

2026/10/8

水工学オンラインシンポジウム

水害に対する気候変動予測から 適応策への道筋と課題

京都大学 防災研究所

横浜国立大学台風科学技術センター

森 信人

京都大学

防災研究所

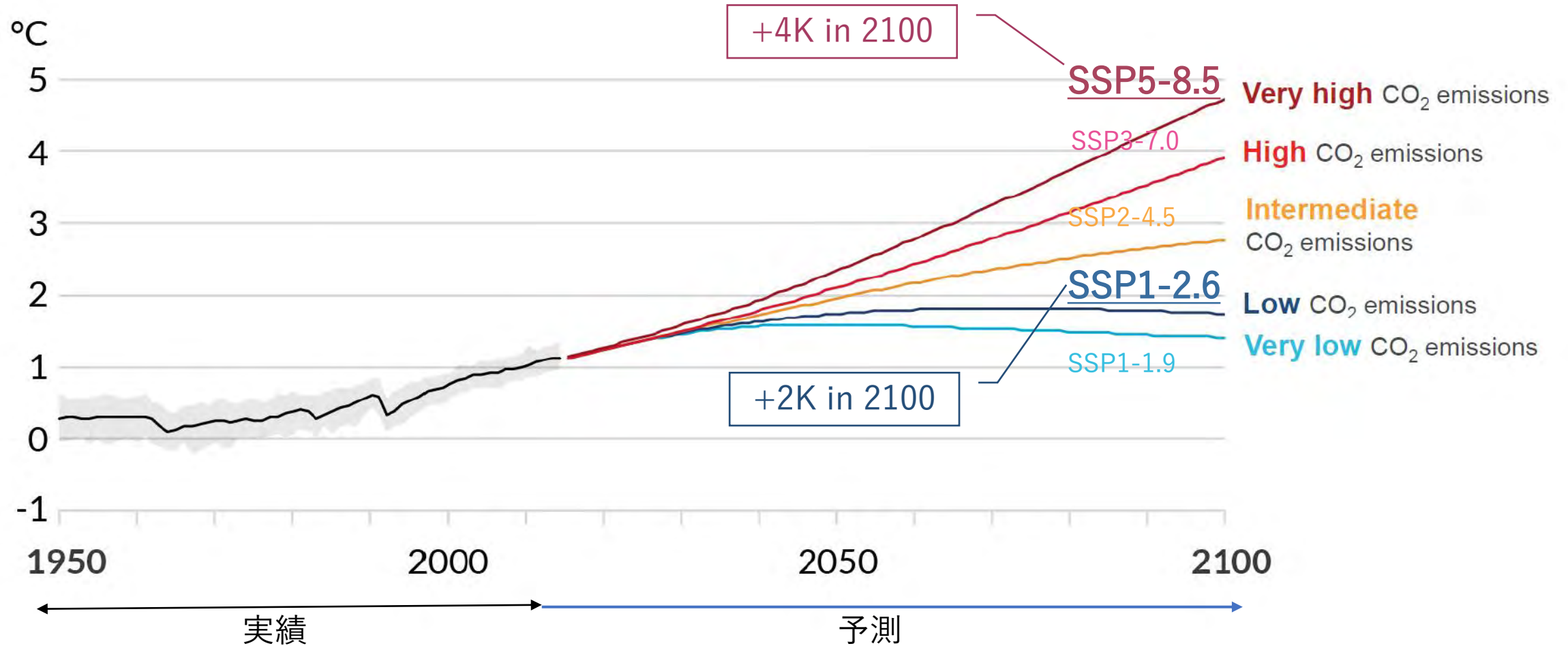


