

海から考える，これからの防災

志村智也

京都大学 防災研究所

気候変動適応研究センター 沿岸リスク研究領域

海から考える、これからの防災

気候変動が進む

志村智也

京都大学 防災研究所

気候変動適応研究センター 沿岸リスク研究領域



DATASET ▾



VARIABLE ▾



QUANTITY & SCENARIO ▾



SEASON ▾

Region Set:

WGI reference-re... ▾

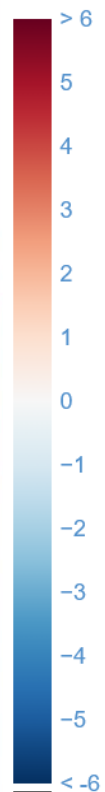


Uncertainty:

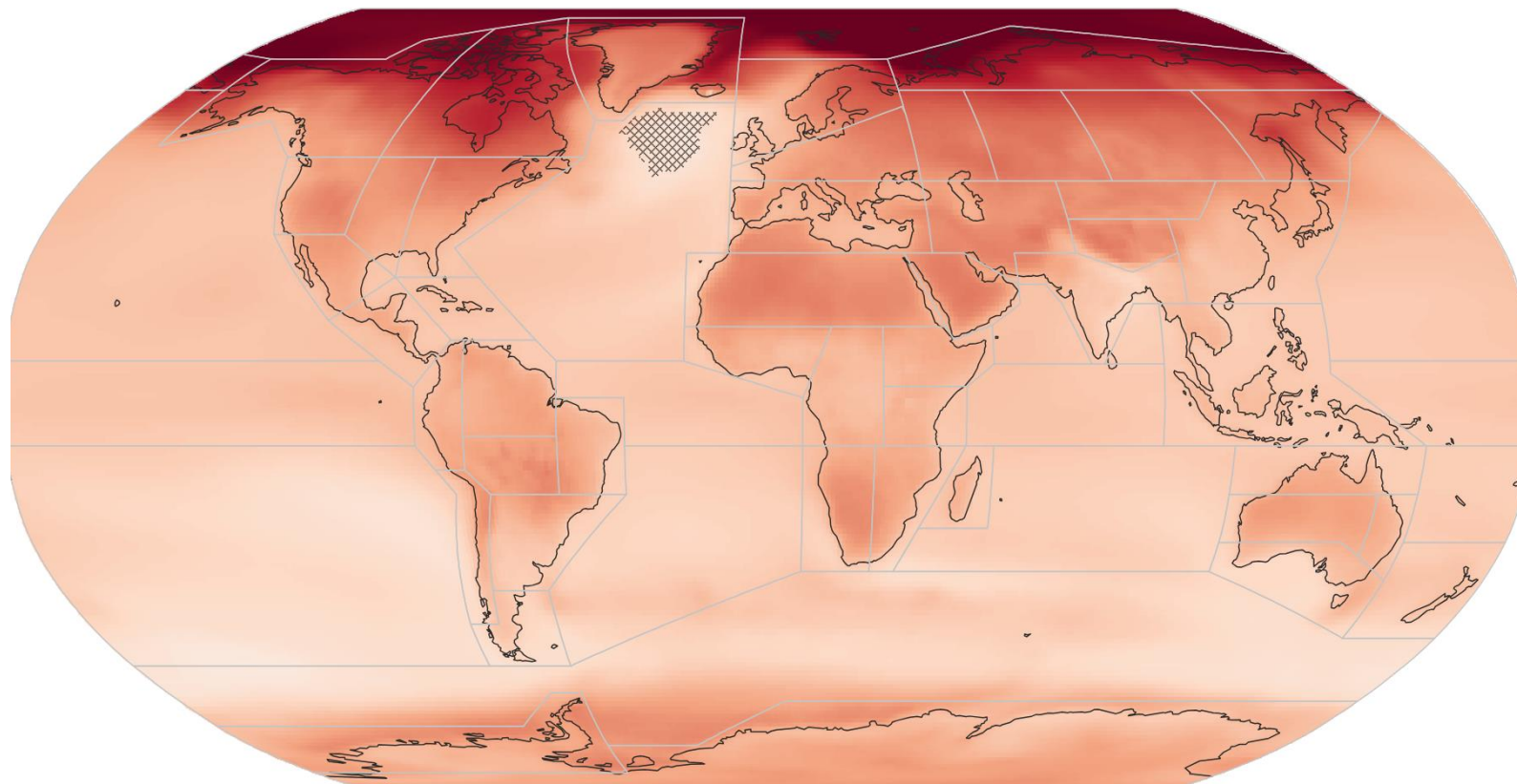
Advanced ▾



deg C



C



CMIP6 - Mean temperature (T) Change deg C - Warming 2°C SSP2-4.5 (rel. to 1850-1900) - Annual (34 models)



DATASET ▾



VARIABLE ▾



QUANTITY & SCENARIO ▾



SEASON ▾

Region Set:

WGI reference-re... ▾



Quantity:

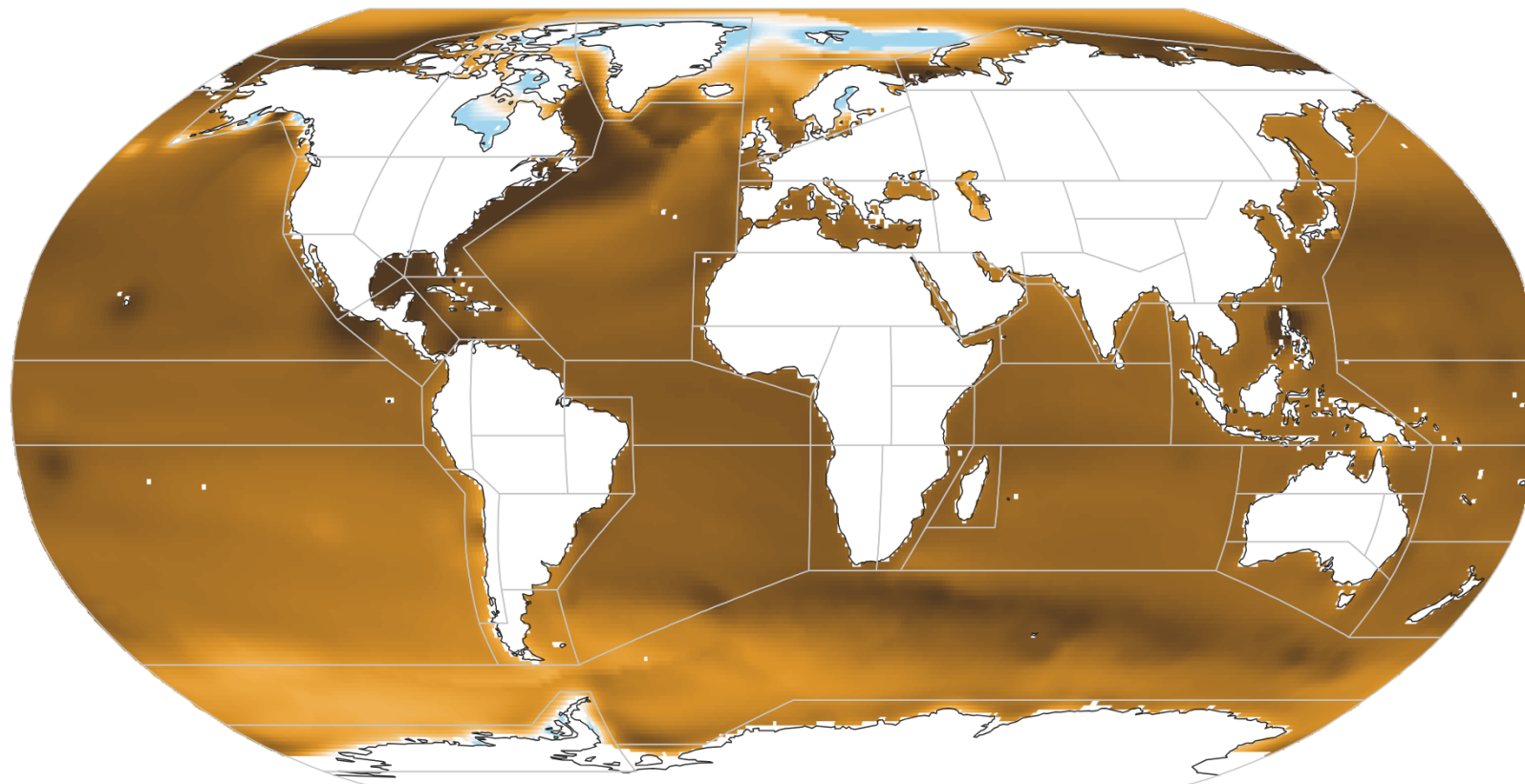
Advanced ▾



0 meters



C





DATASET ▾



VARIABLE ▾



QUANTITY & SCENARIO ▾



SEASON ▾

Region Set:

WGI reference-re... ▾

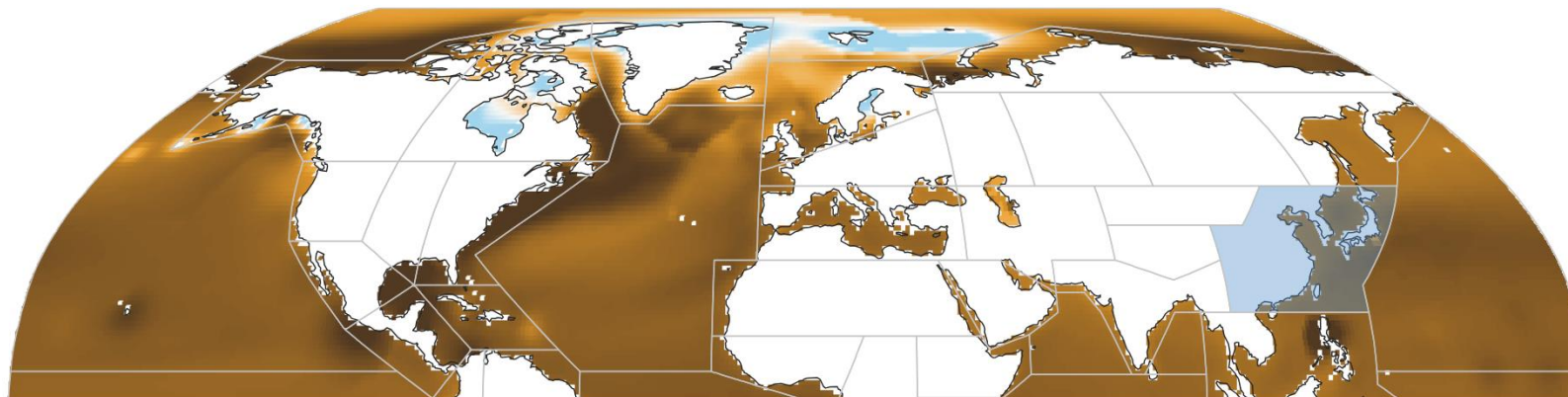


Uncertainty:

Advanced ▾



meters



CMIP6 - Sea level rise (SLR) Change meters - Long Term (2081-2100) SSP2-4.5 (rel. to 1995-2014) - Annual
Regions: East Asia



