

2020/1/22

環境省・地域適応コンソーシアムシンポジウム

# 防災分野における 気候変動適応について

京都大学 防災研究所

沿岸災害研究分野

森 信人

京都大学

防災研究所



# 目次

- 我が国の沿岸防御の考え方
- 沿岸災害への影響
- 適応に向けて

# 我が国の沿岸防衛の考え方

京都大学



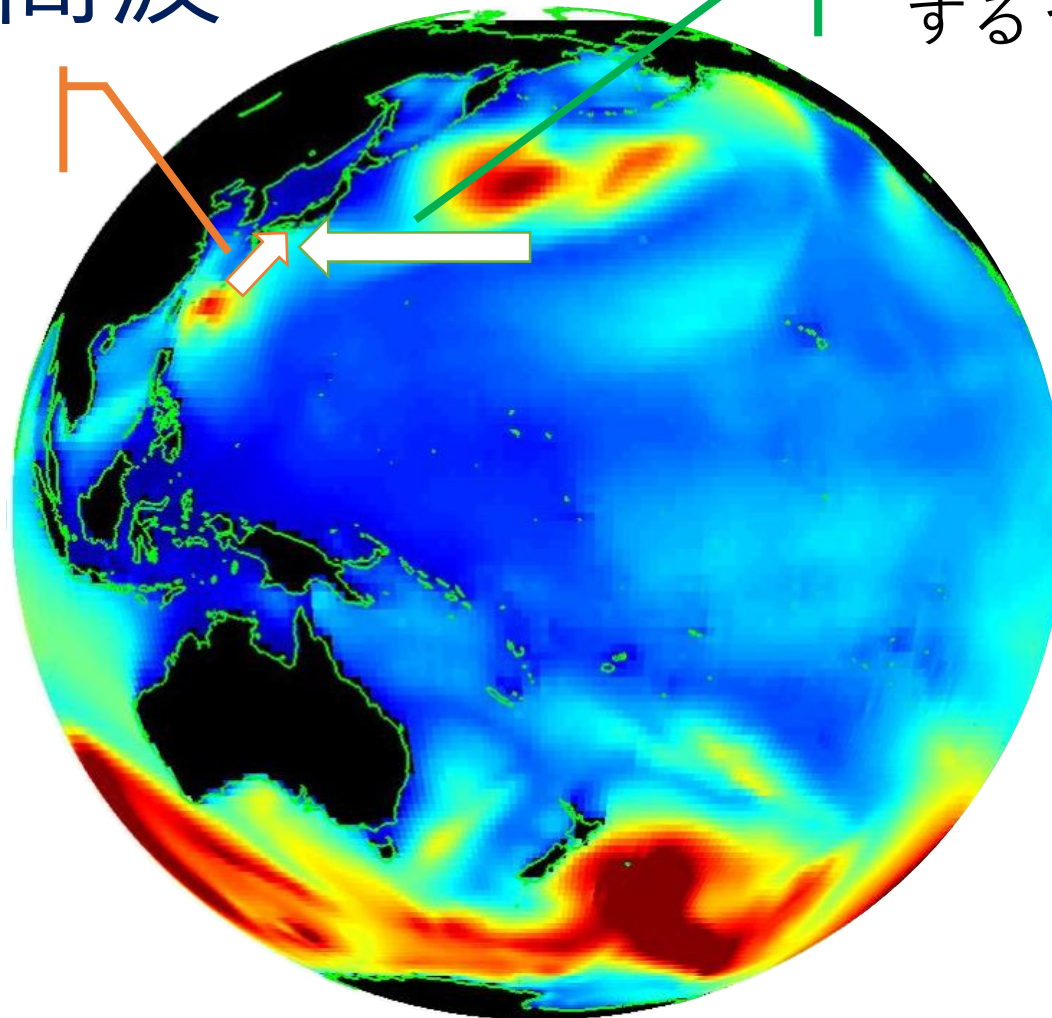
KYOTO UNIVERSITY



# 波浪・高波

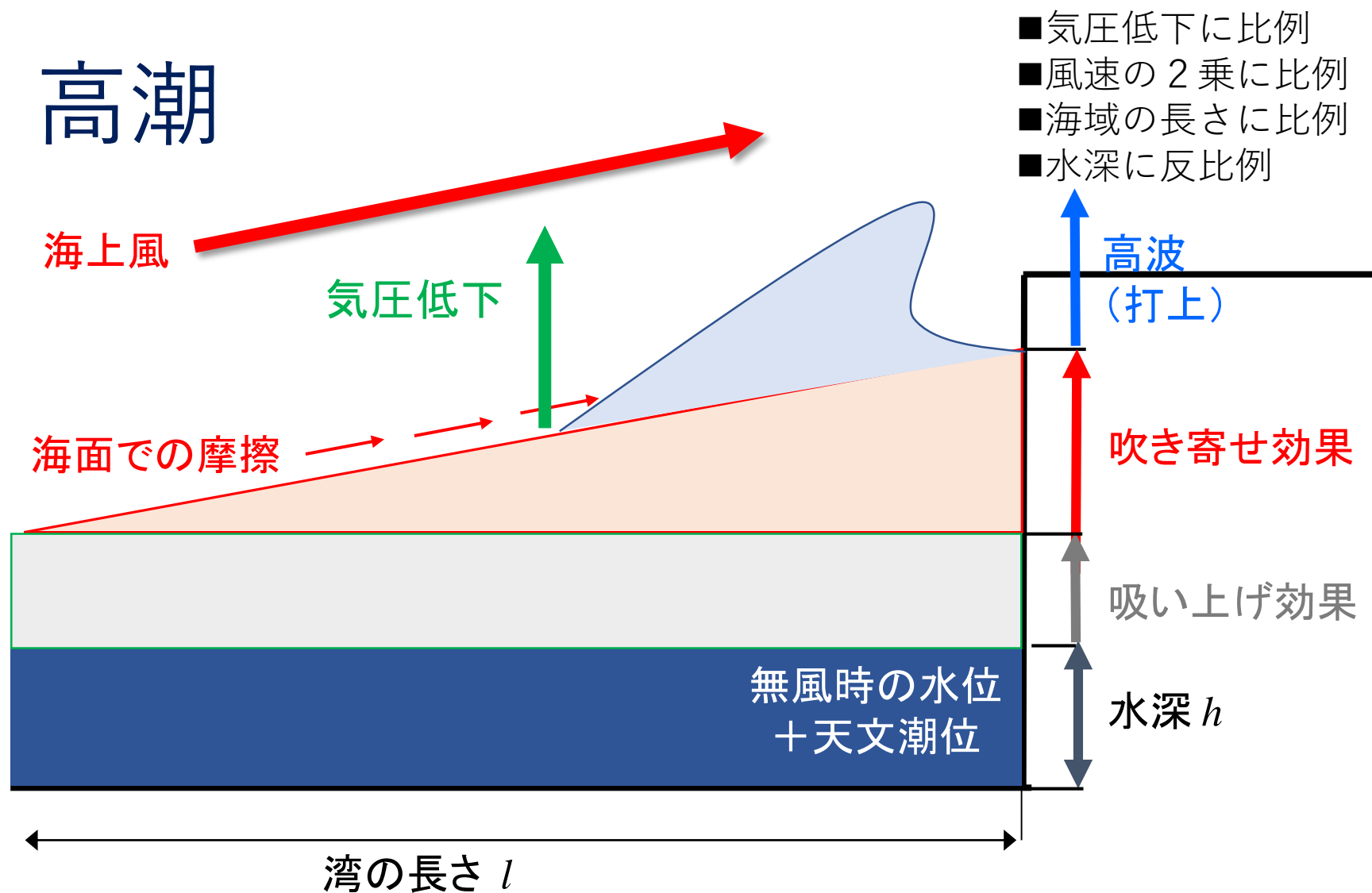
気象擾乱付近で  
生成される風波

遠方から来襲  
するうねり



極端波浪は局所的, うねりは広域: 100km-10,000km程度のスケール  
GCMのモデル解像度>20-50km

# 高潮

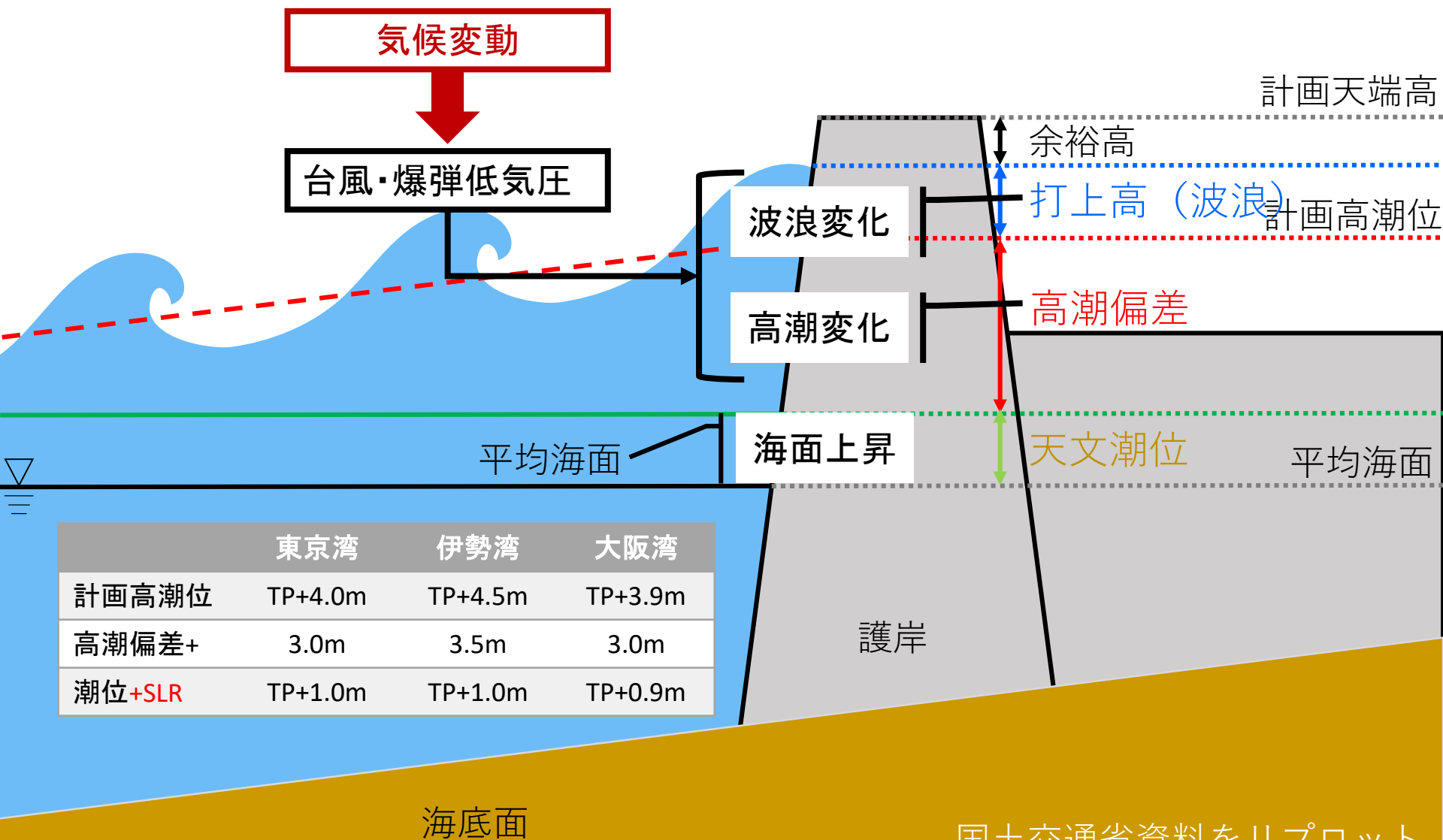


極めて局所的：100km程度のスケール  
GCMのモデル解像度 $>20-50\text{km}$

# 我が国の沿岸防御の考え方

防御レベル = 高潮偏差 + 波浪打上高

\* 単位は0.5m



# 沿岸災害に関わる国内外の気候変動活動の動向

現在進行中  
今後の予定

- IPCC
  - 2019/9 海洋雪氷圏に関する特別報告書 (SROCC)
  - 2021 IPCC第6次評価報告書