KYOTO UNIVERSITY

本日のメッセージ

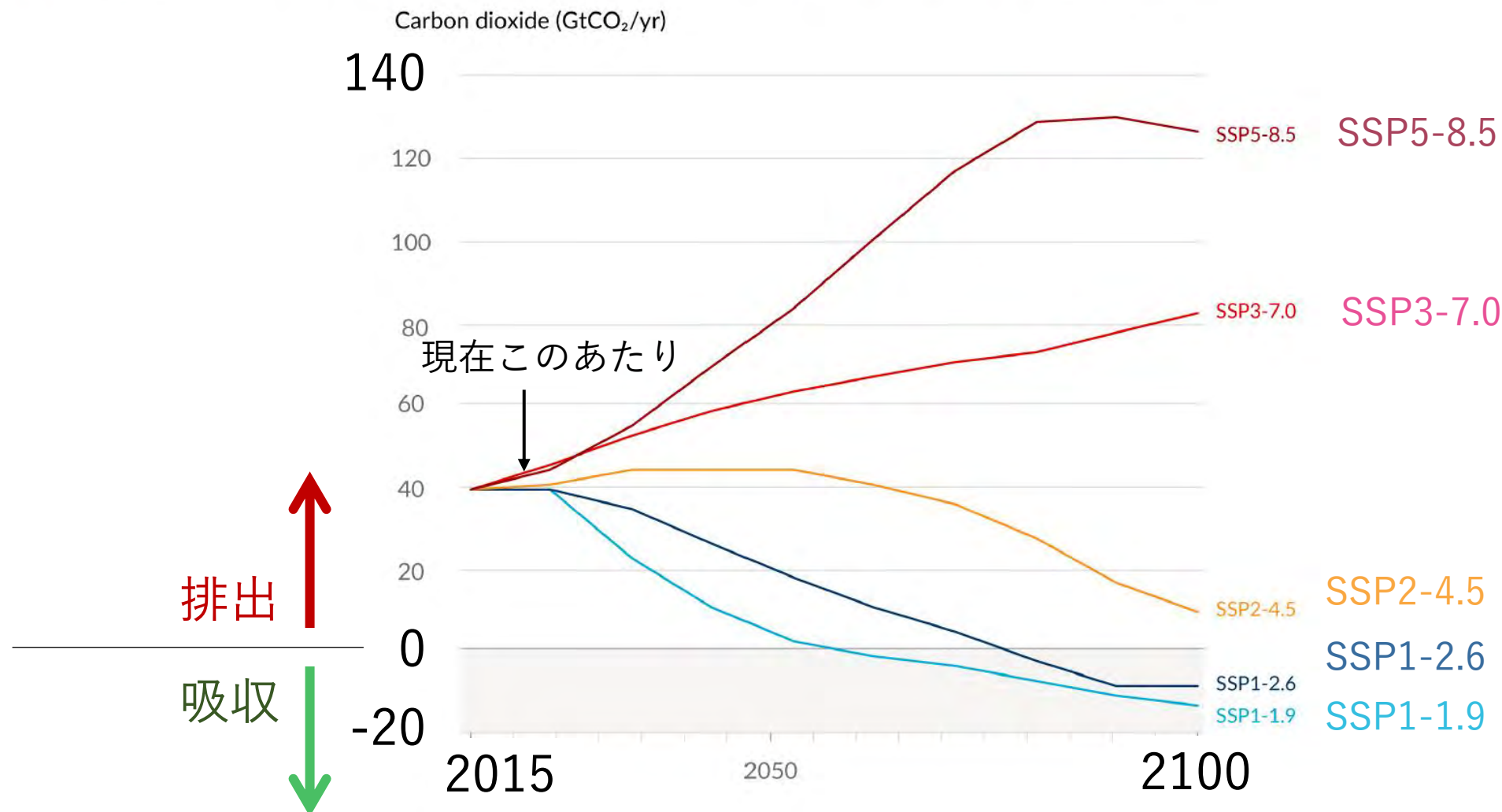
1. 温室効果ガスシナリオは世界情勢と強くリンク
2. 緩和と適応は両輪
3. 適応の限界とイノベーション