Time Series



GWL Plot



Annual Cycle



Scatter Plot



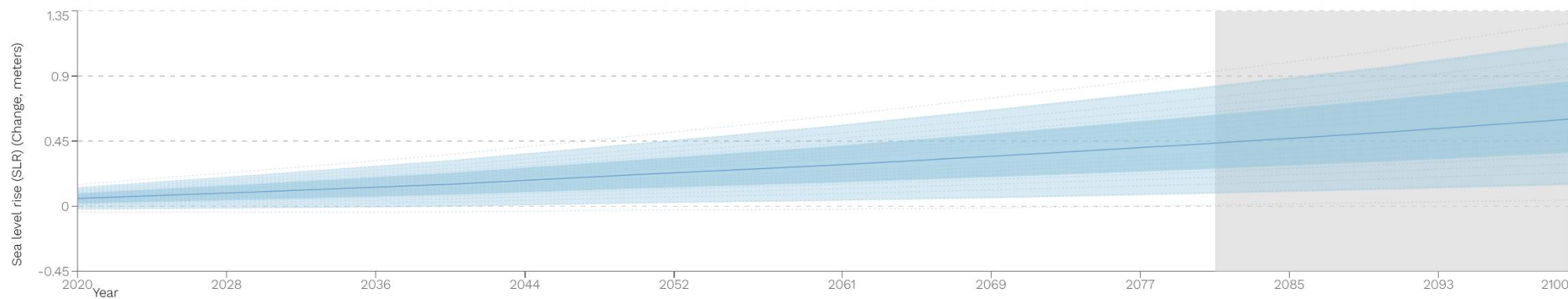
Table Summary



Stripes



Seasonal Stripes



Dotted line: Model Solid line: P50 (Median) Gray shading: Selected period Light / dark area: Spread P10-P90 / P25-75

Export PDF



Export PNG



Mask: None



それはずっと言われている

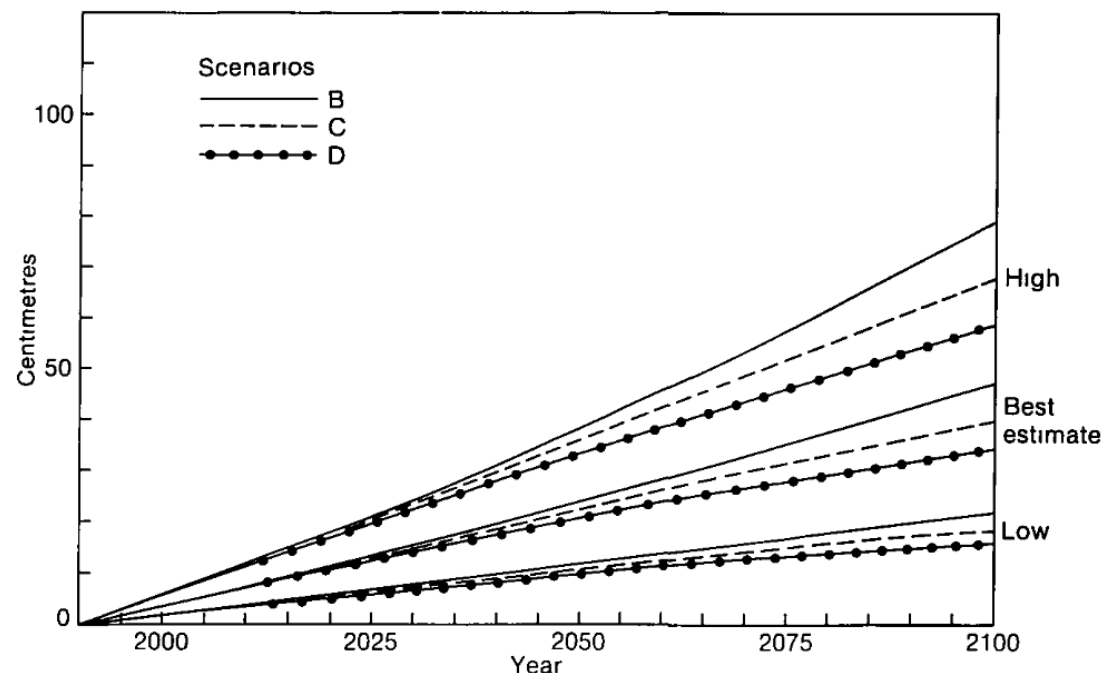
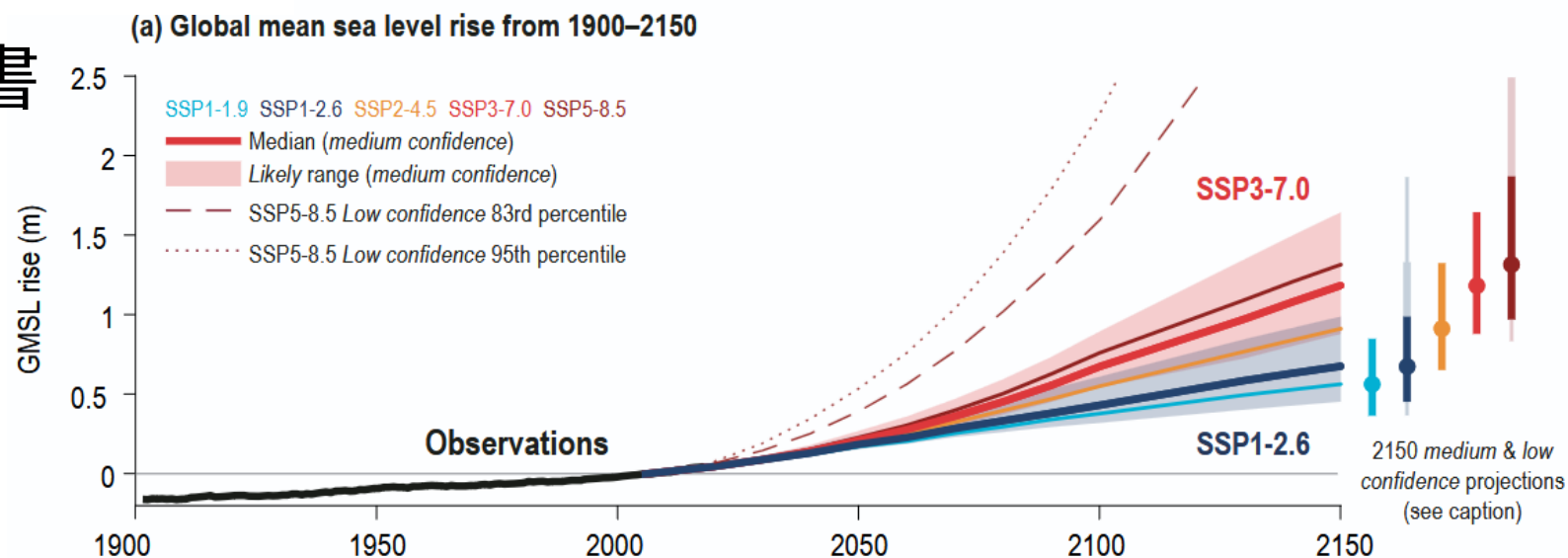


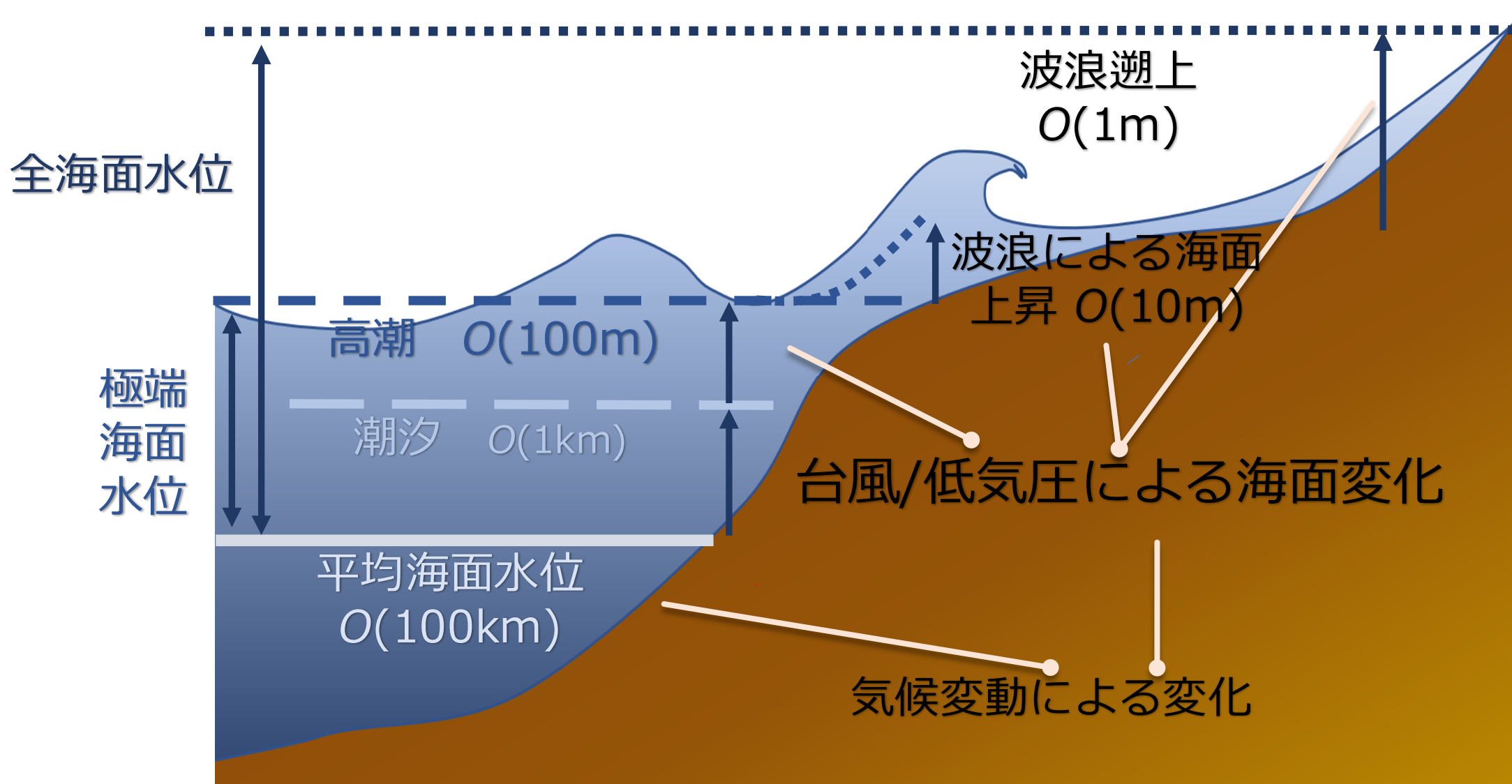
Figure 9.7: Global sea-level rise, 1990-2100, for Policy Scenarios B, C, D

IPCC-第6次報告書 (2021年)

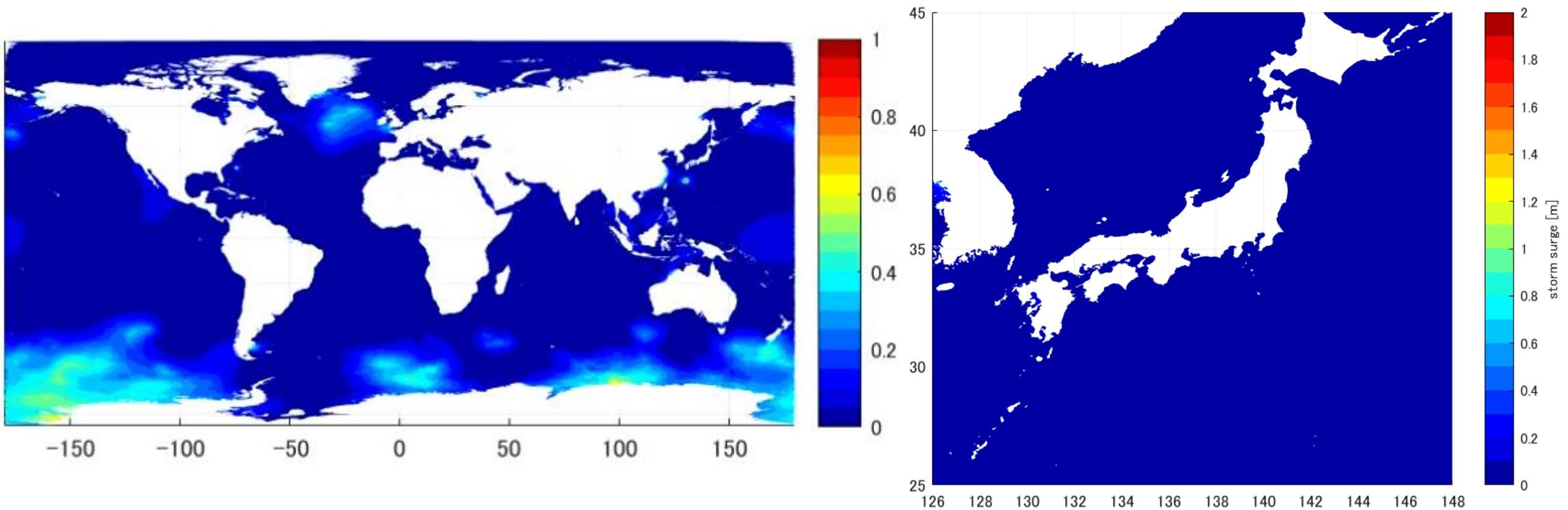
IPCC-第1次報告書 (1990年)



