮位の  
再現期間は、50～80年程度



台風第21号の高波の再現期間は、  
80～130年程度

大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会 (尼崎西宮芦屋部会)



# 浸水対策（南芦屋浜）

## 【浸水実績】



浸水範囲は台風通過後の現地写真や関係者への聞き取り結果をもとに兵庫県で作成（境内地に限る）

## 【浸水原因】

南護岸及びビーチからの越波による浸水  
最大越波流量 83L/m/s 14:15

## 【対策方針】

越波により浸水した区間：防潮堤の高上げによる再度災害防止対策を実施



## 【設計条件】

設計高潮位：T.P.+3.6m

波高：設計高潮位時に台風21号と同様の  
場合と見直した50年確率波を比べ高い方

大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会（尼崎西宮芦屋部会）

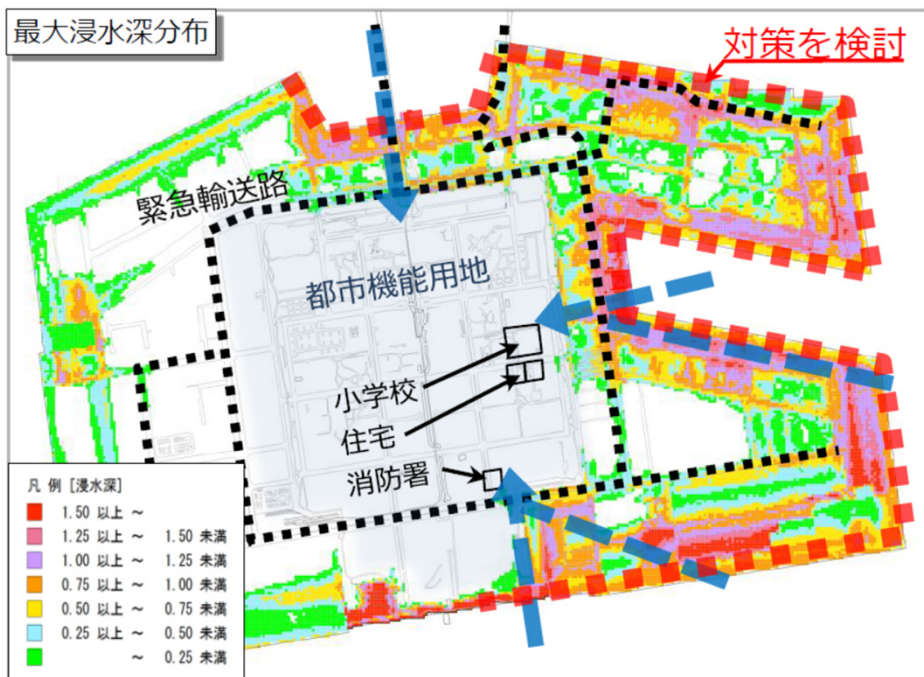






# 浸水対策（六甲アイランド・ポートアイランド）

## 【浸水シミュレーション結果】



## 【浸水原因】

高潮位により海水が岸壁等を超えて流入  
流入した海水は都市機能用地まで到達

## 【対策方針】

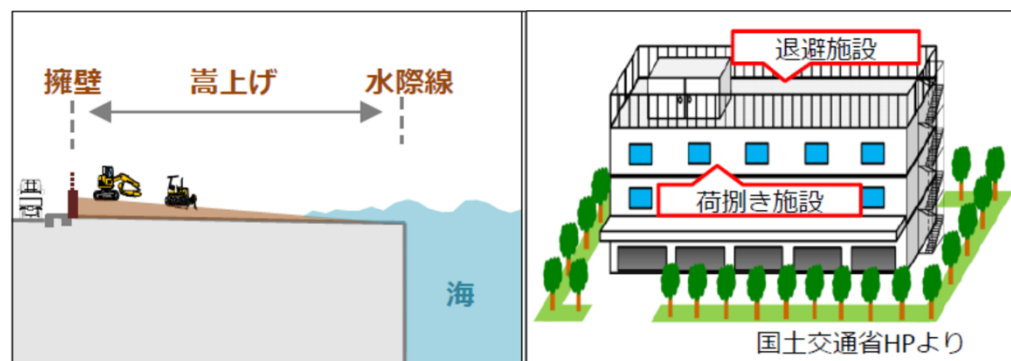
水際で、海上物流に支障をきたさないような対策を検討

海水の浸入経路の遮断：ヤード高上げ、擁壁の組合せ等

臨海部での退避施設：退避機能を備えた物流施設の設置

コンテナターミナル等の電源施設の止水機能の強化

内水等の排除施設の設置検討



進入経路の遮断

避難機能を備えた物流施設

大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会（神戸港部会）

コンテナの対応状況(コンテナの段数を4, 5段だったものを、3段程度としてラッシングベルトで固定)