Future emissions cause future additional warming



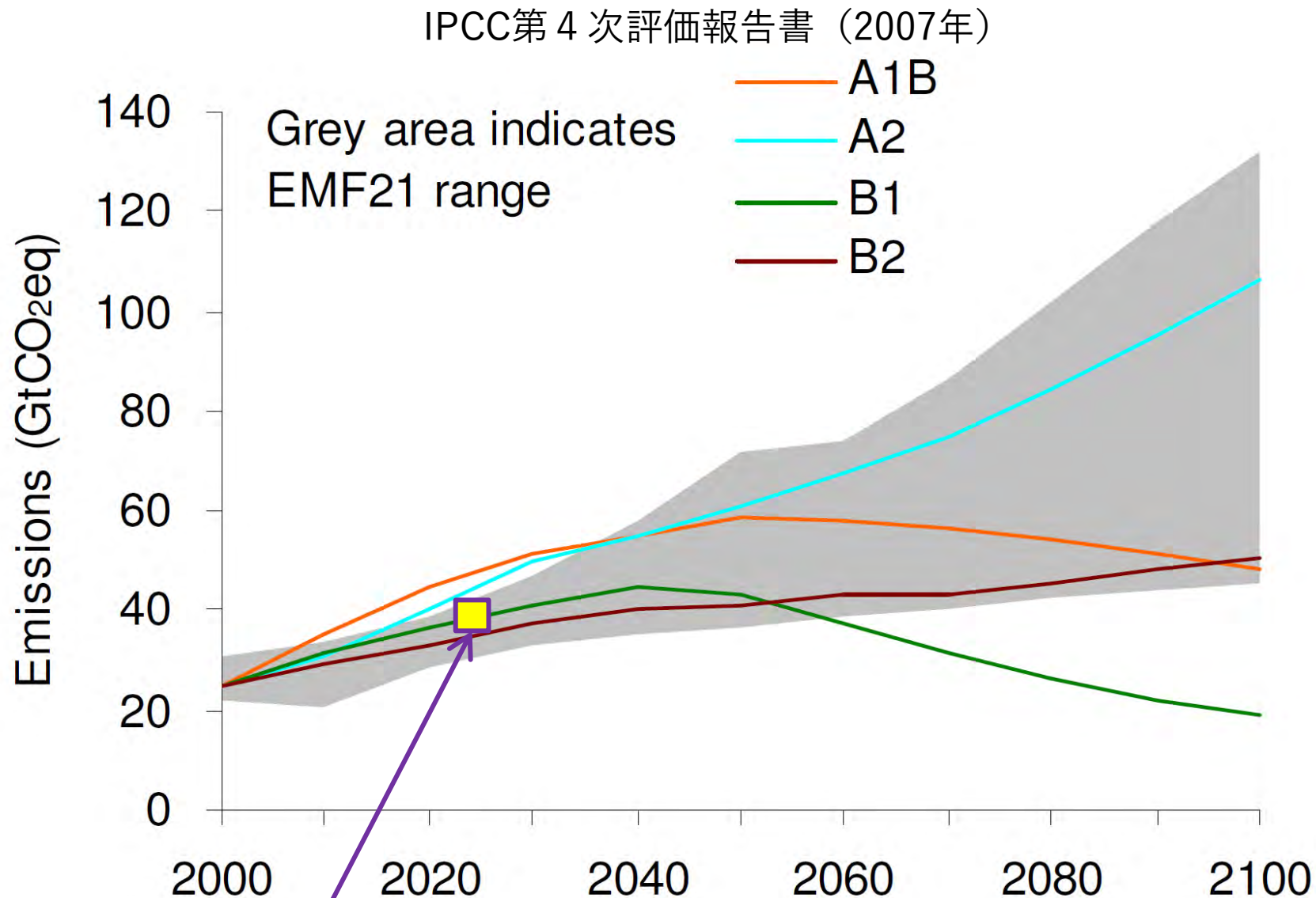
温室効果ガス排出シナリオと全球（地球）平均気温の関係

温室効果ガス排出シナリオと年CO₂排出量[Gt/年]の関係

Figure SPM.4

緩和実現への 厳しい道程

- IPCC第4次評価報告書（2007年）の予測とその後の現実
- 実際の排出は、過去のベースライン排出量の上限程度を推移
- 社会的要因も大きな影響
 - ウクライナ戦争他