海面上昇だけじゃない



高潮とは



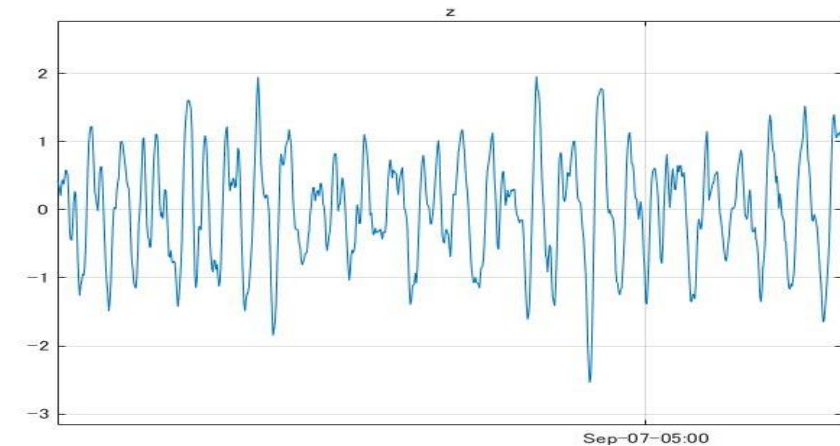
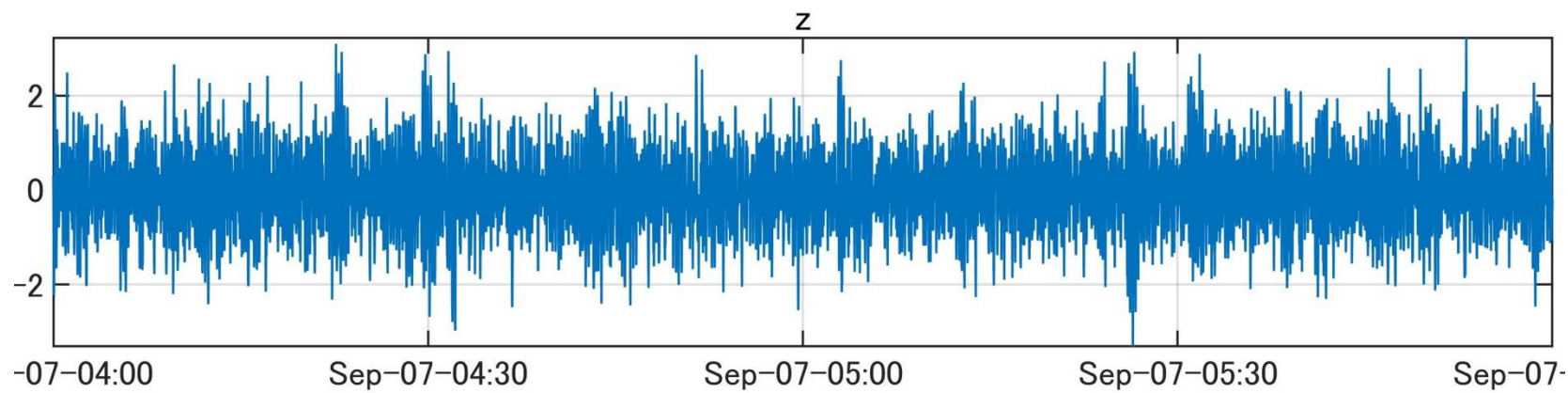
吸い上げ

吹き寄せ

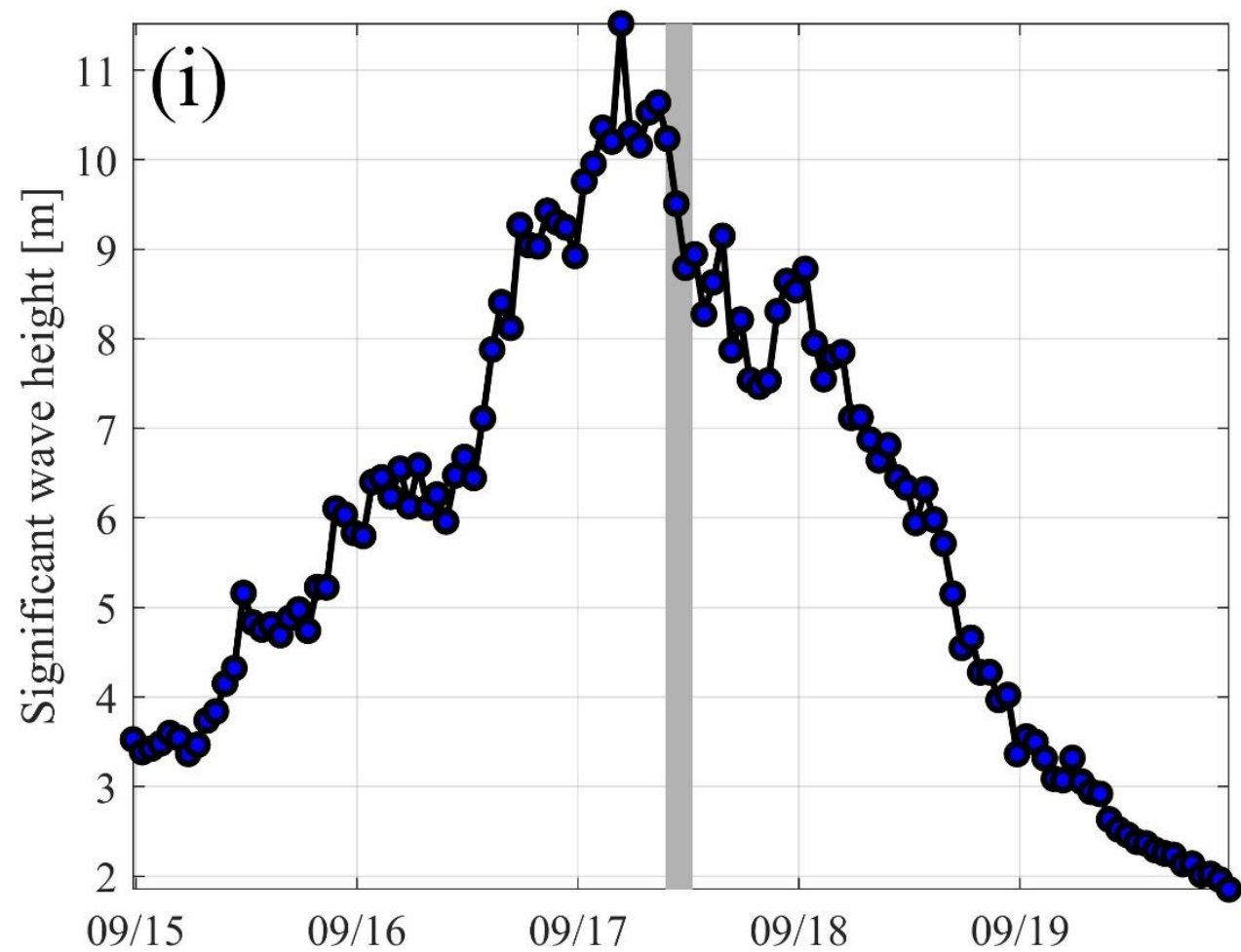
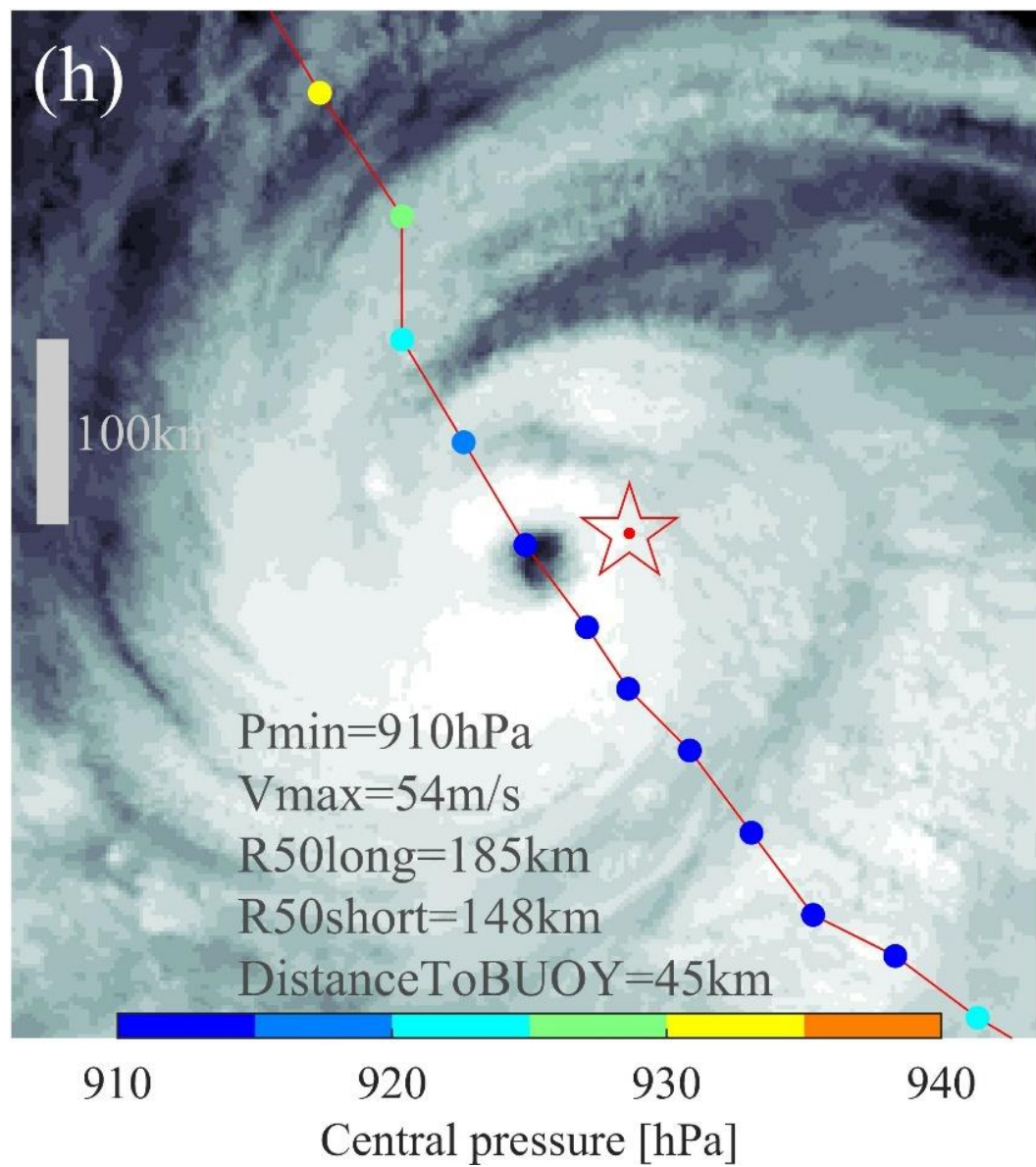
波浪とは