- 気象庁・文科省
  - 気候変動評価レポート 2020
- 環境省
  - 気候変動影響レポート 2020
- 国交省
  - 2019/9 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会
  - 2019/7 温暖化適応策創生・実装連携会
  - 社会資本整備審議会へ気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について諮問
- 海岸4省庁
  - 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会

# 沿岸災害への影響

海面上昇・波浪・高潮

京都大学

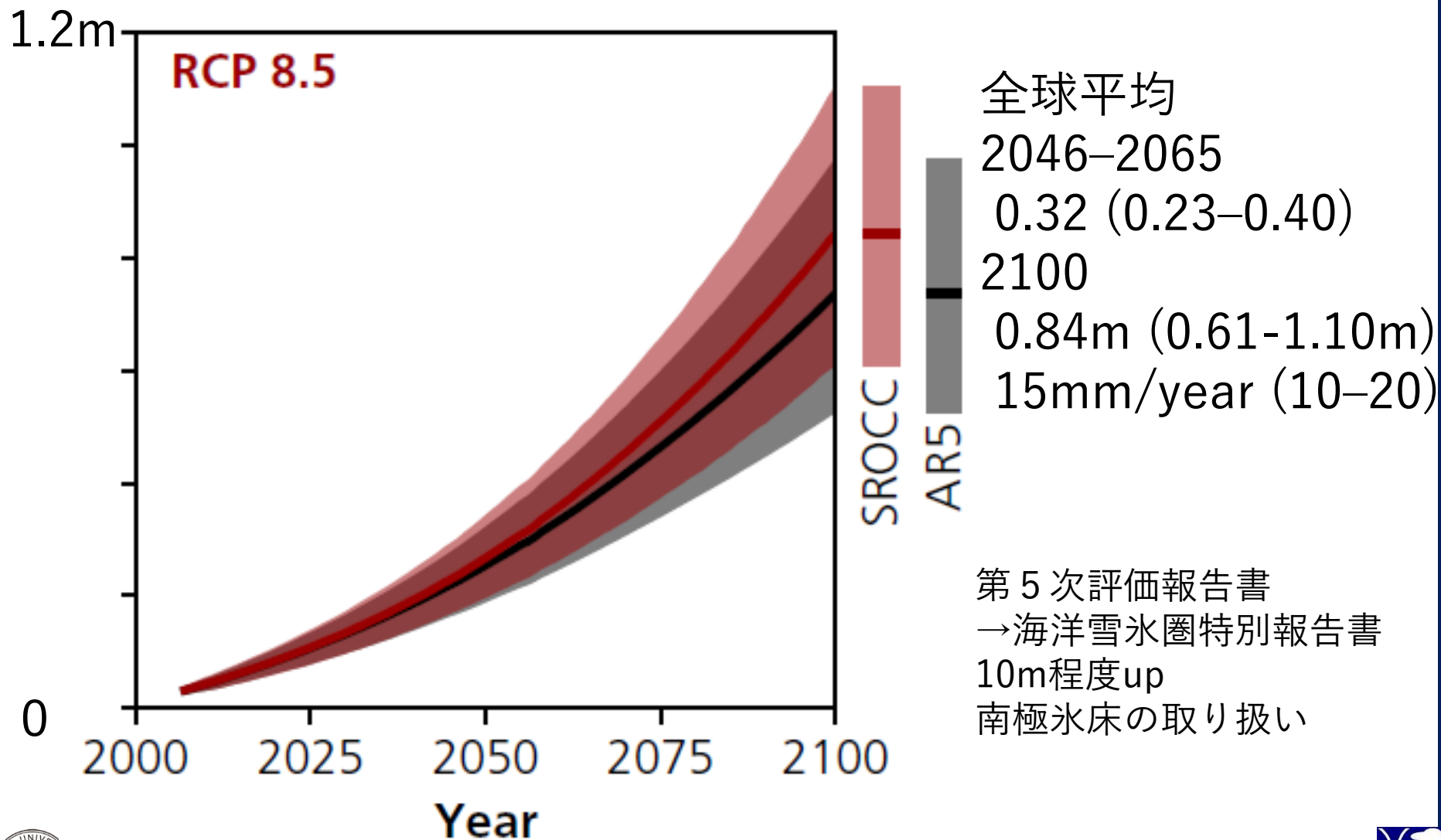


KYOTO UNIVERSITY





# 気候変動に伴う海面上昇



# 気候変動に伴う波浪の将来変化 平均波高

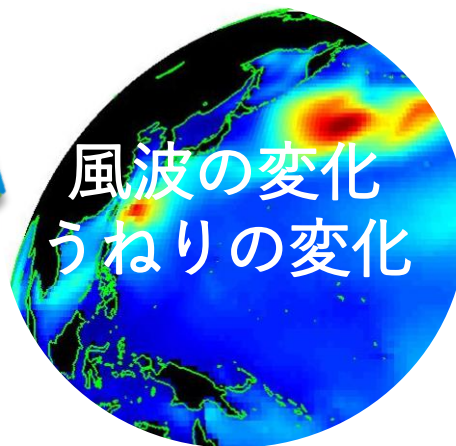
将来温室効果ガス  
濃度想定シナリオ



全球気候モデル  
による予測

## 波浪将来変化予測

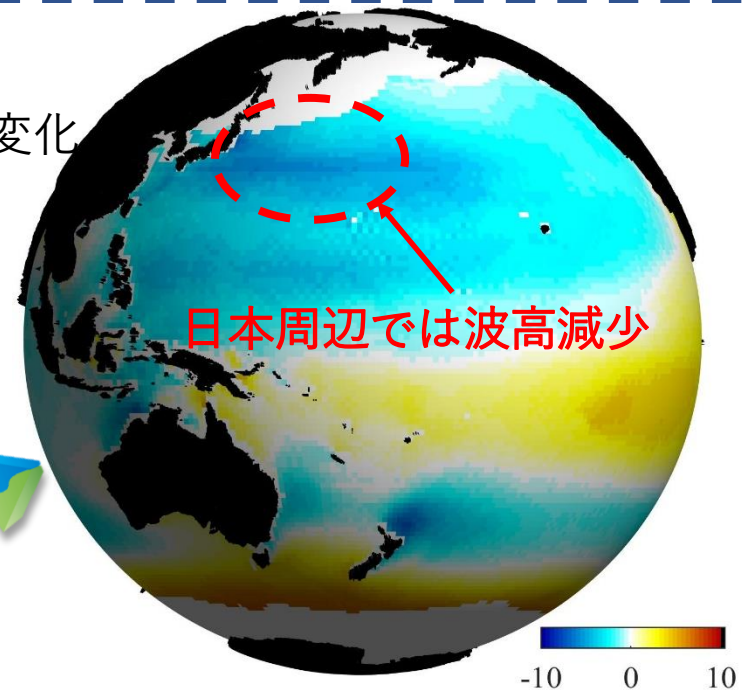
1. 波高, 周期, 波向の将来変化
2. 海域毎の将来変化特性
3. 予測の不確実性