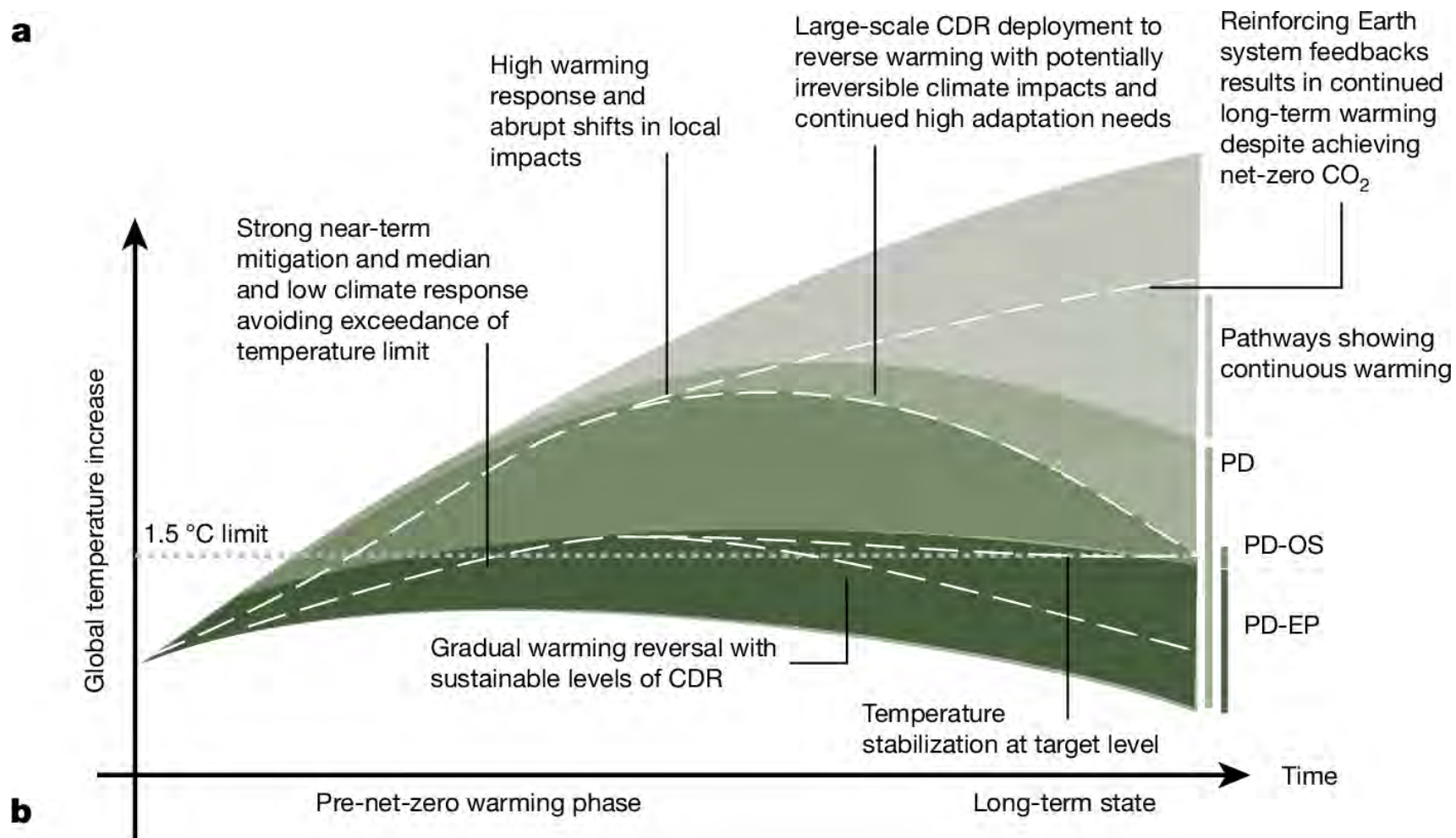
38,1GtCO₂eq in 2025

オーバーシュートシナリオが検討対象に

IPCC第7次評価報告書
(2028予定)