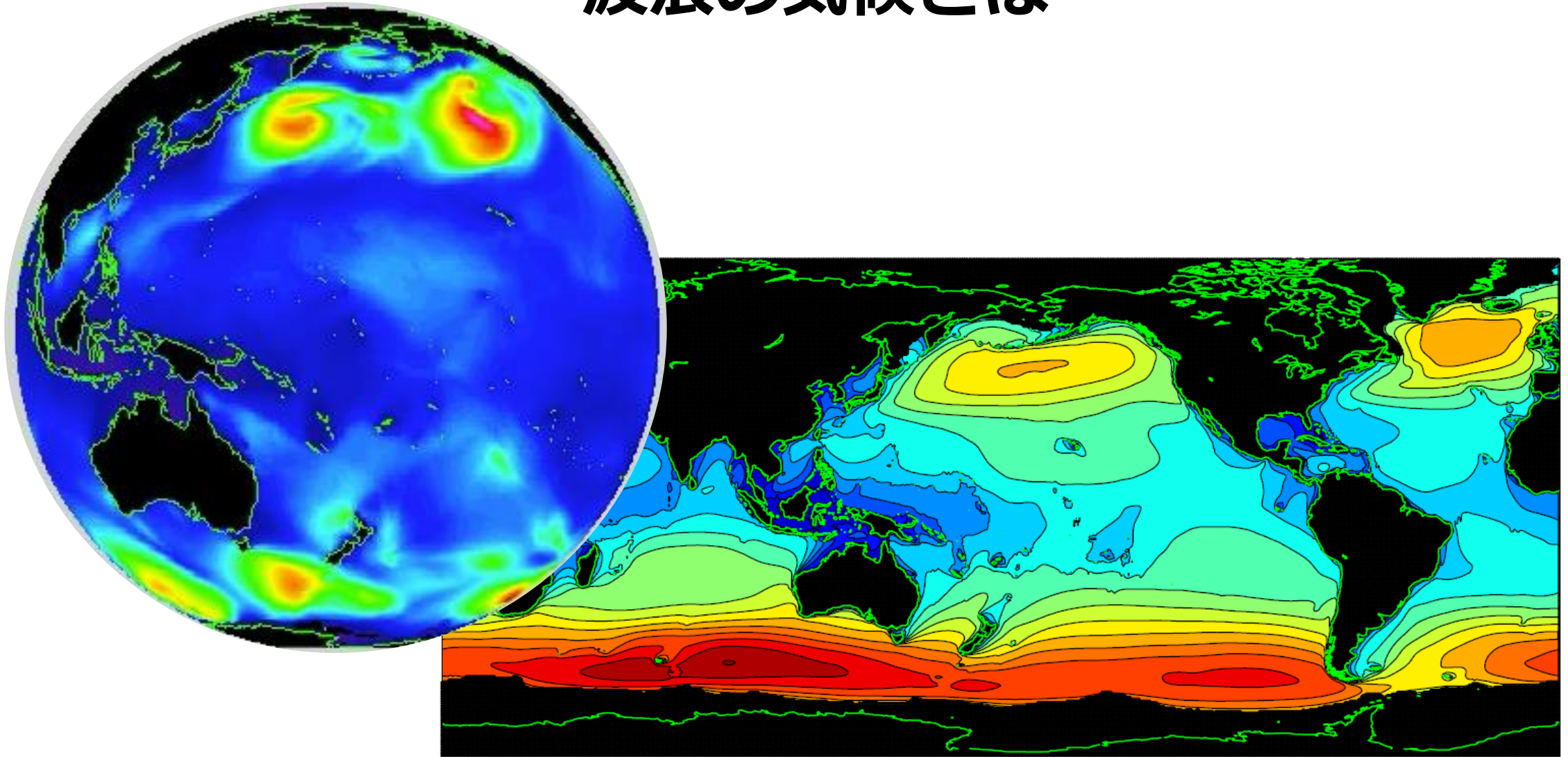
Holthuijsen (2007)



波高とは？

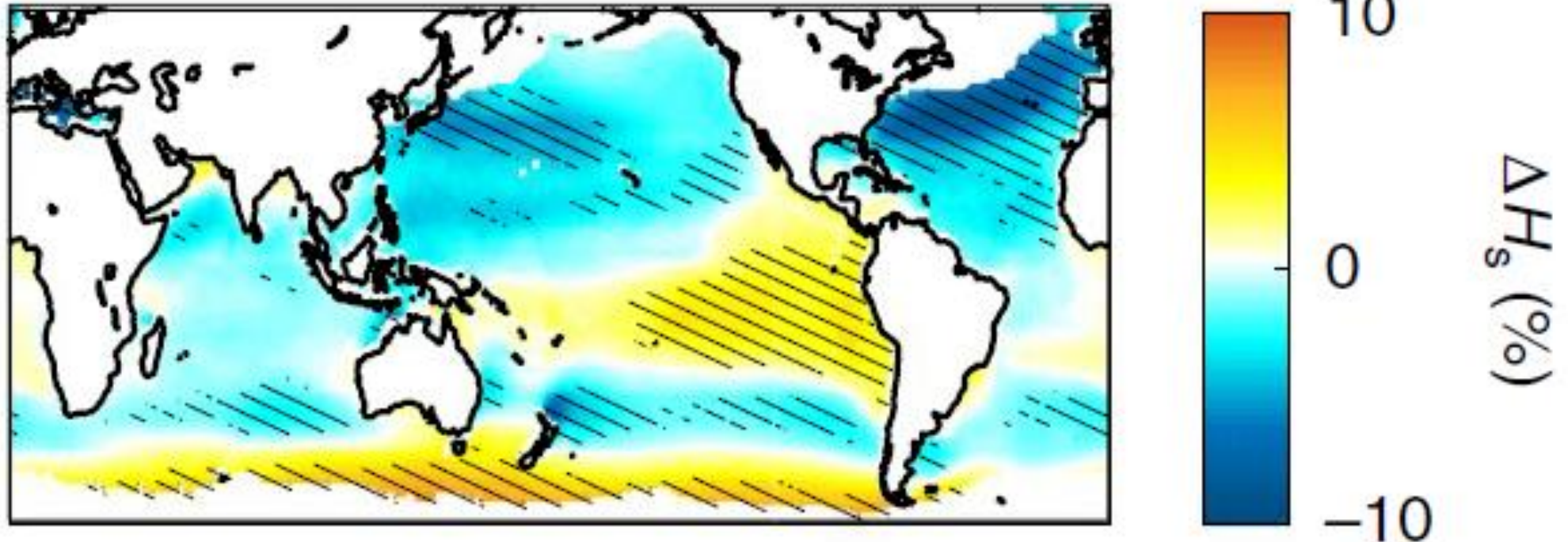


波浪の気候とは



波浪の気候変化予測

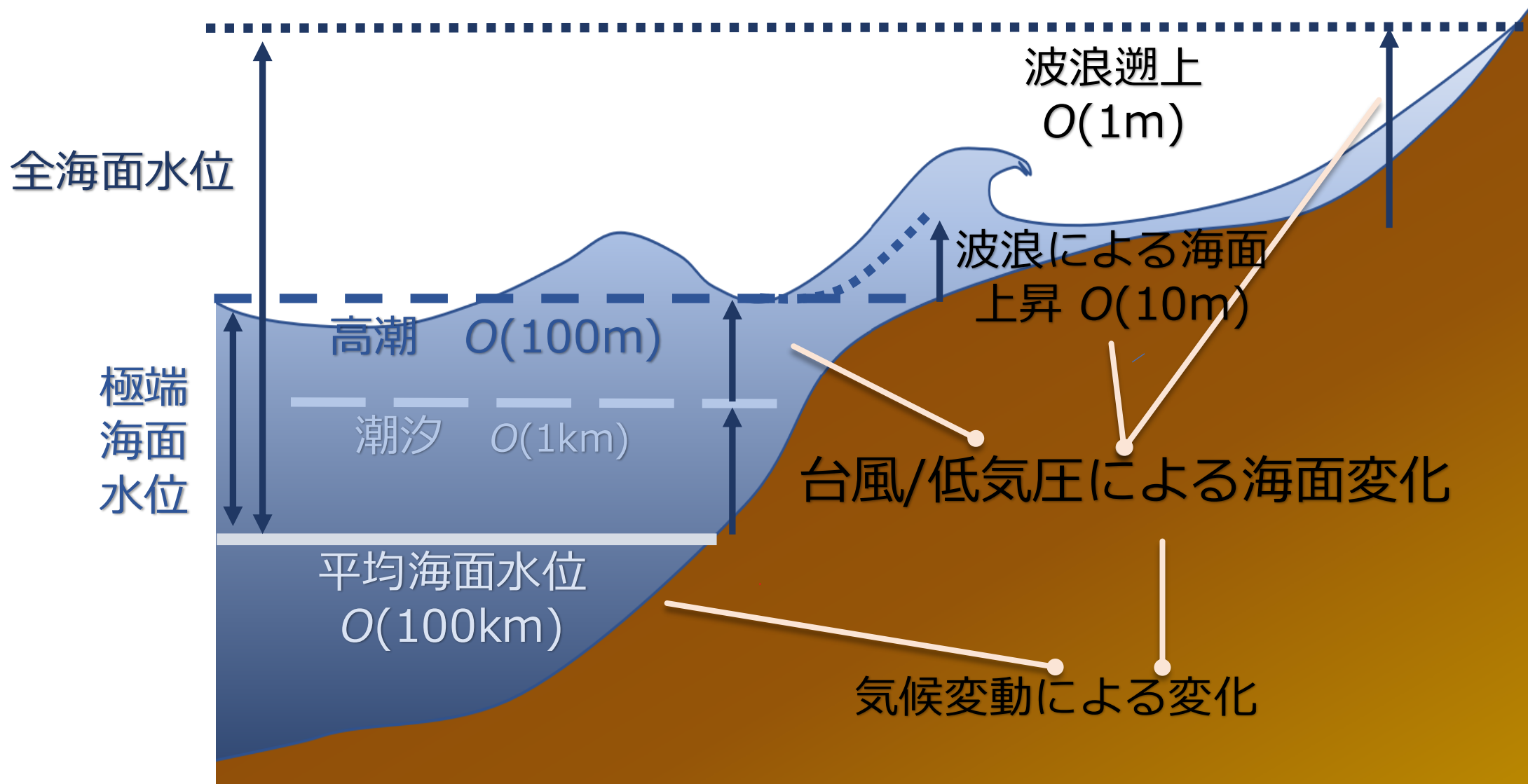
- IPCC第4次報告書(2007年)：海洋における極端現象に関連して研究されてきた新たな要素として、波高がある。
- IPCC第5次報告書(2013年)：初めて世界的コミュニティ予測が実施されたが、予測例が少ないので不確実性の評価ができていない。
- IPCC第6次報告書(2021年)：全球波浪将来予測のコミュニティ・アンサンブルを用いた定量的評価を行い、世界の海岸線の約52%において、波高、周期、波向に、頑健な将来変化が生じること示した。



波浪の気候変化予測

- IPCC第4次報告書(2007年)：海洋における極端現象に関連して研究されてきた**新たな要素として波高**がある。
- IPCC第5次報告書(2013年)：初めて世界的コミュニティ予測が実施されたが、予測例が少ないので**不確実性の評価ができていない**。
- IPCC第6次報告書(2021年)：全球波浪将来予測のコミュニティ・アンサンブルを用いた定量的評価を行い、世界の海岸線の約52%において、波高・周期・波向に、**頑健な将来変化**が生じることを示した。
- IPCC第6次報告書(2021年)：平均的な波浪気候の変化予測については確信度は中程度である一方、**極端な波浪条件**の変化予測については、利用可能な科学的証拠に限られているため、**確信度は低い**。