全球波浪モデルによる予測

研究グループの取り組み

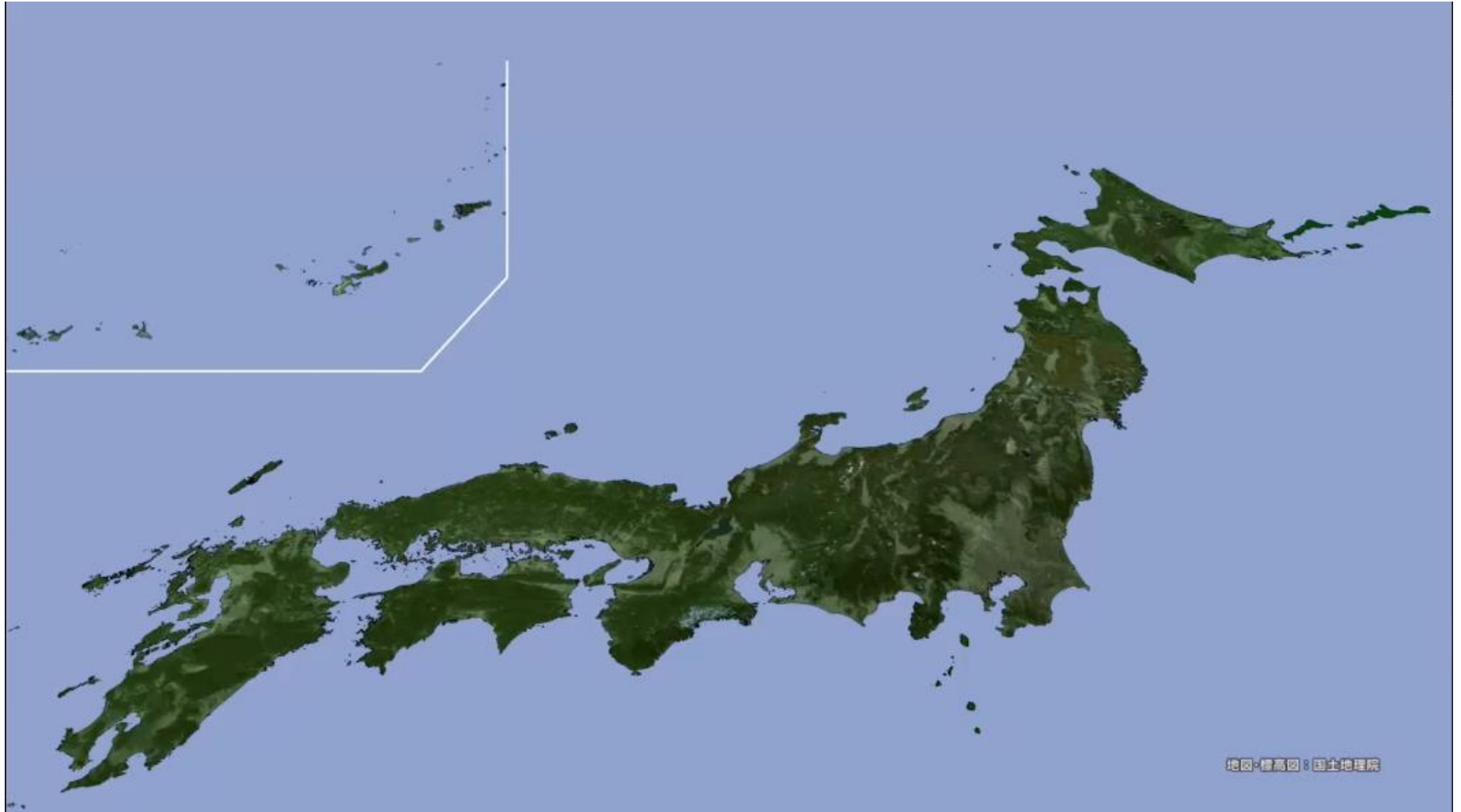
- ・世界21研究グループ
- ・148アンサンブル
- ・RCP4.5, 8.5シナリオ



21世紀末の波高変化率

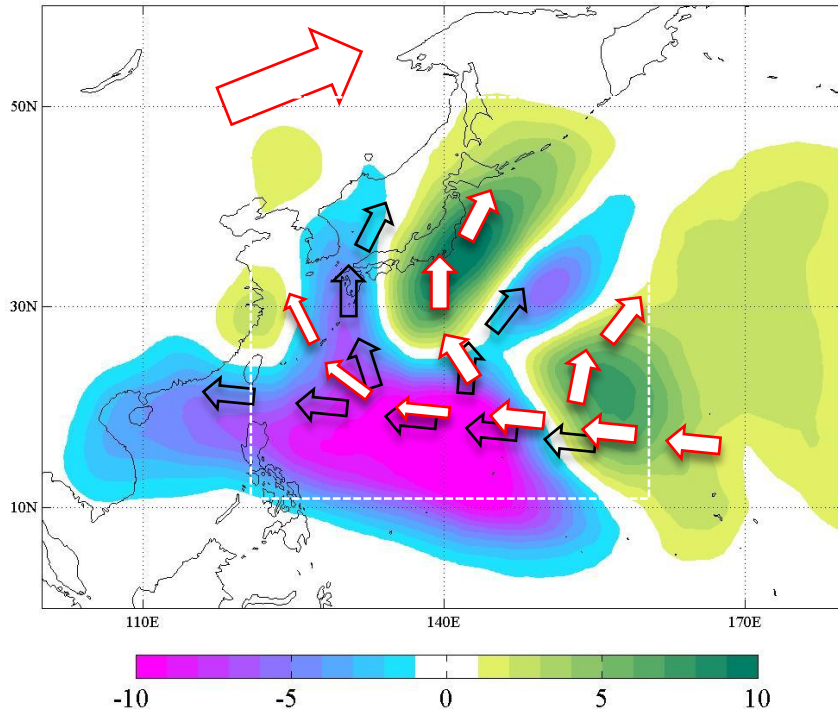
- ・波高が $\pm 10\%$ の幅で変化
- ・21世紀末に世界の海岸線の50%が波浪特性変化のリスク
- ・日本周辺は波浪変化大