- 浸水対策として電気系設備の嵩上げを行っている事例があり、嵩上げ高さについては浸水深や設計上可能な高さが用いられている。

## ＜八戸港(電気系設備の嵩上げ)＞

- 想定津波高G.L.+1.5mに余裕高を加え、G.L.+2.0mの高さで設置した。



## ＜博多港(電気系設備の嵩上げ)＞

- 埋立地のため地下水の影響を受けないよう嵩上げ。
- 室内の電気盤から伸びる配線が浸水しないようピットを設けた。



## ＜神戸港(GCモーターの嵩上げ)＞

- GCを新設する際に併せて、既存のGCモーターについて設計上可能な高さまで嵩上げした。

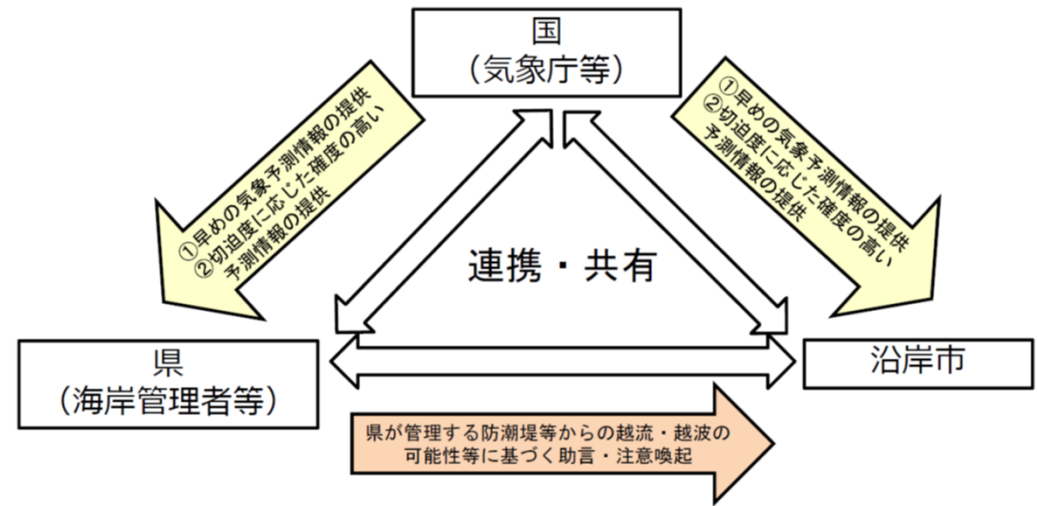