海面上昇だけじゃない。 特に日本沿岸では台風による高潮高波



気候変動予測とその不確実性

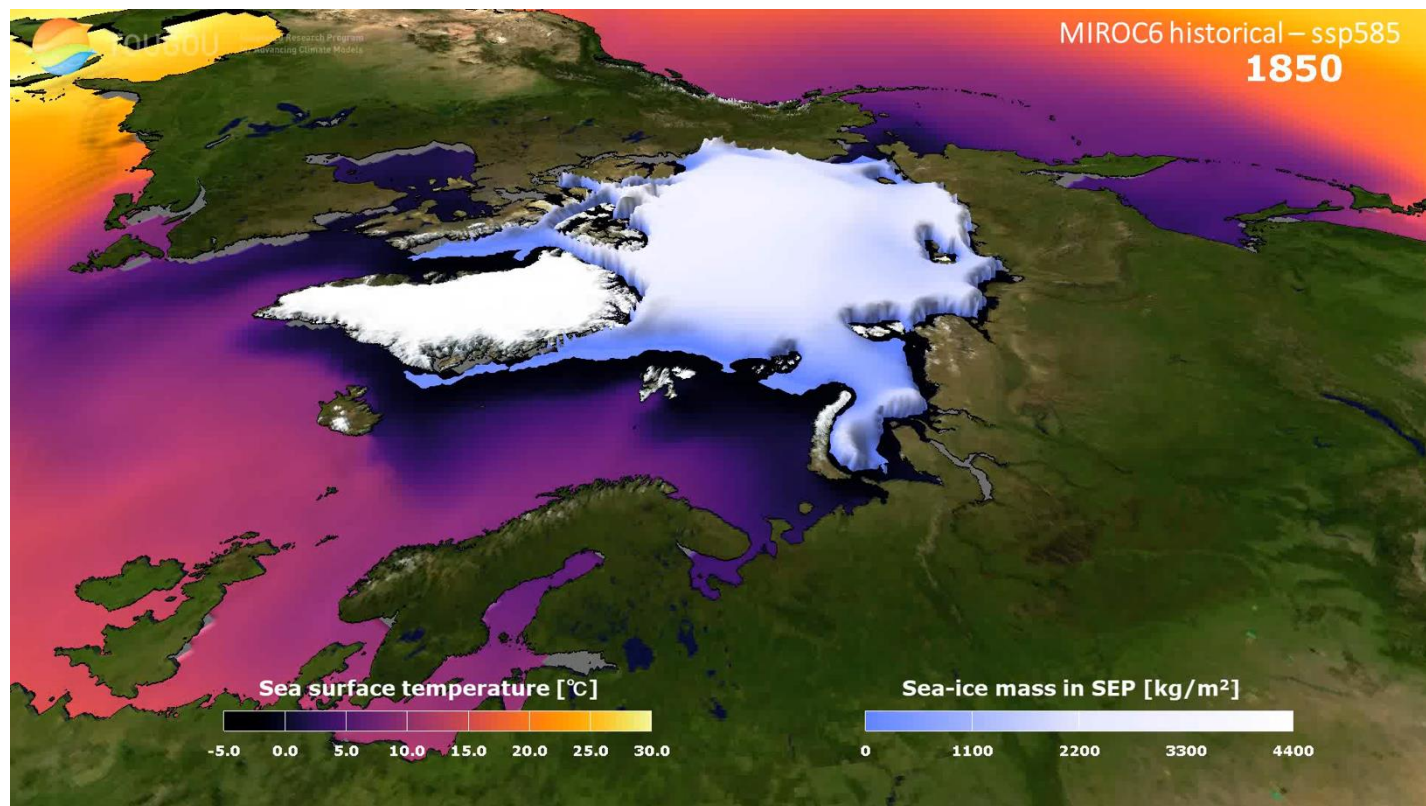
■ 気候変動予測

● 気候モデル

- 地球の大気・海洋・雪氷・陸面過程・大気化学・大気海洋生化学等を物理化学法則/経験則にもとづいてモデル化

■ 不確実なこと

- 将来の社会構成・将来の温室効果ガス排出
 - 我々の選択
- 気候モデルの不完全性
 - 地球の物理・化学の理解
- 自然変動
 - 確率の問題





気候変動予測とその不確実性



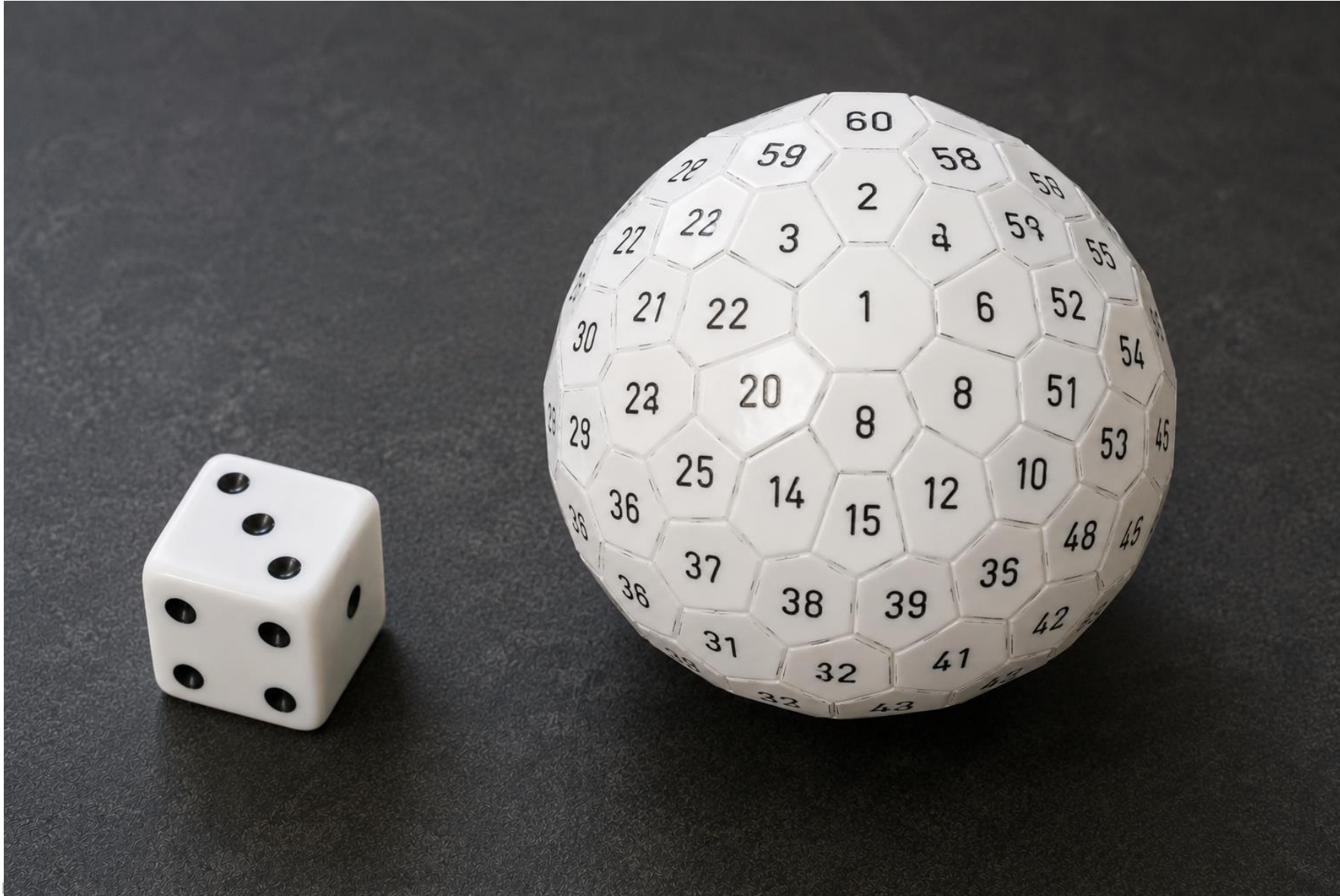
地球の気候

- 温室効果ガスに応じて気候変化
- 気候モデルを作って予測
- 不確実性
 - 将来の温室効果ガス
 - ・ 温室効果ガスの将来シナリオ作成
 - 気候モデルの不完全性
 - ・ 各国気候研究機関の結果を比較
 - 自然変動
 - ・ アンサンブル計算