# 海面上昇は日本の大都市の脆弱性を大きく拡大する。

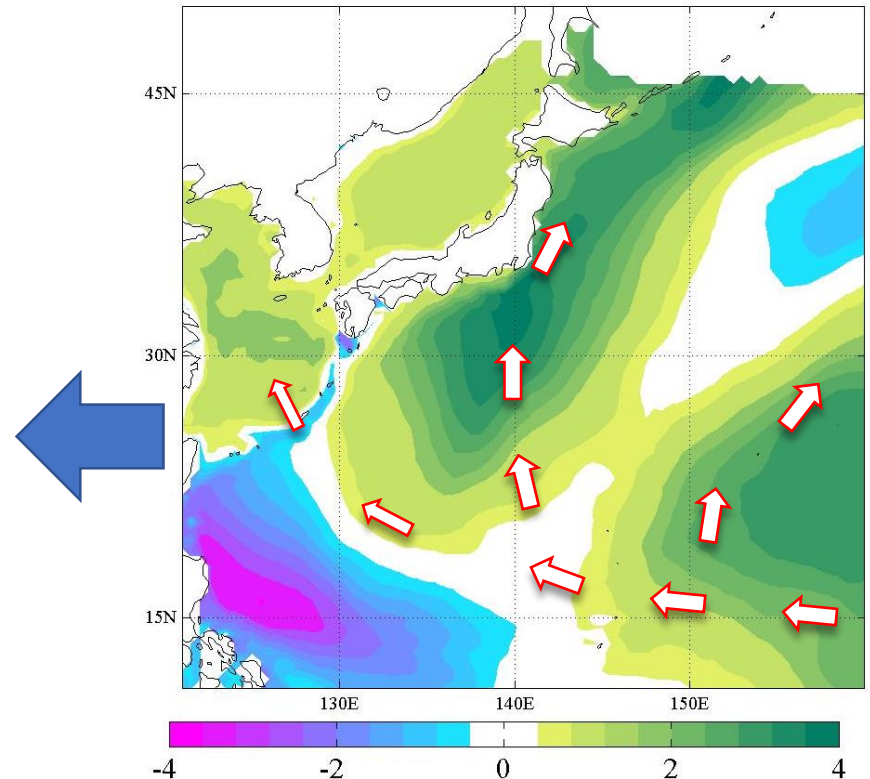


提供NHK

# 高波の将来変化は台風の将来変化がポイント



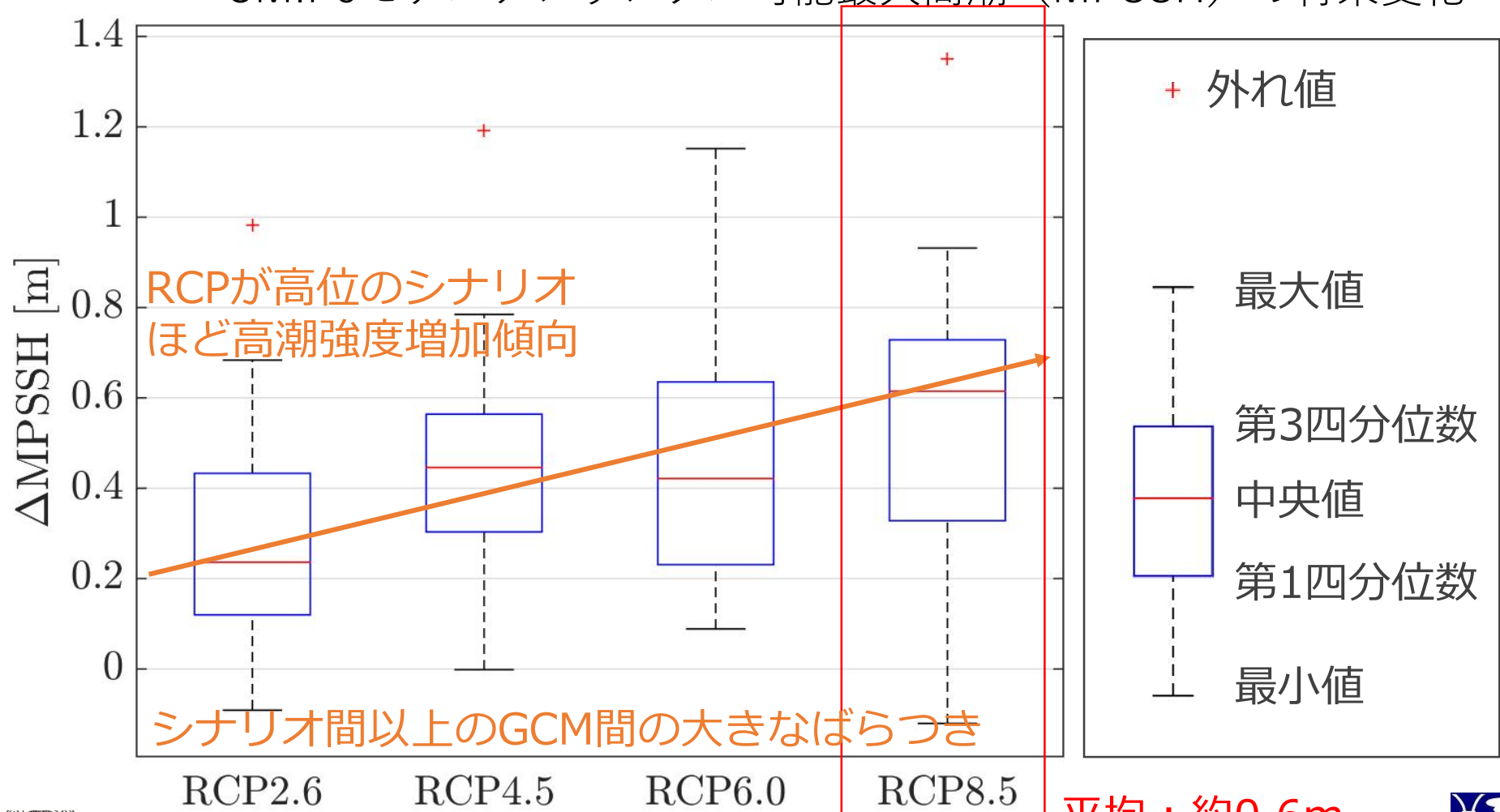
台風の頻度の変化[%pt.]  
Ensemble mean



1/10年確率の波高  $H_s$  [m]  
Ensemble mean

# シナリオ・GCMの不確実性を考慮した高潮の長期評価

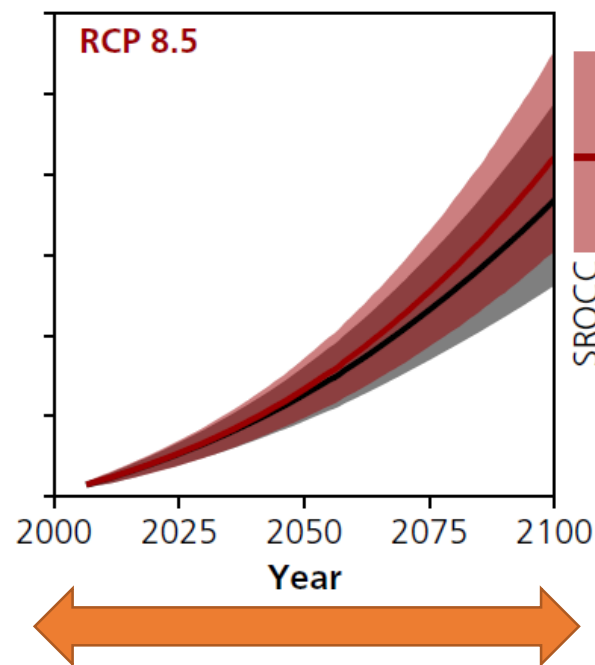
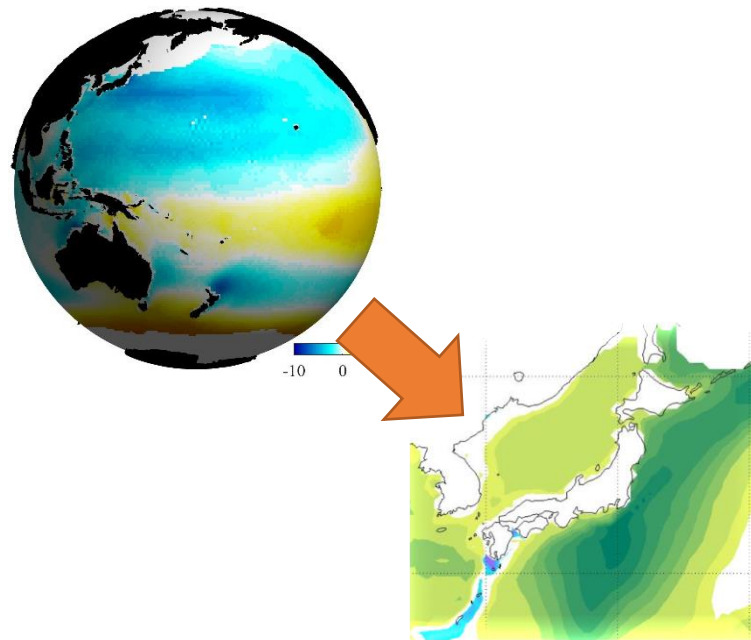
CMIP5モデルアンサンブル可能最大高潮（MPSSH）の将来変化





# 今後の研究展開

- より定量的に，必要な情報の提供
- 地域・湾スケールの評価
- 温暖化の時間スケール情報



# 適応に向けて

海岸保全施設における気候変動への  
適応方法の考え方

4 省庁「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方  
検討委員会」

京都大学



KYOTO UNIVERSITY



# 気候変動に適応する海岸構造物の設計外力の考え方

- 現在気候

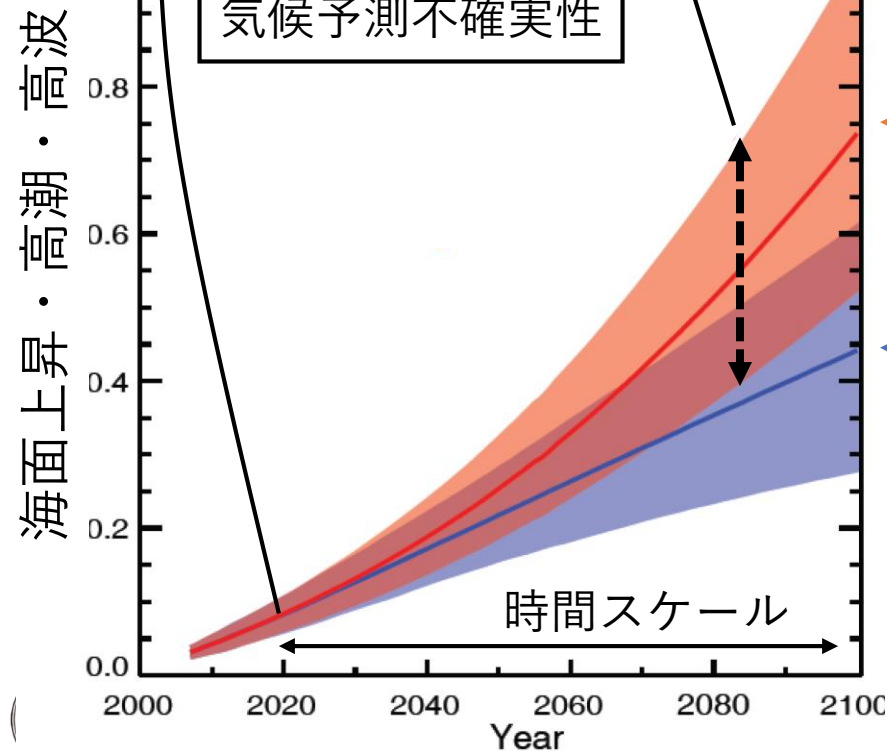
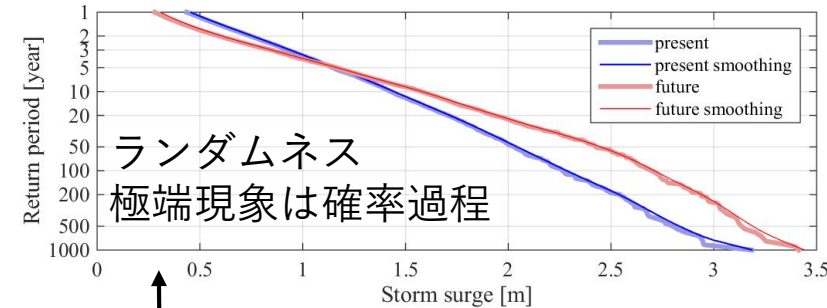
- 計画高潮位 + 打ち上げ高  
= 朔望満潮位 + 高潮偏差 + 打ち上げ高