# 早めの情報提供・共有体制の整備

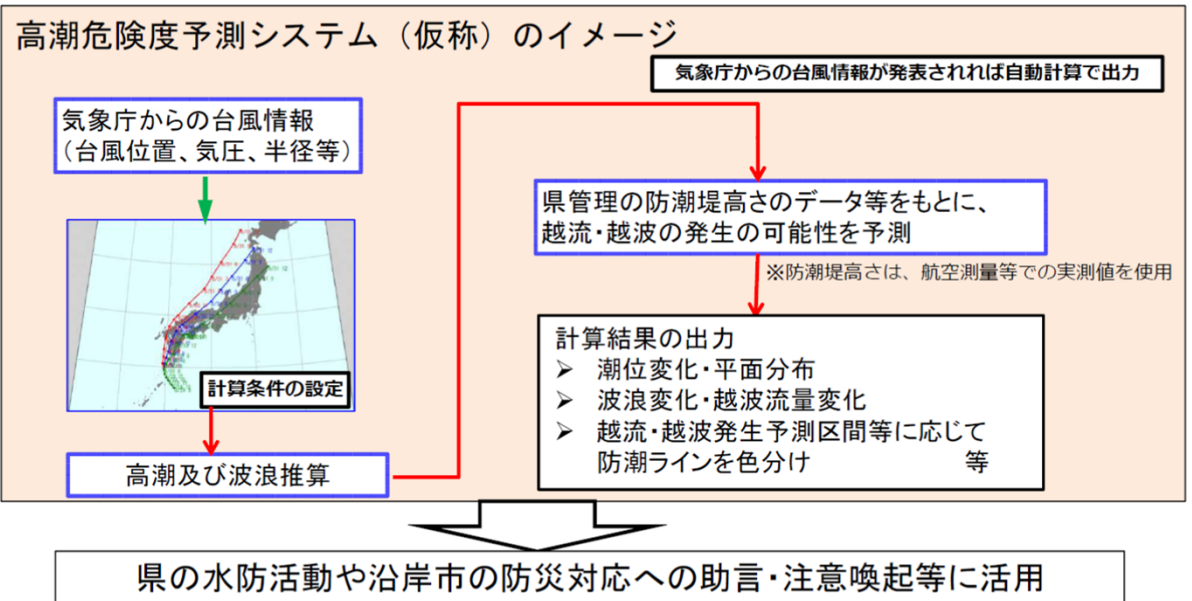
## □ 国、県、市が連携した高潮予測情報の発信と共有

- 住民避難や水防活用に必要ないリードタイムを確保するため
- 国（気象庁等）から早めの気象予測情報
- 県（海岸管理者）からの越流・越波の可能性に基づく助言



## □ 高潮危険度予測システム

- 気象庁からの台風情報と防潮堤の高さから、高潮・高波が越流・越波する可能性を予測



大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会  
(尼崎西宮芦屋部会)

# 防災情報・水防体制の強化

□ 浸水リスクが高いエリアにおける“事前防災体制の強化”