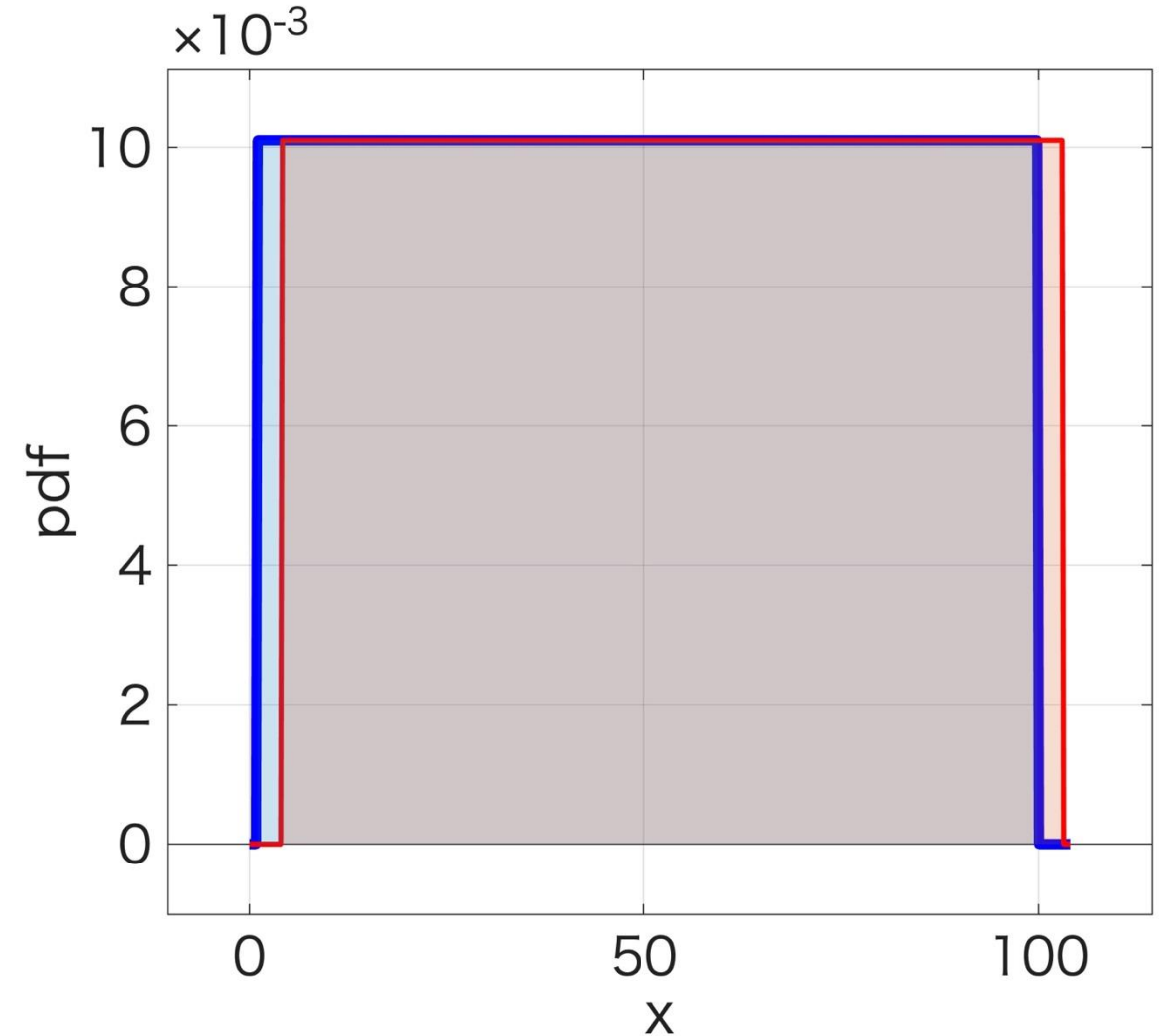
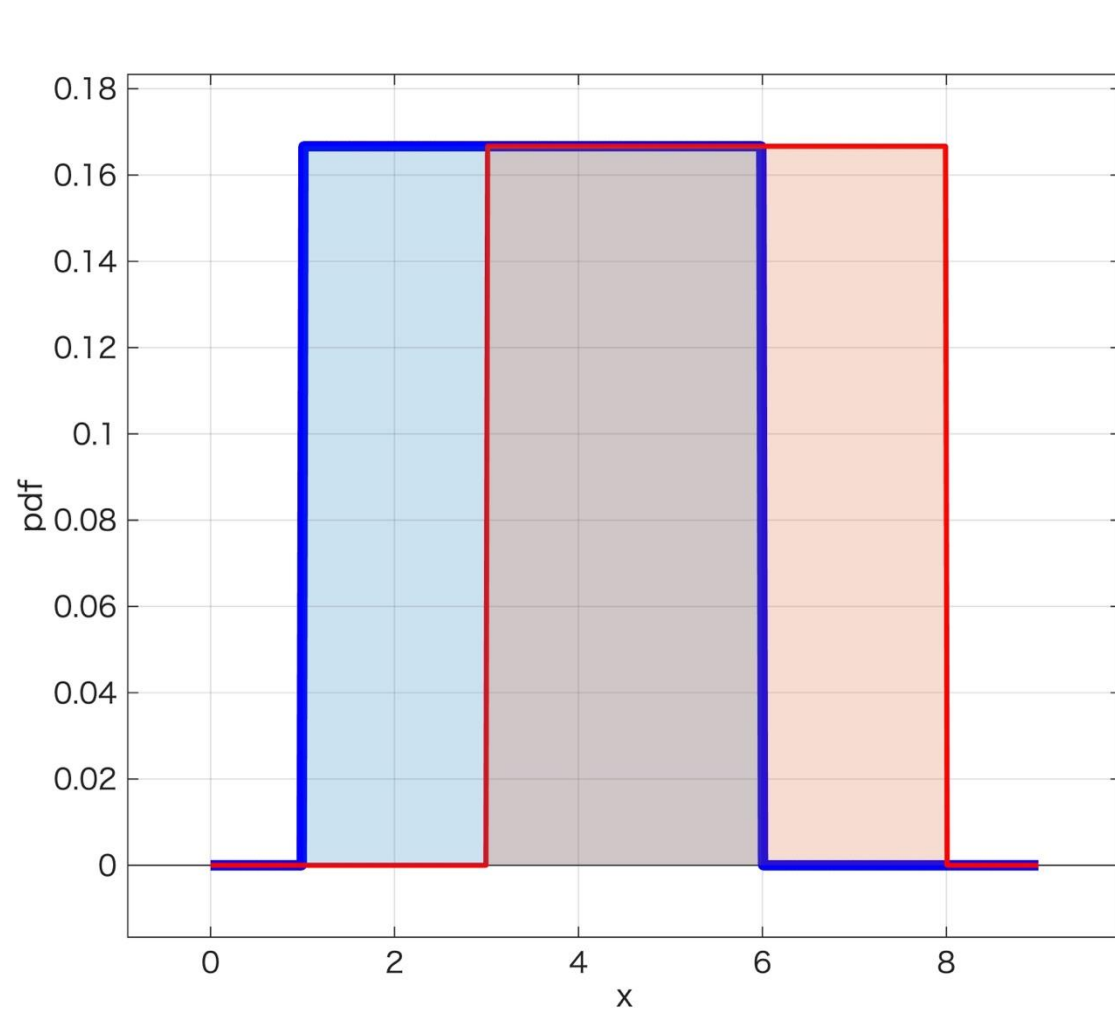
サイコロ

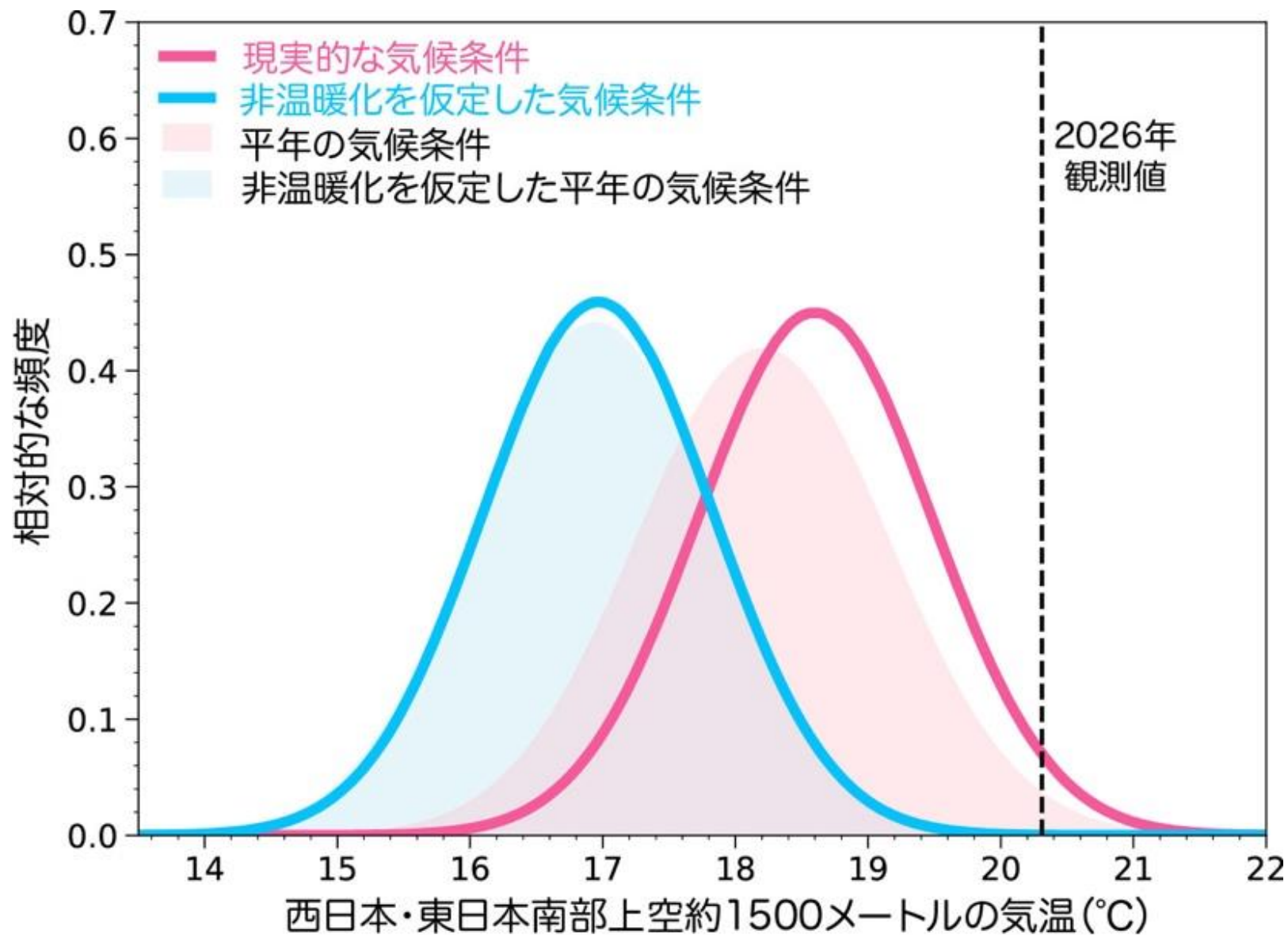
- 投げる場所に応じて目の大きさや出やすさが変化
- サイコロ模型を作って予測
- 不確実性
 - 投げる場所の選択
 - ・ 投げる場所によって
 - サイコロ模型の不完全性
 - ・ 違う業者のものを比較
 - ランダム
 - ・ 何回も投げる