- 将来

- 計画高潮位 + 打ち上げ高  
= 朔望満潮位  
+ 高潮偏差  
+ 打ち上げ高



# これまでとこれからの設計外力の チャレンジ



## • これまで

- ランダムな極端災害強度の確率評価

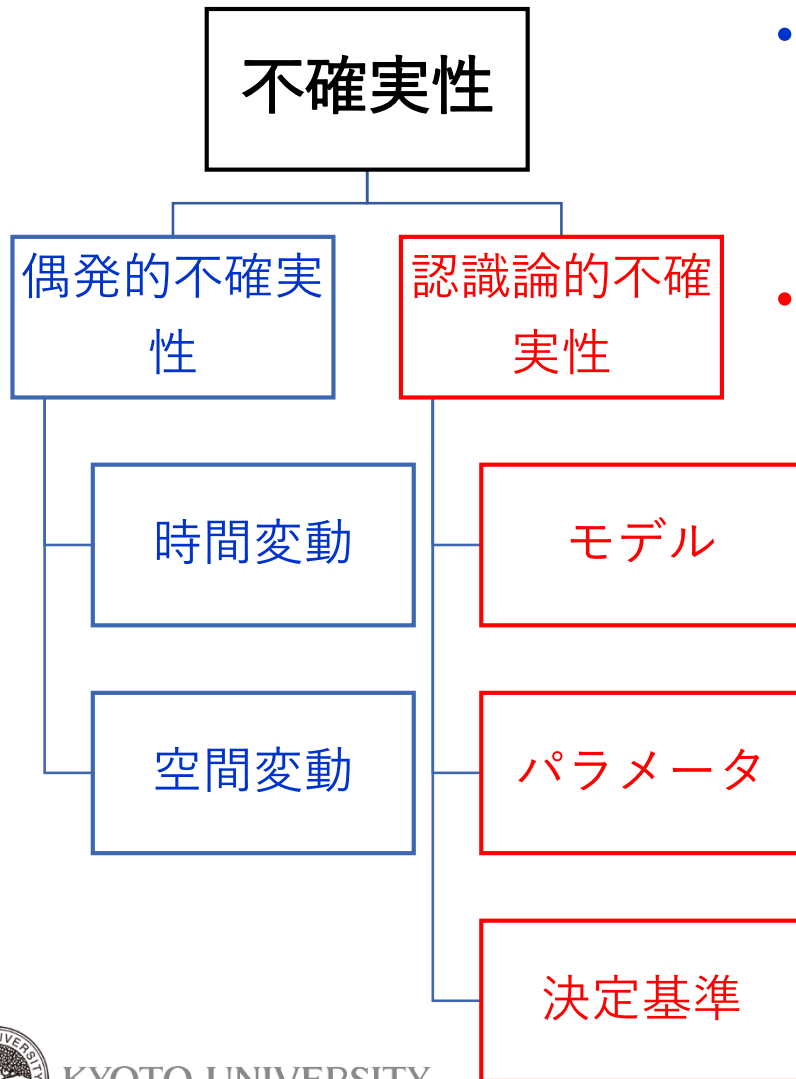
## • これから

- シナリオ不確実性
- 気候予測不確実性
- 気候変動の時間スケール
- 社会の変化

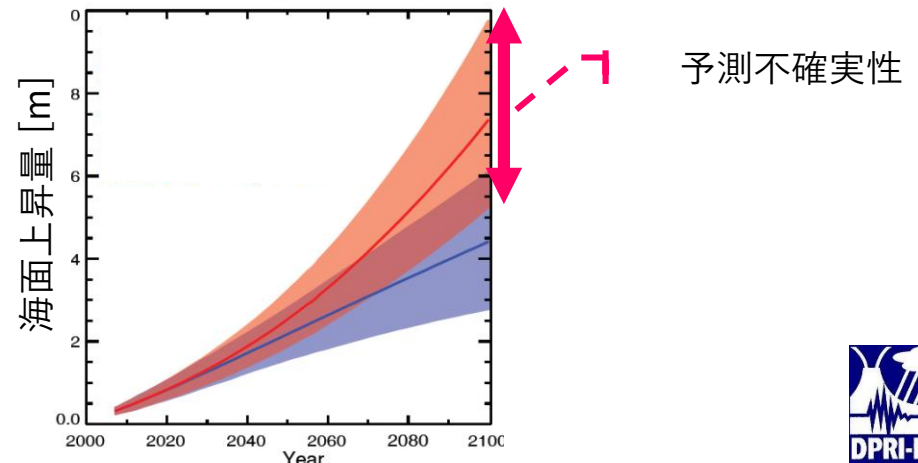
## • キーポイント

- 1・2は世紀末になれば差が大きくなる
- 適応時間スケールとコストベネフィット
  - これを決めるのが政策決定者の判断

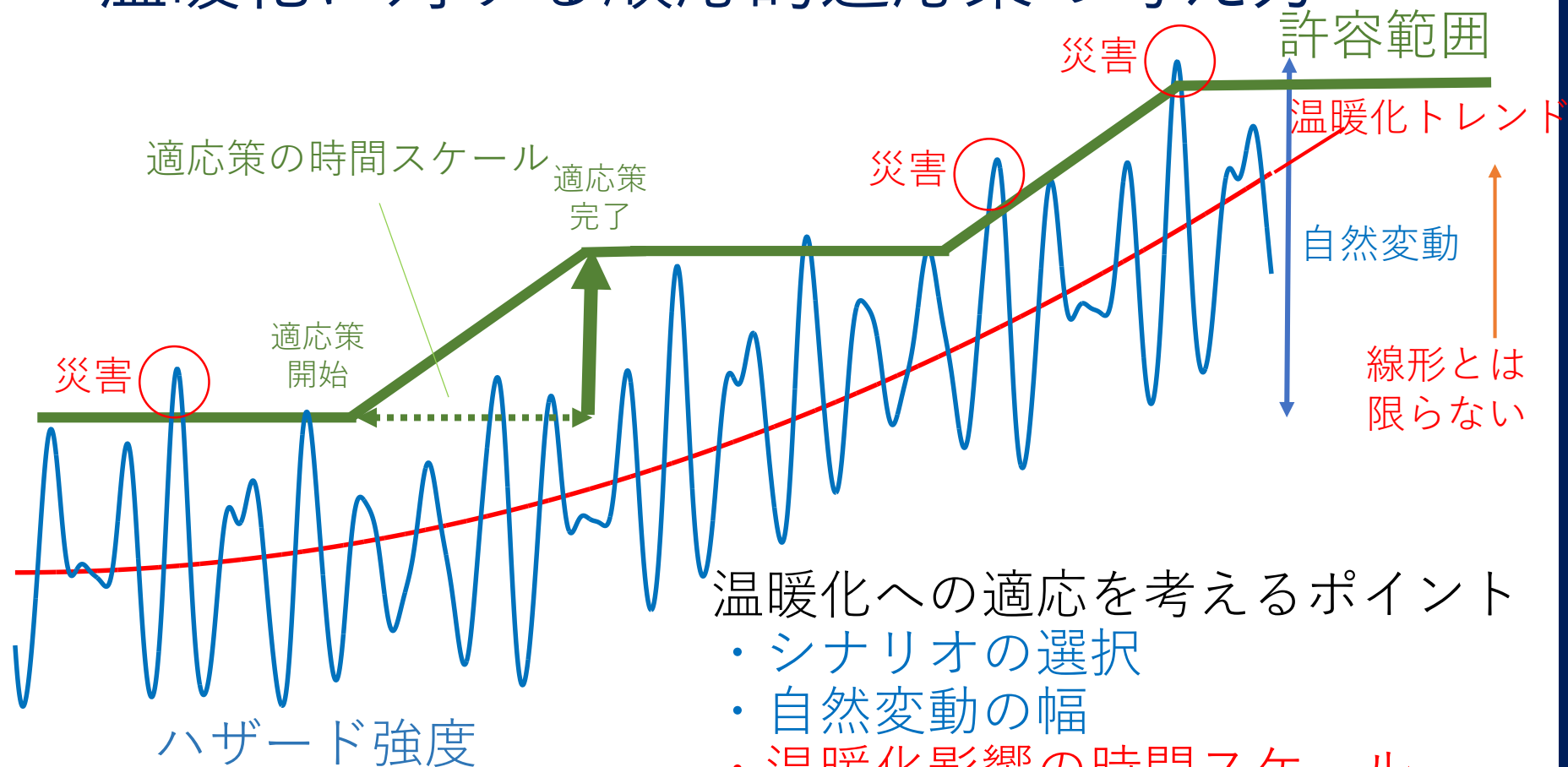
# 極端現象の確率評価と海面上昇の将来変化の不確実性は異なる評価が必要



- 極端現象の確率評価 偶発的/aleatory
  - 自然の持つ変動
  - 期待値と信頼性区間の予測
- 海面上昇の将来変化の不確実性（日常的な変化）認識論/epistemic
  - 何らかの確率分布を持つ： $p(\eta_{SLR})$
  - 予測範囲のどこかの状態（水位）が継続的に生じる（平均水面）