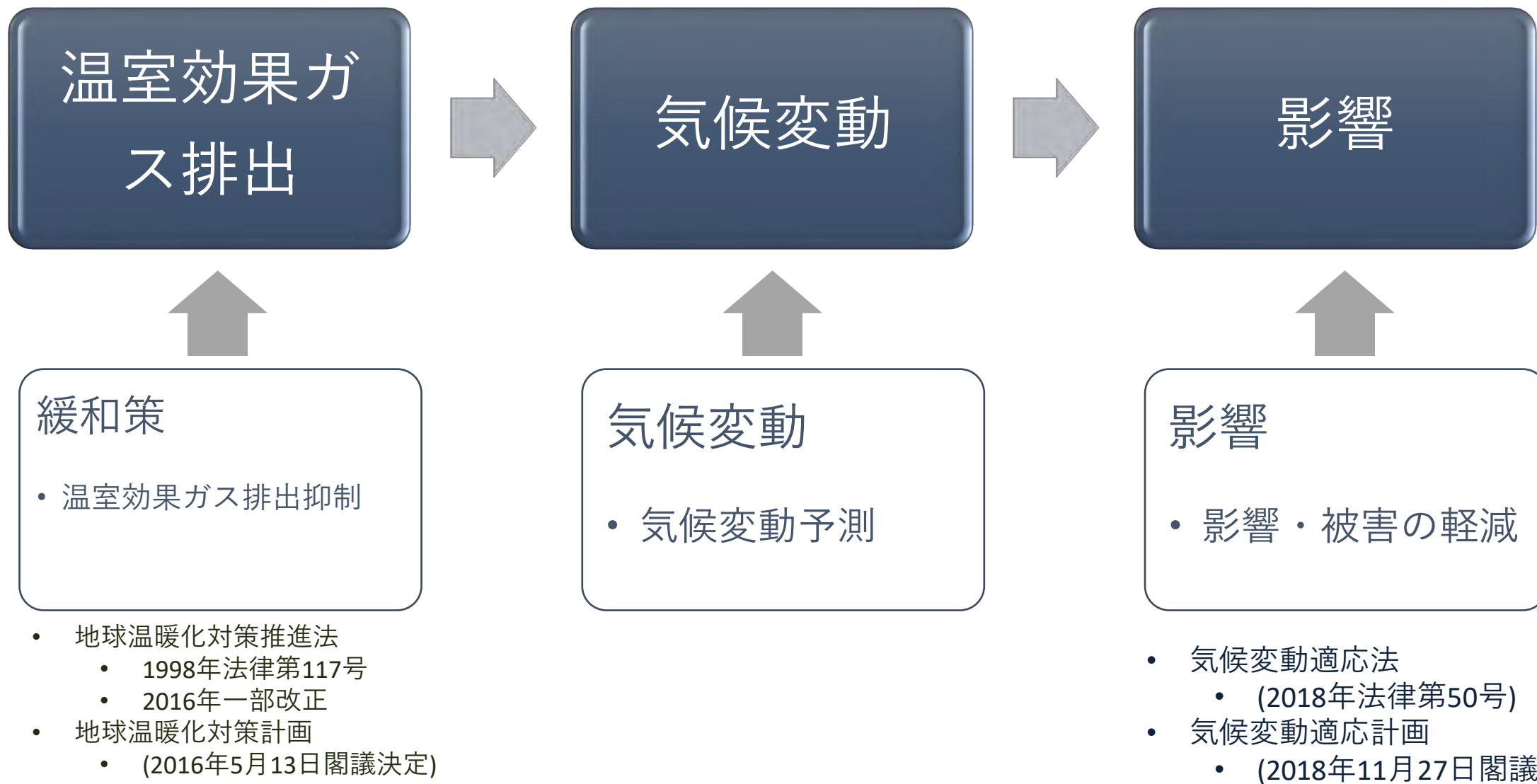
第9章

Earth system
responses under
pathways towards
temperature
stabilization, including
overshoot pathways



Schleussner et al. (2025)

地球温暖化対策



気候変動適応法

- 気候変動適応法
 - (2018年法律第50号)
- 気候変動適応計画
 - (2018年11月27日閣議決定)

資料：環境省

法律の概要

1. 適応の総合的推進

- 国、地方公共団体、事業者、国民が気候変動適応の推進のため担うべき役割を明確化。
- 国は、農業や防災等の各分野の適応を推進する**気候変動適応計画**を策定。その進展状況について、把握・評価手法を開発。(閣議決定の計画を法定計画に格上げ。更なる充実・強化を図る。)
- **気候変動影響評価**をおおむね5年ごとに行い、その結果等を勘案して計画を改定。

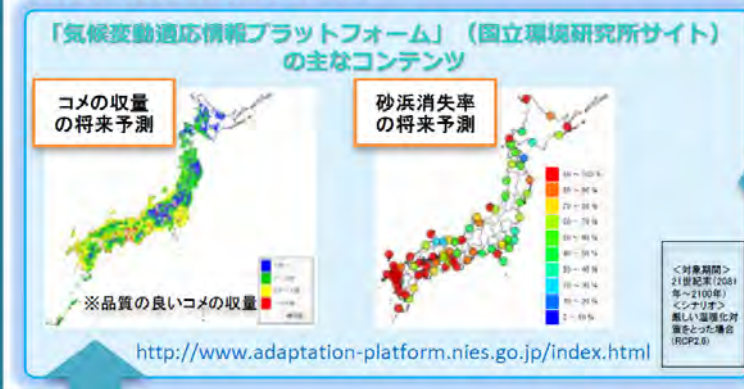
各分野において、信頼できるきめ細かな情報に基づく効果的な適応策の推進



将来影響の科学的知見に基づき、
・高温耐性の農作物品種の開発・普及
・魚類の分布域の変化に対応した漁場の整備
・堤防・洪水調整施設等の着実なハード整備
・ハザードマップ作成の促進
・熱中症予防対策の推進 等