対象とする気候変数（気温/海面上昇/降雨量/高潮）によってサイコロの目の数が違う



対象とする気候変数（気温/海面上昇/降雨量/高潮）によってサイコロの目の数が違う。目に対する変化量も。

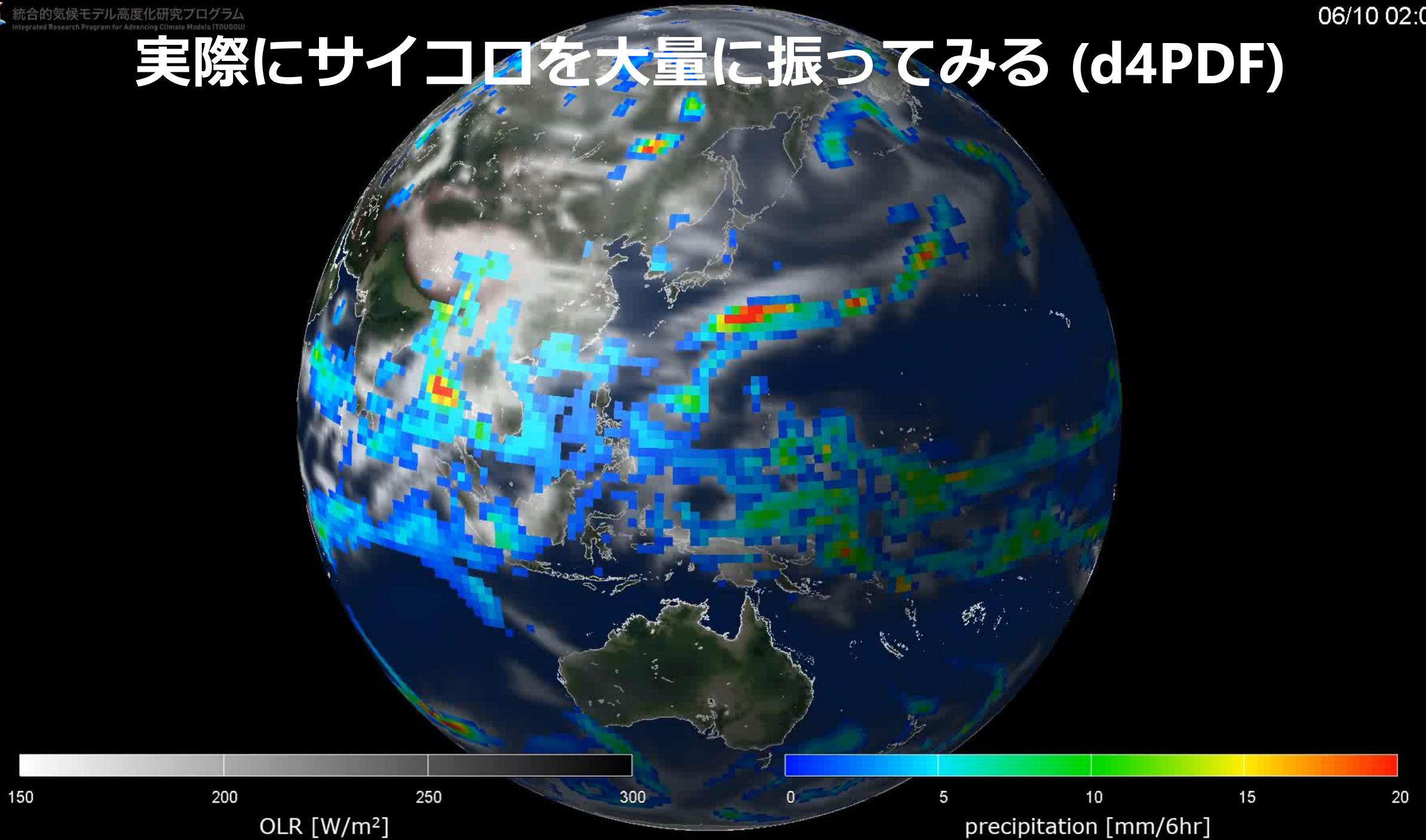




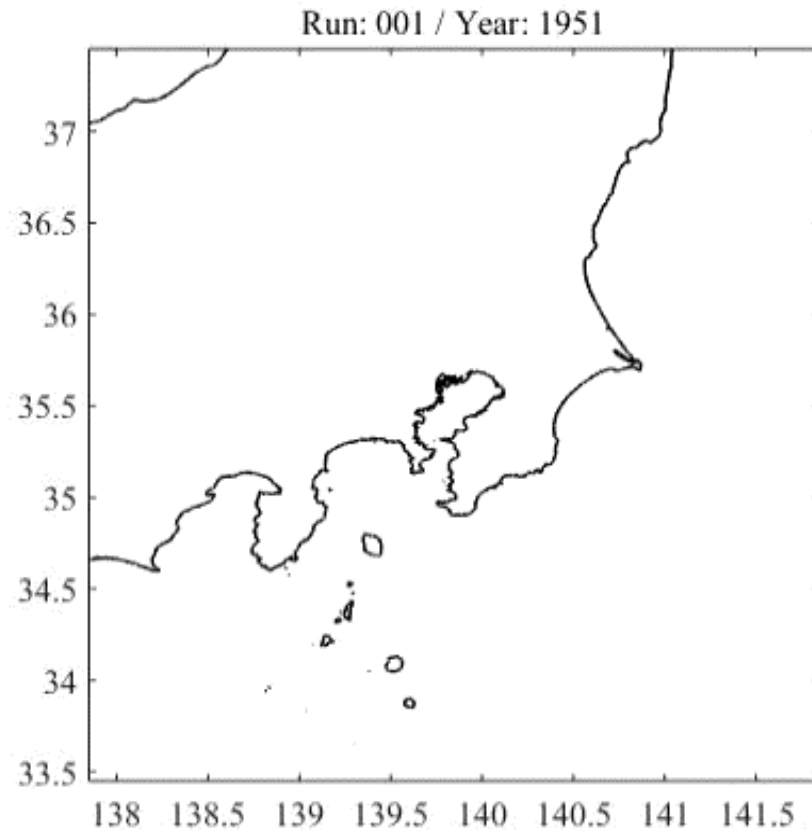
2026年7月中旬～下旬前半の記録的高温 「エルニーニョ下でも発生、地球温暖化がなければ起こり得なかった」
極端気象アトリビューションセンター（WAC） <https://weatherattributioncenter.jp/>



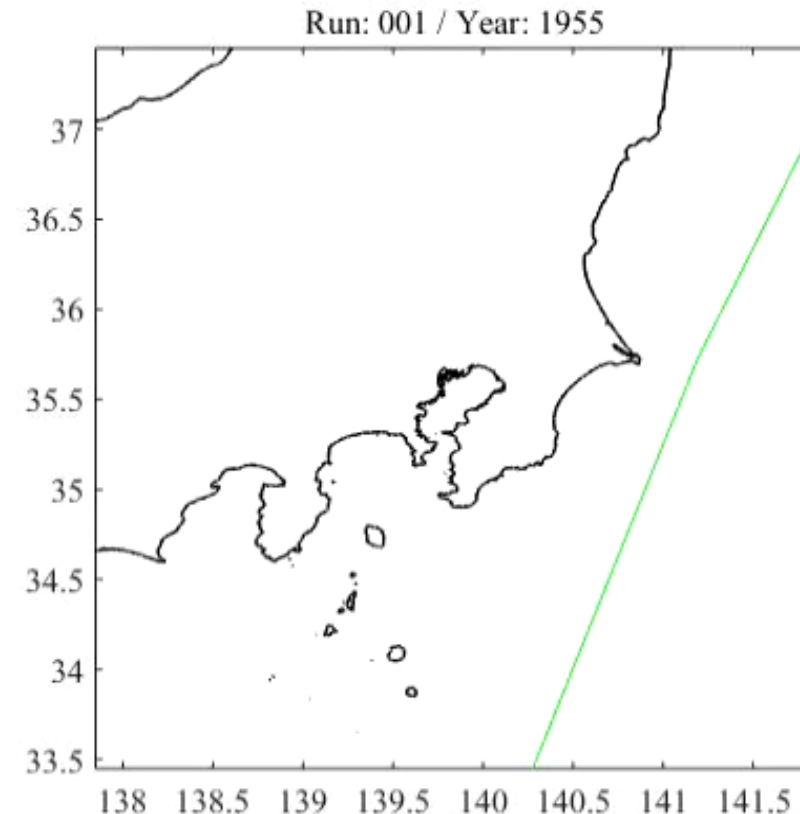
実際にサイコロを大量に振ってみる (d4PDF)



実際にサイコロを大量に振ってみる



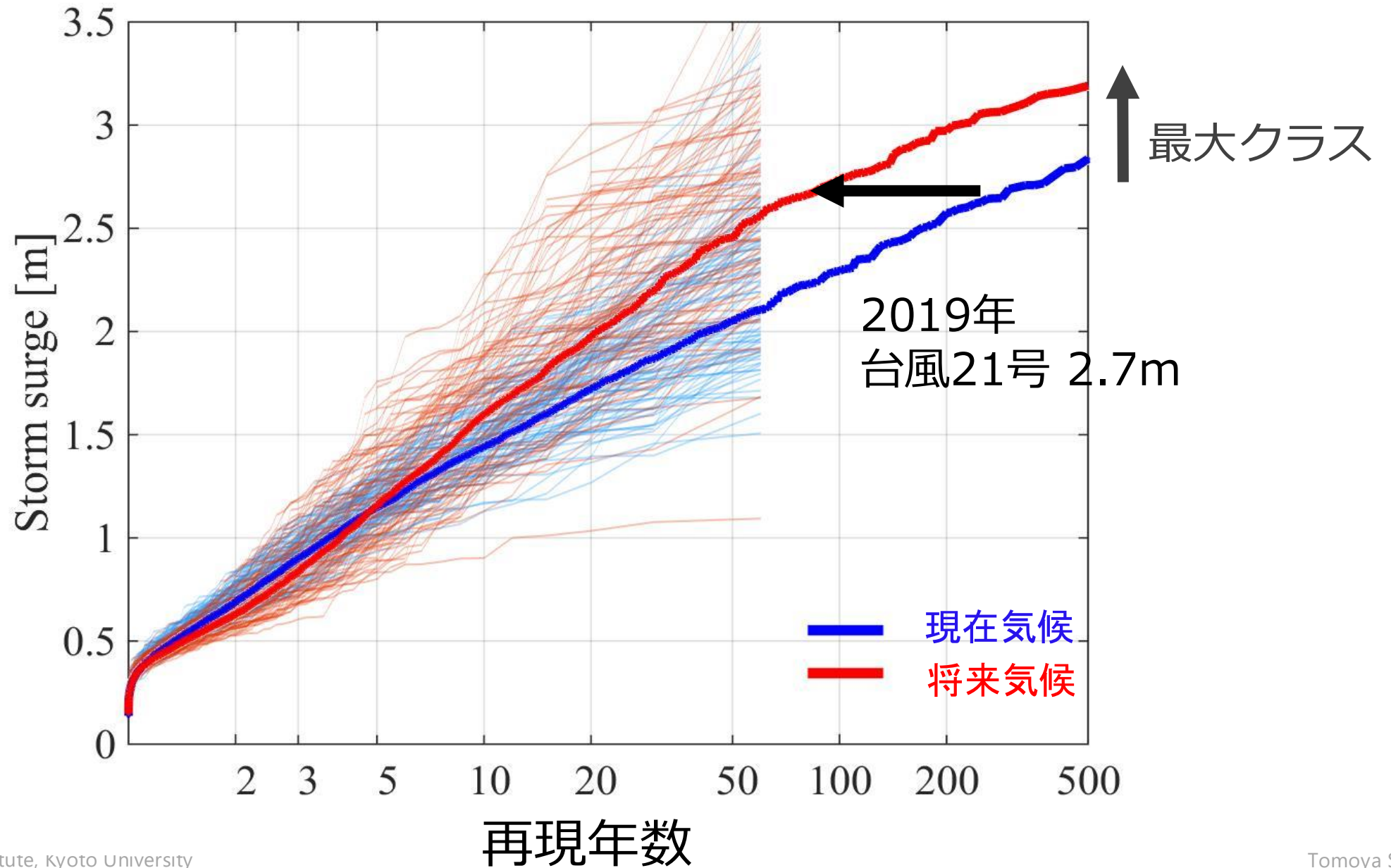
1 ensemble run
60 years



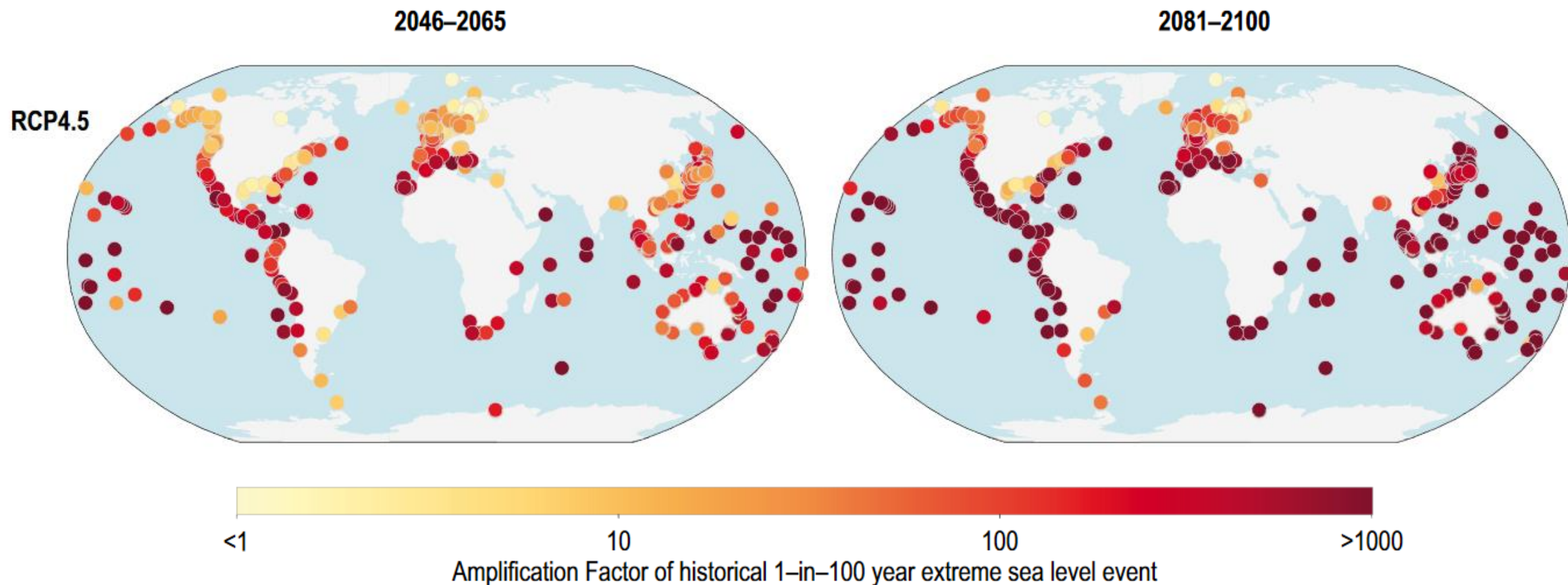
100 ensemble run
6000 years

30年の気候計算による台風経路 d4PDF現在再現計算(5400年)

高潮の変化予測



極端海面水位（海面上昇＋高潮）の変化予測



現在100年に1回の極端海面水位イベントが何倍起きやすくなるか

IPCC-SROCC (2019)より引用



統合的気候モデル高度化研究プログラム
Integrated Research Program for Advancing Climate Models (TOUGOU)