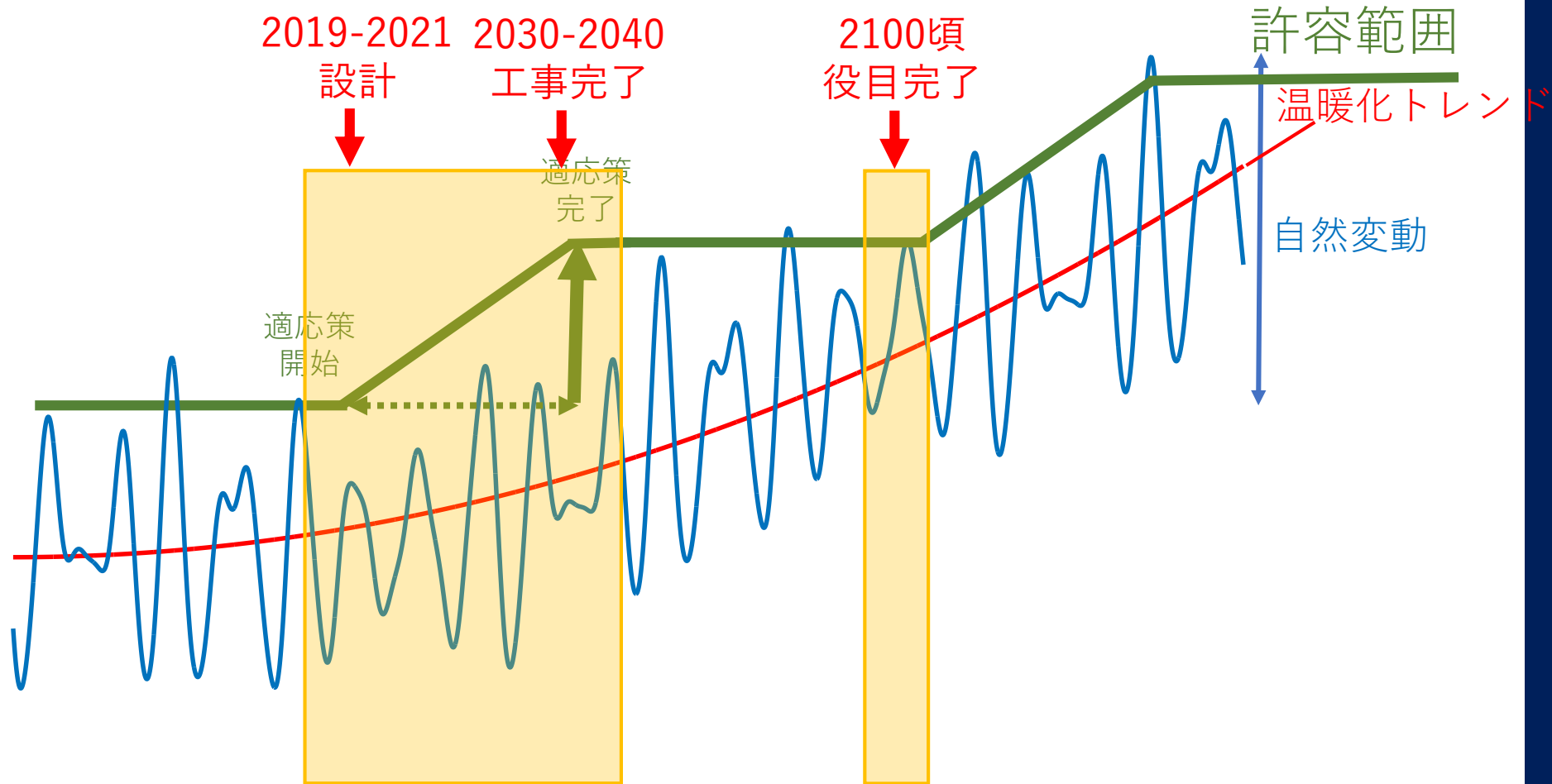
# 温暖化に対する順応的適応策の考え方



温暖化への適応を考えるポイント

- ・シナリオの選択
- ・自然変動の幅
- ・温暖化影響の時間スケール
- ・適応策の時間スケール
- ・適応策のフレキシビリティ
- ・費用対効果

# 決断の時間はそれほどない？



# 気候変動を考慮した施設設計のイメージ

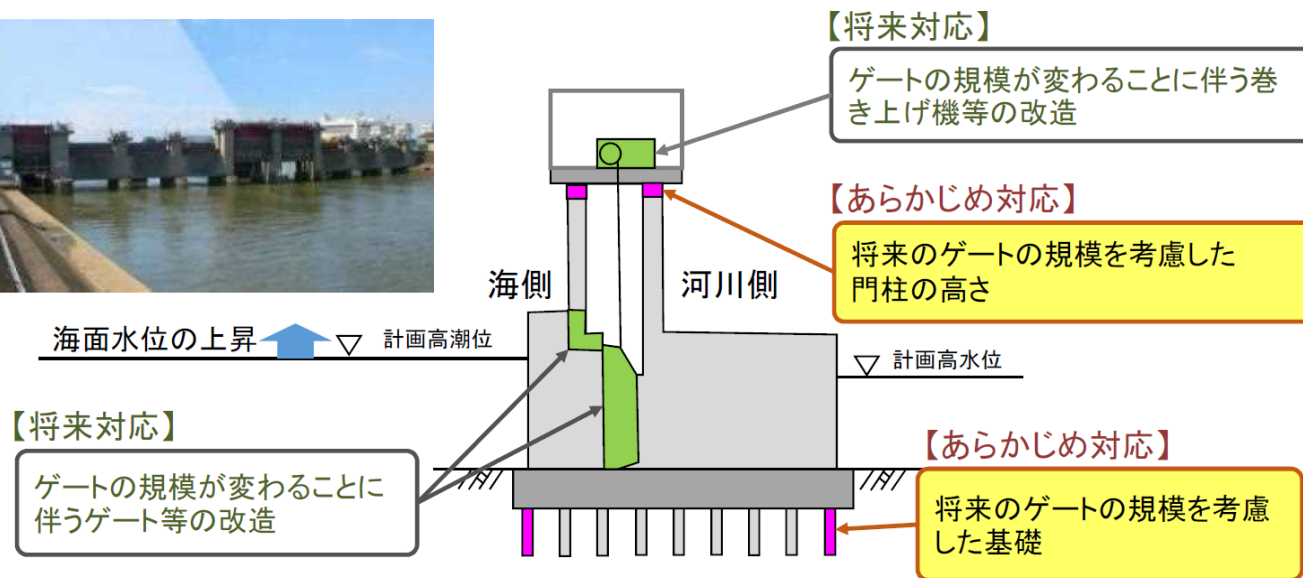
「国交省・気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言より

## ②施設設計上の対応

### 【基本的な考え方】

- 施設の供用期間を踏まえ、**供用期間内**に必要とされる**強度が不足しないよう**、予め気候変動の影響を考慮することが基本

- 予測の不確実性も踏まえ**、供用期間の長い施設については、改築を容易にできるよう**手戻りの少ない構造上の工夫**やリスク上昇の懸念について減災機能の高い構造上の工夫等を検討



# 温暖化に順応的な施設設計の考え方

## • 施設の拡張性

- 段階的な更新が可能
  - 初期・拡張コスト
    - 初期>>拡張コスト
      - 順応的選択
    - 初期<<拡張コスト
- 段階的な更新が不可
  - →施設重要度