□ 対応方針

□ エリア減災計画の策定

- 立地企業と行政機関が連携したエリア減災計画検討会を設置
- 効果的な防災情報の伝達方法，体制の構築

□ フェーズ別高潮・暴風対応計画の策定

- コンテナの流出や倒壊等の実態を踏まえた事前の防災対応をタイムラインで整理

□ 高潮対策を港湾BCPに追加

フェーズ	防災情報 <sup>※1</sup>	時間の目安 <sup>※2</sup>	情報収集	体制	防災行動等	港湾利用者への対応等
【フェーズ①】 準備・事前対応段階	・台風発生	-120h	・気象、海象情報の収集	・防災体制の構築 ・災害対応人員の確認 ・防災担当職員の待機、参集指示 ・班長会議（鉄扉閉鎖） ・全市防災（警戒）本部	・入出港在港船管理 ・防災情報の発信 ・排水機場の運転準備 ・事業者への防災対策指示 ・陸揚等の閉鎖準備開始 ・工事業者への防災対策指示 ・陸揚等の閉鎖準備開始 ・堤外地の進入路に、陸揚等の閉鎖予告看板の設置 ・作業船、在港船の待避準備（第1指令発令後）	・事前対策の注意喚起 <sup>※3</sup> ・貨物等の移動開始 ・堤外地企業に対し、陸揚等の閉鎖可能性の周知
	・警報級の可能性	(5日前) -72h (3日前)	・潮位予測システムによる潮位監視（随時、更新情報を確認）			
	・台風説明会	-48h (2日前)				
【フェーズ②】 対応完了段階	・注意報発表（強風・高潮）	-24h (1日前)			・陸揚等の閉鎖開始（道路横断部を除く） ・堤外地の進入路に、陸揚等の閉鎖予告看板の設置 ・作業船、在港船の待避準備（第1指令発令後）	・操作委託者に対し、陸揚等の閉鎖情報の共有
		-12h (半日)			・工事業者の対応完了確認 ・作業船、在港船の待避指示	・事前対策の進捗状況等の確認、情報共有
【フェーズ③】 確認段階	・警報発表（暴風・高潮） ・特別警報発表	-12h ～ -6h	・気象庁発表の東部の潮位差など		・防犯カメラによる堤外地の注意喚起（復旧前） ・各対策、待避の完了確認 ・道路横断部の陸揚閉鎖及び全施設の閉鎖確認 ・防潮施設等の監視 ・情報共有カメラ等での監視	・堤外地企業に対し、陸揚等（道路横断部）の閉鎖予告の周知 ・事前対策（コンテナ等の固縛、貨物等の待避措置）の完了確認 ・防災対策の情報共有
		台風最接近			・暴風が吹き始める前に防災行動を完了（必要に応じて監視・現地待機）	・阪神国際港満潮、協会等を通じた被災状況ヒアリング ・港湾機能の復旧に向けた情報共有
事後対応段階	・警報解除	台風通過	・被災情報の収集	・被災調査体制の構築 ・施設の点検、記録等の実施（目視カメラ、ドローン等の活用） ・コンテナ流出等が確認された場合、協定等に基づく緊急対応		

（策定イメージ）

※1 気象庁発表の注意報、警報だけでなく、時系列予報や潮位予測の結果、作業に要する時間等を考慮し、防災活動の各実施主体は柔軟に対応する。  
 ※2 防災行動を開始する目安であり、台風の種類やルート、夜間・休日等に接近が予想される場合などは、適宜、防災行動を繰り上げて対応する。  
 ※3 気象・防災情報を提供し、事前の防災行動を喚起する。（電源設備等の防水対策、荷役機械等の固定、コンテナ等の固縛、車両・移動式クレーン等の移動、作業船・所有船舶の避難、非常用電源の稼働確認等）【台風の規模等に応じ、対策が異なる場合があることに留意】

大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会（神戸港部会）神戸港フェーズ別高潮・暴風対応計画の策定イメージ



2023/6/28

第48回海洋開発シンポジウム 企画討論会



KANSAI UNIVERSITY



# 防災情報・水防体制の強化

□ 海岸付近の住民・就労者に対する  
“防災情報の発信強化”

□ 防災行政無線（防災スピーカー）  
の増設

- 防災情報の周知に効果を発揮
- 臨海部を中心に増設し、活用を促す



防災行政無線の増設予定図

□ 神戸港防災ポータルサイトの構築

- 防潮扉等の遠隔監視システムと連携し、開閉予告や閉鎖状況を発信
- 潮位の観測体制を強化、きめ細やかな海象情報を発信
- 海岸付近に情報共有カメラを設置、監視体制の強化と自主防災行動の喚起を促す



神戸港防災ポータルサイト <https://kobeko-bousai.jp/>

大阪湾港湾等における高潮対策検討委員会（神戸港部会）

# 得られた教訓と今後

## □これまで

- 既往最大（想定最大）に基づく
- 伊勢湾台風や第二室戸台風を受けて，着実に実施してきた高潮対策の有効性を確認

## □これから

- 堤外地において，産業利用と防災を両立させる必要
- 事前防災活動によるソフト防災力の向上
- 科学的な検討にもとづき最大クラスや気候変動の影響を考慮した高潮・高波の評価を行う時期



ご清聴ありがとうございました



2023/6/28

TOMOHIRO YASUDA



**KANSAI  
UNIVERSITY**