2. 情報基盤の整備

- 適応の**情報基盤の中核として国立環境研究所を位置付け**。



3. 地域での適応の強化

- 都道府県及び市町村(東京23区を含む。)に、**地域気候変動適応計画**策定の努力義務。
- 地域において、適応の情報収集・提供等を行う拠点(**地域気候変動適応センター**)機能を担う体制を確保。
- **広域協議会**を組織し、国と地方公共団体等が連携して地域における適応策を推進。

4. 適応の国際展開等

- 国際協力の推進。
- 事業者等の取組・適応ビジネスの促進。

気候変動による降雨量、洪水発生頻度の変化

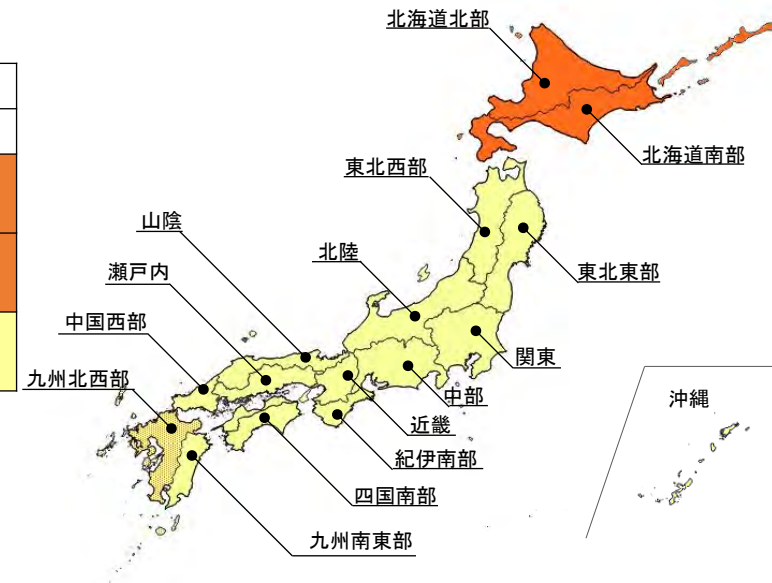
- 降雨特性が類似している地域区分ごとに将来の降雨量変化倍率を計算し、将来の海面水温分布毎の幅や平均値等の評価を行った上で、降雨量変化倍率を算定。
- 2℃上昇した場合の降雨量変化倍率は、北海道で1.15倍、その他（沖縄含む）地域で1.1倍、4℃上昇した場合の降雨量変化倍率は、北海道・九州北西部で1.4倍、その他（沖縄含む）地域で1.2倍とした。
- 4℃上昇時には小流域・短時間降雨で影響が大きいいため、別途降雨量変化倍率を設定した。

＜地域区分毎の降雨量変化倍率＞

地域区分	2℃上昇	4℃上昇	
			短時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他（沖縄含む）地域	1.1	1.2	1.3

※ 2℃、4℃上昇時の降雨量変化倍率は、産業革命以前に比べて全球平均温度がそれぞれ2℃、4℃上昇した世界をシミュレーションしたモデルから試算

※ 4℃上昇の降雨量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと



＜参考＞降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化の一級水系における全国平均値

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
2℃上昇時	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
4℃上昇時	約1.3倍	約1.4倍	約4倍

- ※ 流量変化倍率は、降雨量変化倍率を乗じた降雨より算出した、一級水系の治水計画の目標とする規模(1/100～1/200)の流量の変化倍率の平均値
- ※ 洪水発生頻度の変化倍率は、一級水系の治水計画の目標とする規模(1/100～1/200)の降雨の、現在と将来の発生頻度の変化倍率の平均値(例えば、ある降雨量の発生頻度が現在は1/100として、将来ではその発生頻度が1/50となる場合は、洪水発生頻度の変化倍率は2倍となる)