## • 施設重要度

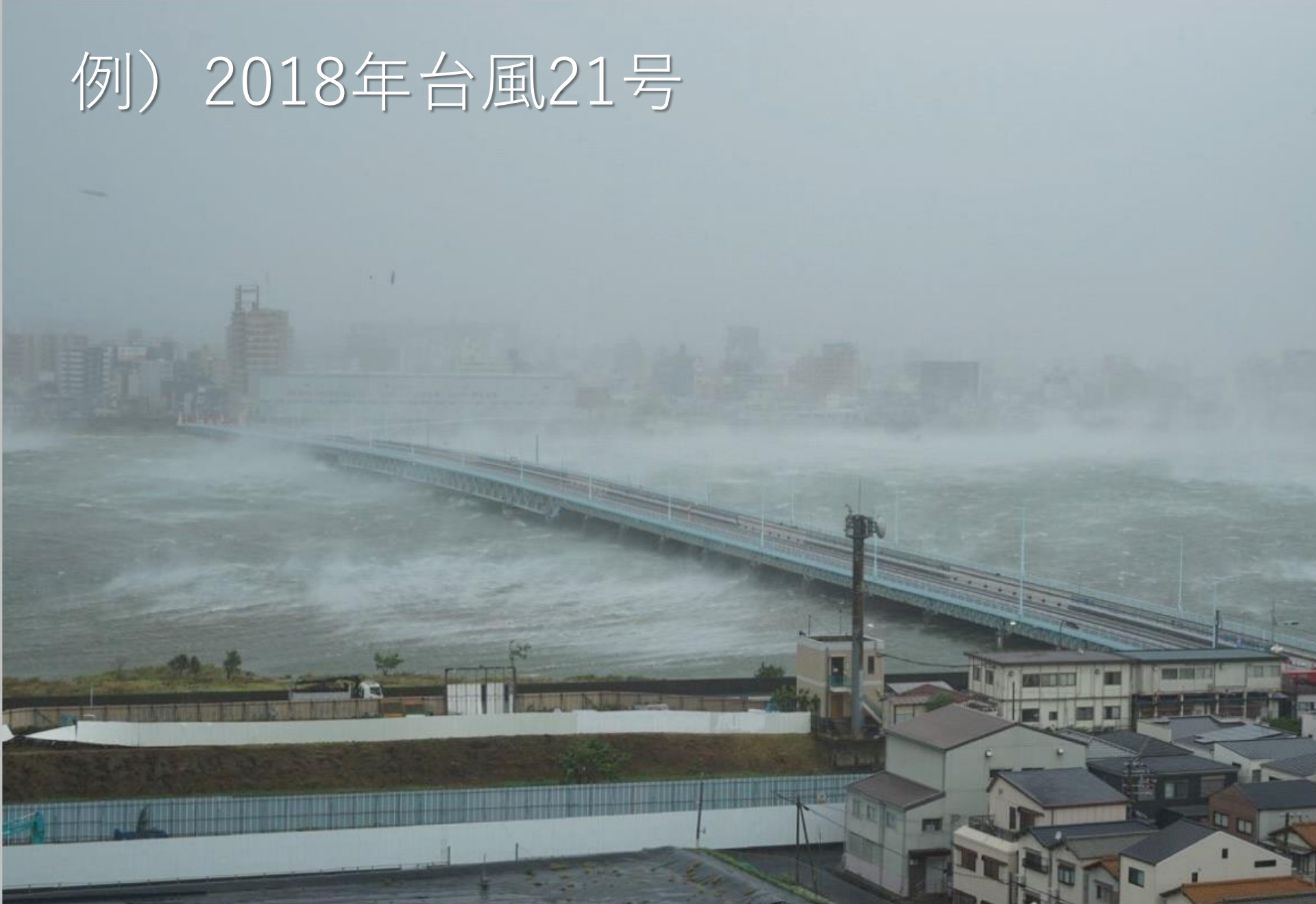
- 重要度に応じた対応
  - 非超過確率で調整
- 設計外力超過に対する脆弱性
  - 非超過確率の設定
  - レジリエンスな構造設計