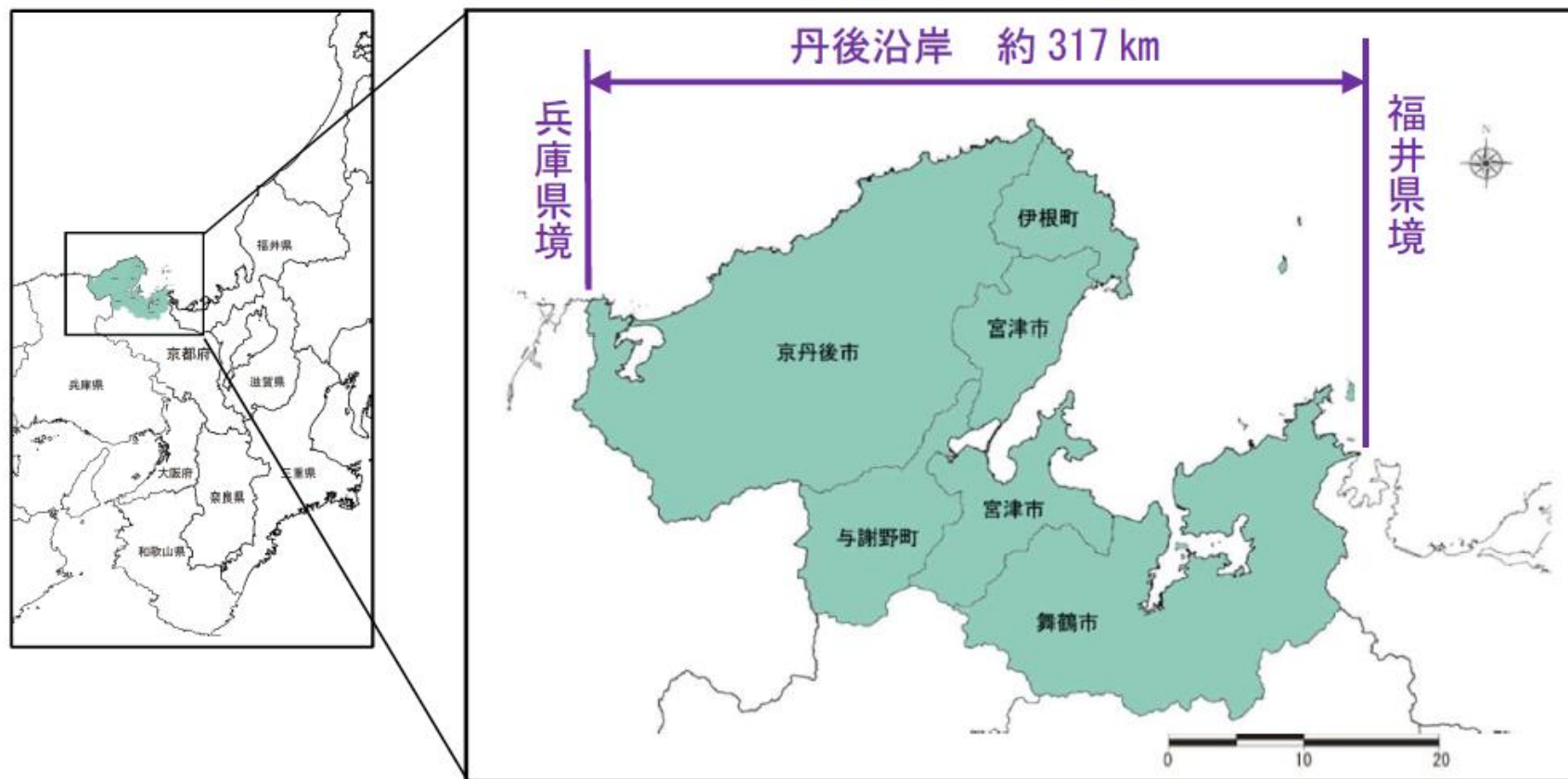
将来温暖化気候条件下における極端現象

- 全球波浪および台風とそれに伴う河川流量と高潮のシミュレーション -

- * 波高および台風(降雨量および雲量)を色塗コンターで描画
- * 東日本における河川流量を色付きの線で描画
- * 現在気候における計画流量相当を超える流量を記録した場所を赤色マーカで表示
- * 高潮を海水面の高さで描画
- * d4PDF気候予測実験に基づく計算結果

京都の海岸は？

丹後沿岸海岸保全基本計画



丹後沿岸

丹後沿岸海岸保全基本計画 令和8年8月変更

はじめに

丹後沿岸は、福井県境から兵庫県境までの日本海に面した3市2町（舞鶴市、宮津市、京丹後市、伊根町、与謝野町）にまたがる延長約317kmの海岸である。

丹後沿岸の大浦半島から久美浜湾に至る海岸線は変化に富み、舞鶴湾、天橋立、伊根湾、経ヶ岬、琴引浜、夕日ヶ浦など、優れた自然景観を有し、東から若狭湾国定公園、丹後天橋立大江山国定公園及び山陰海岸国立公園に指定されている。

丹後半島の経ヶ岬より東側には、複雑に入り組んだ海岸線が美しい舞鶴湾や日本有数の景勝地で「日本三景」の一つである天橋立がある。また、伊根湾には国の重要伝統的建造物群保存地区にも選定された「伊根の舟屋」があり、美しい海とあいまった独特な漁村風景が広がっている。丹後半島の経ヶ岬より西側は山陰海岸ジオパークに認定されるなど、貴重な地形や地層を有する自然豊かな沿岸が広がっている。また、ポケットビーチや浜詰海岸から久美浜海岸にかけて約7kmにも及ぶ広大な砂浜海岸もあり、自然景観が豊かな海岸である。

平成11年に海岸法が抜本的に改正されたことにより、これまでの「海岸災害からの防護」に加え、「海岸環境の整備と保全」及び「公衆の海岸の適正な利用」が法目的に追加されたことから、京都府では日本海の厳しい自然が育んだ特色ある風景と、海辺のくらしを守ることを目標として、「防護」「環境」「利用」の調和のとれた総合的な海岸管理を目指すこととした「丹後沿岸海岸保全基本計画（以下、基本計画という。）を平成17年に策定した。

その後、平成23年に発生した東日本大震災による甚大な津波被害などを受けて、平成26年に海岸法の一部改正が行われ、国が海岸保全基本方針を変更し「津波・高潮等に対する海岸の防災・減災対策の強化」や「海岸保全施設の適切な維持管理」などが追加されたことを受け、平成30年7月に基本計画を変更し、事業を進めてきたところである。

今般、気候変動による影響を考慮した対策へ転換するため、令和2年11月に海岸保全基本方針が変更された。このため、京都府では、基本計画について将来の気候変動による海面水位の上昇や台風の強大化などを考慮した防護水準へ見直しを行い、気候変動に対応した計画へ変更するものである。

- 今般、気候変動による影響を考慮した対策へ転換するため、令和2年11月に海岸保全基本方針が変更された。このため、京都府では、基本計画について将来の気候変動による海面水位の上昇や台風の強大化などを考慮した防護水準へ見直しを行い、気候変動に対応した計画へ変更するものである。

計画天端高【高潮・高波】＝朔望平均満潮位＋海面上昇量＋高潮による潮位偏差
 ＋うちあげ高又は越波流量から決まる高さ＋余裕高（30cm）

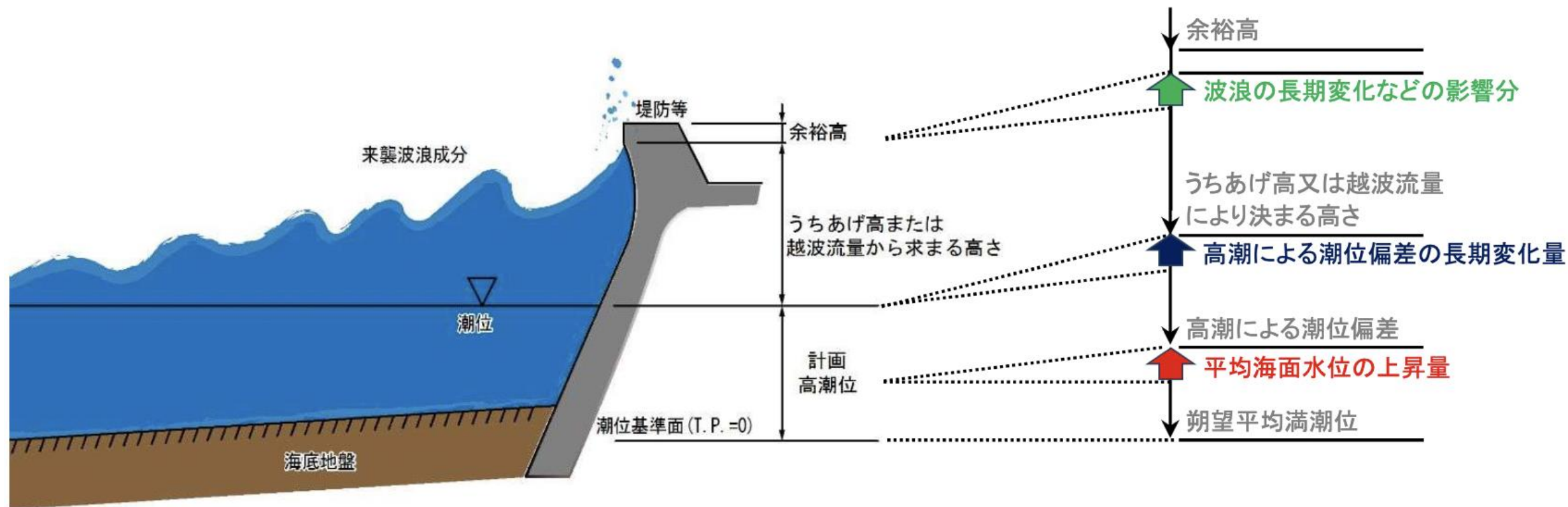


図 1-5-1 高潮・高波による計画天端高の設定方法の模式図

2100年時点で2度上昇した場合を想定

表 1-5-1 高潮・高波に対する計画外力一覧表

- 高潮・高波などによる越波・浸水被害の防護については、気候変動の影響を考慮して設定した外力に対し、背後地の安全を確保するため施設整備を検討する。この外力の設定に当たっては、台風及び爆弾低気圧を対象としたアンサンブル予測の結果を活用し、平均海面水位の上昇量に加え、高潮による潮位偏差及び波浪の長期変化などの影響分を考慮して設定する。

区間		計画高潮位 H. H. W. L. (100年確率) (T. P. +m)	波浪 (30年確率)			風速 (30年確率)
			沖波推算 地点	波高 H_0 (m)	周期 T_0 (s)	風速 U_{10} [※] (m/s)
【Aゾーン】 若狭湾 ゾーン	A-1 大浦 ゾーン	1.42	①	7.97	11.46	—
	A-2 舞鶴湾 ゾーン	1.50				26.4
	A-3 由良・栗田 ゾーン	1.46				24.2
	A-4 宮津湾 ゾーン	1.47				
	A-5 宮津・伊根 ゾーン	1.42				
【Bゾーン】 山陰沿岸 ゾーン	B-1 京丹後 ゾーン	1.43	②	10.02	13.35	—
	B-2 久美浜湾 ゾーン	1.43				23.6

※2100年時点で2℃上昇した場合を想定。

※ U_{10} ：海面上10mの高さにおける風速である。

※各湾において外洋波の影響が小さい海岸では、風速に基づく湾内発生波を計画外力として設定する。
また、風速が「-」の海岸であっても、必要に応じて湾内発生波を検討する。

海から考える，これからの防災

気候変動が進む

海面上昇は当たり前，
波浪・高潮変化も考えられている