気候変動を踏まえた治水計画への見直し

○治水計画を、「過去の降雨実績に基づく計画」から
「気候変動による降雨量の増加などを考慮した計画」に見直し

これまで

洪水、内水氾濫、土砂災害、高潮・高波等を防御する計画は、
これまで、過去の降雨、潮位などに基づいて作成してきた。

しかし、
気候変動の影響による降雨量の増大、海面水位の上昇などを考慮すると
現在の計画の整備完了時点では、実質的な安全度が確保できないおそれ

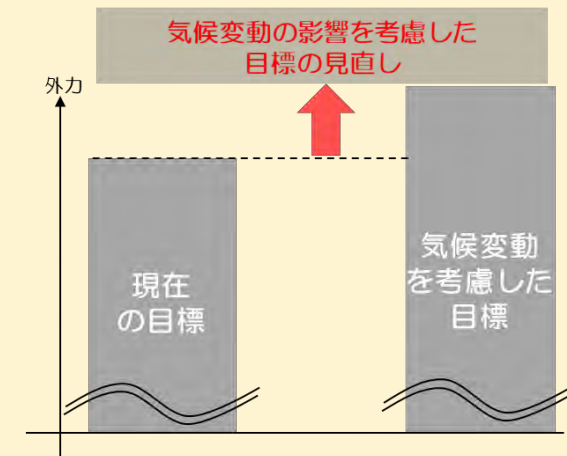
気候変動による降雨量の増加※、潮位の上昇などを考慮したものに計画を見直し

※ 世界の平均気温の上昇を2度に抑えるシナリオ(パリ協定が目標としているもの)

気候変動 シナリオ	降雨量 (河川整備の基本とする洪水規模(1/100等))	
2℃上昇相当	降雨量が約1.1倍となった場合	

全国の平均的な 傾向【試算結果】	流量	洪水発生頻度
	約1.2倍	約2倍

※ 流量変化倍率及び洪水発生頻度の変化倍率は、一級水系の河川整備の基本とする洪水規模(1/100~1/200)の降雨に降雨量変化倍率を乗じた場合と乗じない場合で算定した、現在と将来の変化倍率の全国平均値



気候変動に適応する海岸保全 (2020)

国交省/農水省・気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討会・提言 (2020)

Ⅲ 今後の海岸保全対策

- ・気候変動の影響を踏まえれば、将来的に現行と同じ安全度を確保するためには、必要となる防護水準が上がることが想定される。
- ・高潮と洪水氾濫の同時生起など新たな形態の大規模災害の発生も懸念される。
- ・悲観的シナリオでの海面上昇量では、沿岸地域のみならず、社会構造全体に深刻な影響をもたらす可能性がある。

⇒ 海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換

Ⅲ-1 高潮対策・津波対策

- ・平均海面水位は徐々に上昇し、その影響は継続して作用し、高潮にも津波にも影響。ハード対策とソフト対策を適切に組み合わせ、今後整備・更新していく海岸保全施設(堤防、護岸、離岸堤等)については、整備・更新時点における最新の朔望平均満潮位に、施設の耐用年数の間に将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加味する。
- ・潮位偏差や波浪は、平均海面水位の予測より不確実性が大きいものの、極値が上がると予測される。最新の研究成果やd4PDF等による分析を活用し、将来的に予測される潮位偏差や波浪を適切に推算し対策を検討する。

<海岸保全における対策>

- ・地域の実情や背後地の土地利用や環境にも配慮しつつ、将来の外力変化の予測に応じた堤防等のかさ上げや面的防護方式による整備の推進
- ・堤防の粘り強い構造や排水対策等の被害軽減策の促進
- ・将来的な外力変化とライフサイクルコストをともに考慮した最適な更新及び戦略的な維持管理
- ・海象や地形、海岸環境のモニタリングの強化及び海岸保全施設の健全度評価の強化

<他分野との連携が必要な対策>

- ・高潮浸水想定区域の指定促進等、リスク情報や避難判断に資する情報提供の強化
- ・高潮と洪水の同時生起も想定し、堤防等のハード整備の充実を目指すとともに、水害リスクを考慮した土地利用やまちづくりと一体となった対策の推進
- ・沿岸地域における水害にも配慮したBCPの作成