シナリオ選択

予測不確実性

温暖化時間スケール

# 例) 2018年台風21号





# 2018年台風21号では高潮防潮扉が大阪を防御

大阪府提供

2018.9.4 台風21号 木津川水門

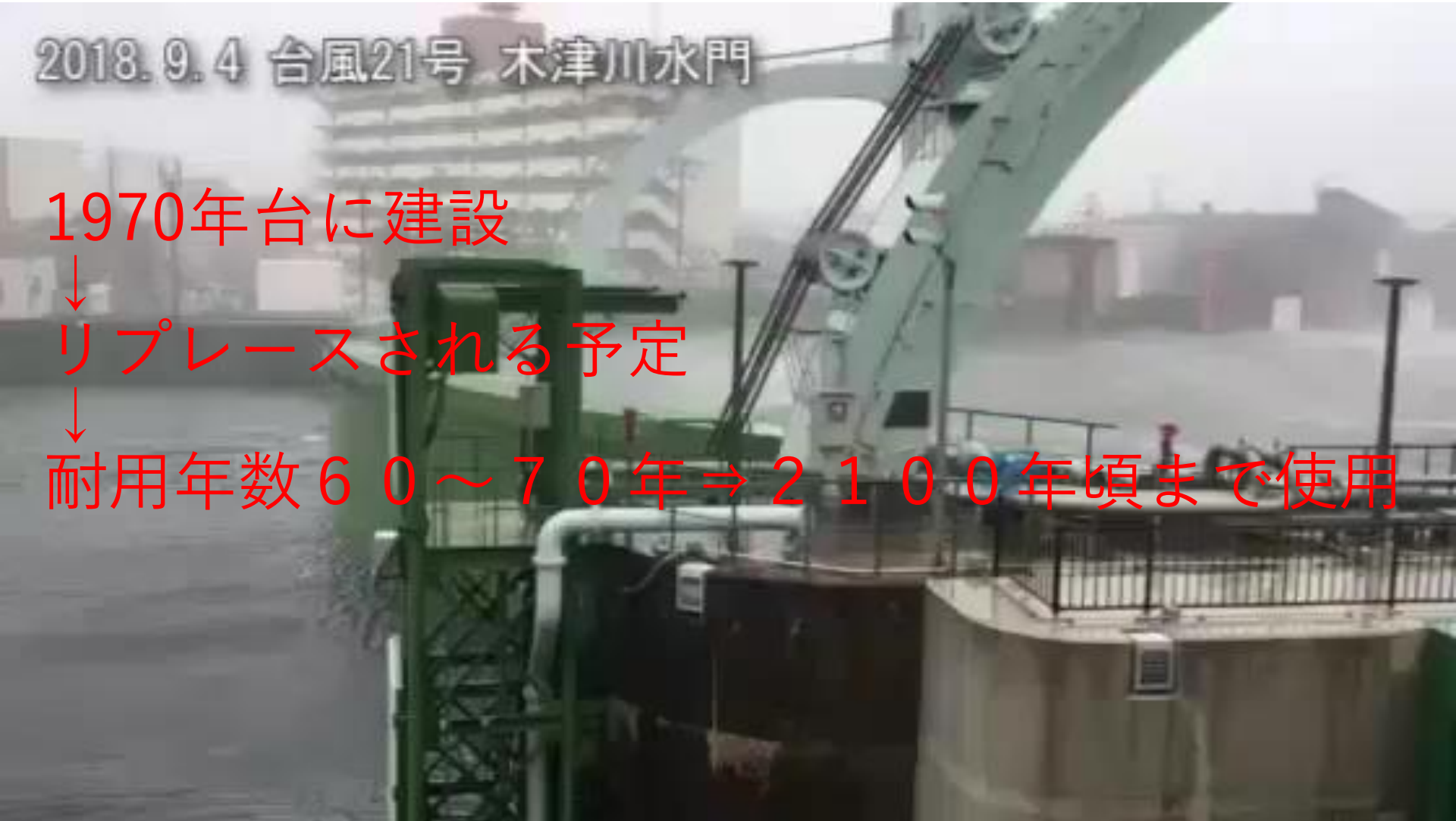
1970年台に建設



リプレイスされる予定



耐用年数 60～70年⇒2100年頃まで使用

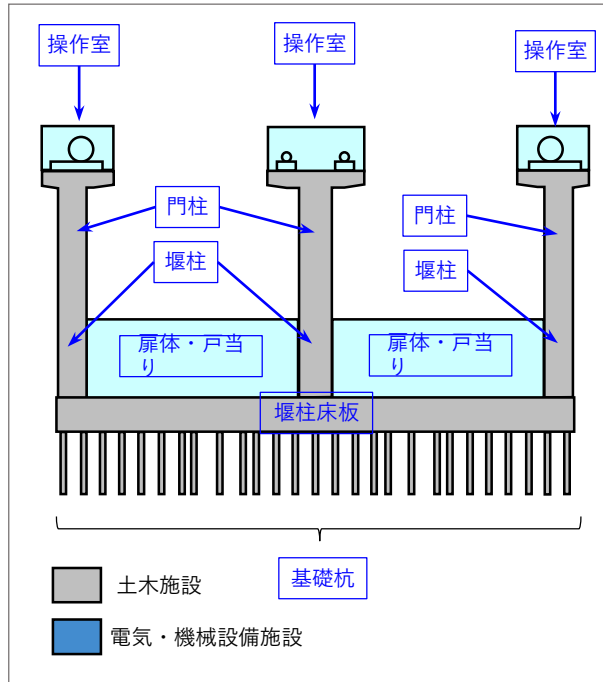




# 適応に向けた取り組み

## 大阪府三大高潮水門設計：外力条件

できるだけ手戻りのない設計の考え方

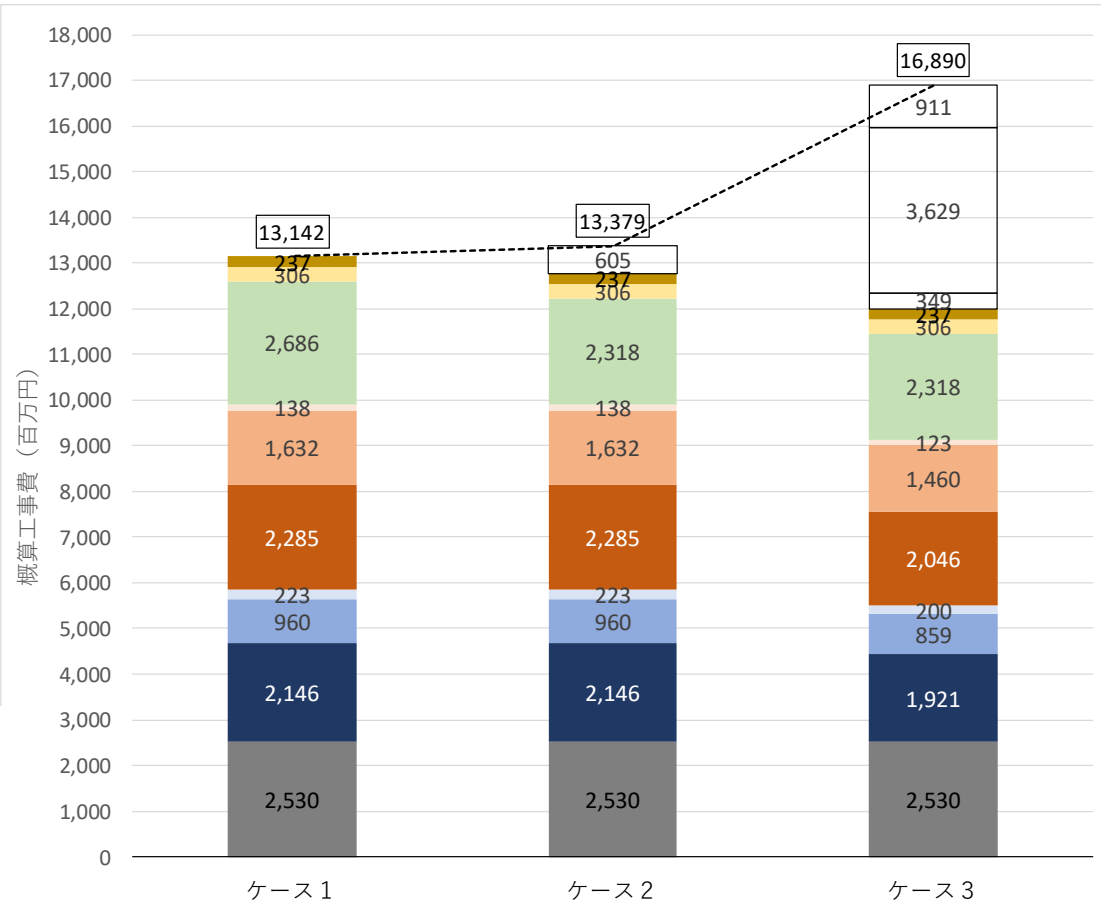


### ■将来2度上昇への対応方法

(ケース1) 当初建設時からすべての部位において将来2度上昇の外力に対応

(ケース2) 当初建設時は土木施設のみ将来2度上昇の外力に対応し、途中段階で機械設備系を2度上昇対応に改修する

(ケース3) 当初建設時は現行計画外力で建設し、途中段階で2度上昇外力に対応する。

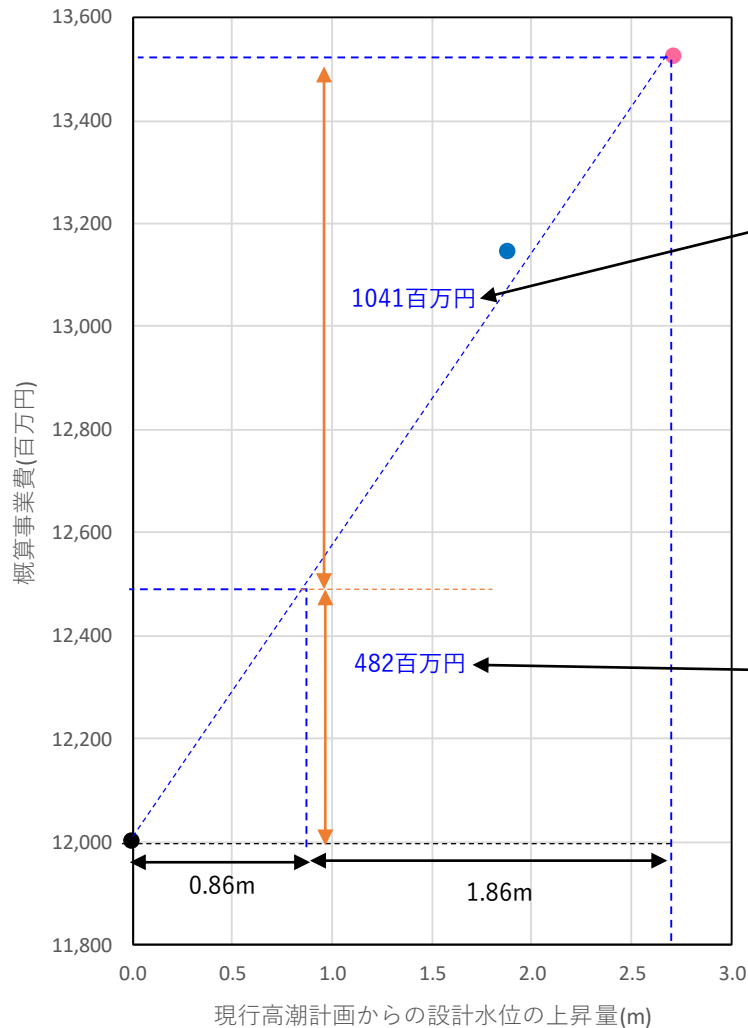


資料：大阪府河川構造物等審議会

# 適応に向けた取り組み

## 大阪府三大高潮水門設計：外力条件

設計外力の変化と事業費



できるだけ手戻りのない設計の考え方

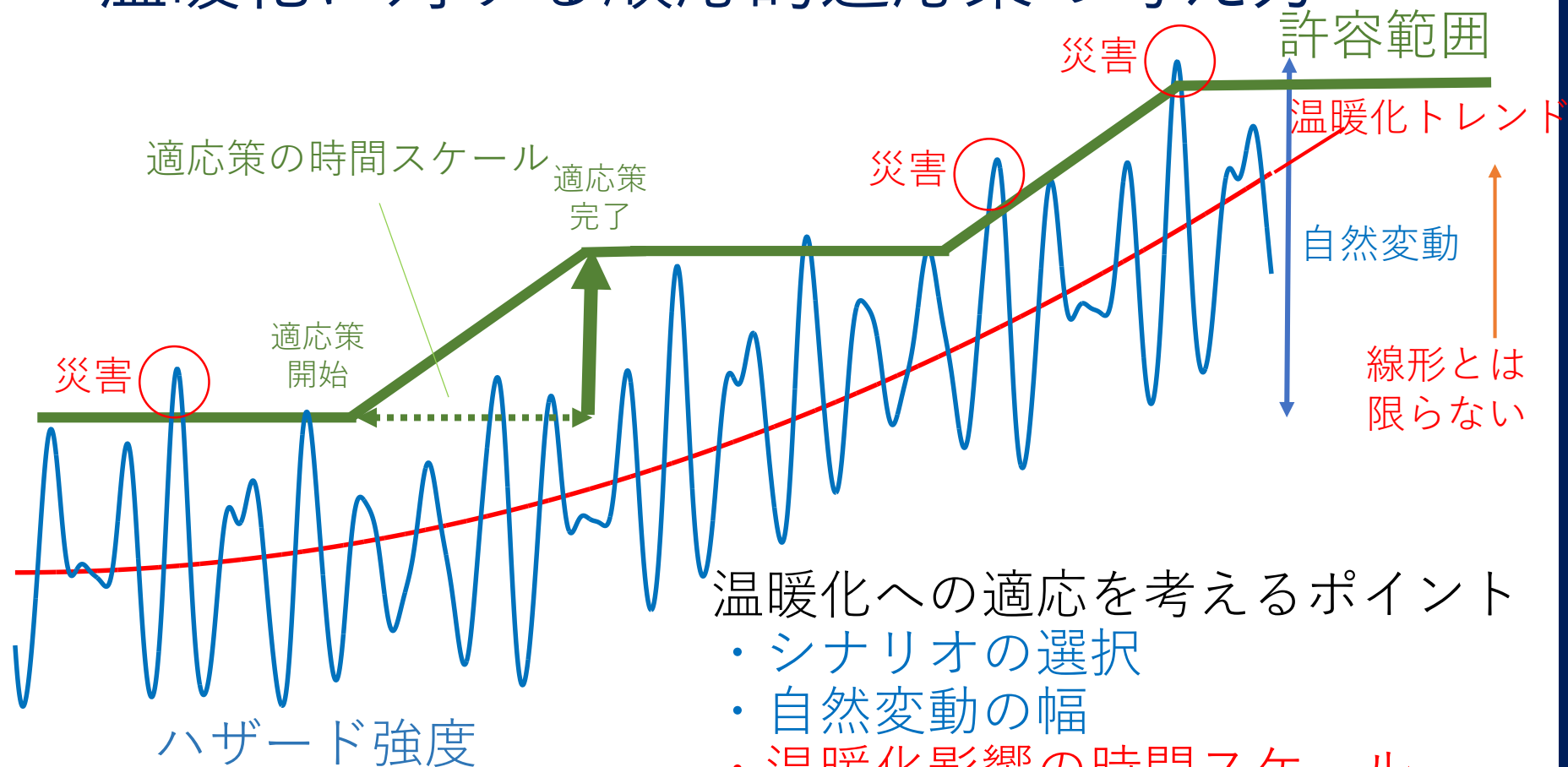
条件：+4K

台風強化による高潮増大

将来4度上昇における海水面上昇量

資料：大阪府河川構造物等審議会

# 温暖化に対する順応的適応策の考え方



温暖化への適応を考えるポイント

- ・シナリオの選択
- ・自然変動の幅
- ・温暖化影響の時間スケール
- ・適応策の時間スケール
- ・適応策のフレキシビリティ
- ・費用対効果

# おわり

連絡先：mori@oceanwave.jp

[www.coast.dpri.kyoto-u.ac.jp](http://www.coast.dpri.kyoto-u.ac.jp)

京都大学

防災研究所