Ⅲ-2 侵食対策

- ・海浜地形の予測はさらに不確実性が大きいので、モニタリングを充実するとともに予測モデルの信頼度を高める。
- ・沿岸漂砂による長期的な地形変化に対しては、全国的な気候変動の影響予測を実施する。
- ・高波時に問題となる岸沖漂砂による急激な侵食については、機動的なモニタリングを充実する。
- ・30～50年先を見据えた「予測を重視した順応的砂浜管理」を実施する。防護だけでなく環境・利用上の砂浜の機能も評価する。
- ・総合土砂管理計画の作成及び河川管理者やダム管理者等とも協力した対策の実施など、流域との連携を強化する。

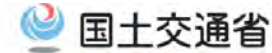
Ⅳ 今後5～10年の間に 着手・実施すべき事項

- ・海象や海岸地形等のモニタリングやその将来予測、さらに影響評価、適応といった、海岸保全における気候変動の予測・影響評価・適応サイクルを確立し、継続的・定期的に対応を見直す仕組み・体制を構築。
- ・地域のリスクの将来変化について、防護だけでなく環境や利用の観点も含め、定量的かつわかりやすく地域に情報提供するとともに、地域住民やまちづくり関係者等とも連携して取り組む体制を構築。

港湾における気候変動適応策の実装 (2024)

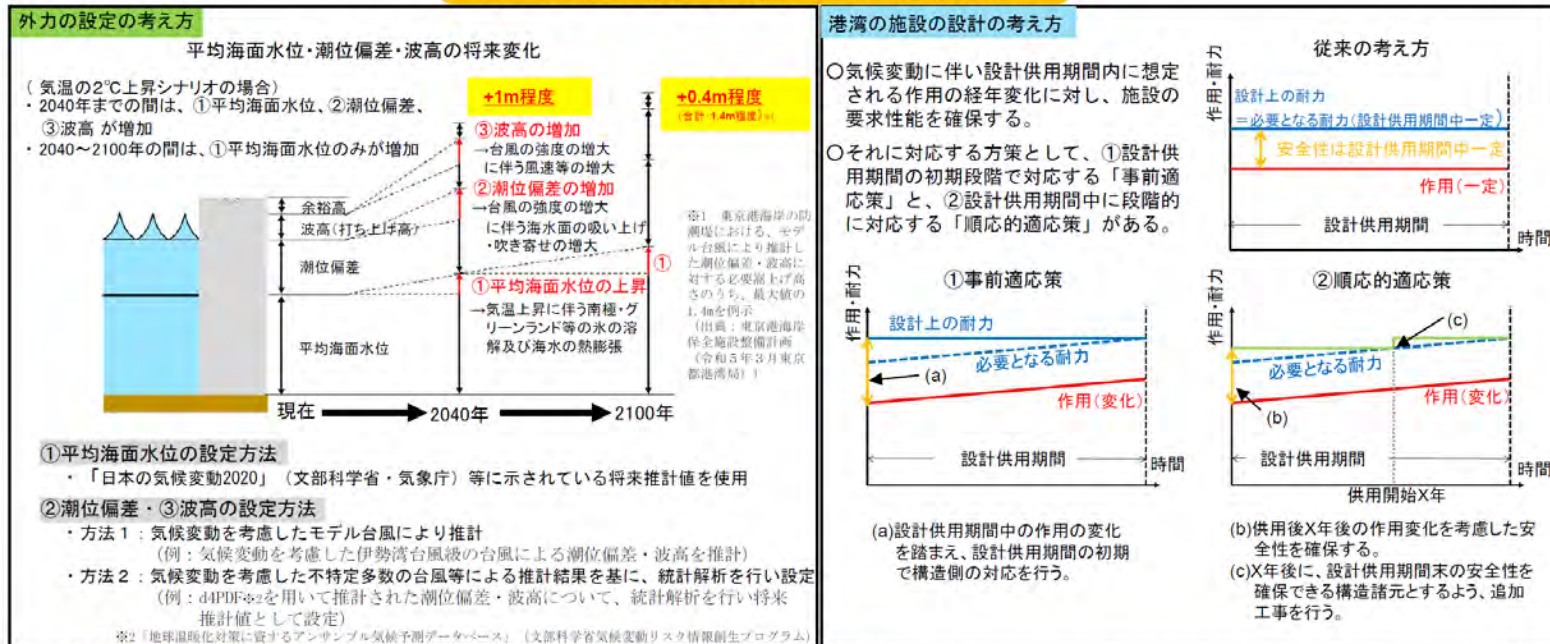
港湾における気候変動適応策の実装方針(2024)

「協働防護」による港湾の気候変動適応



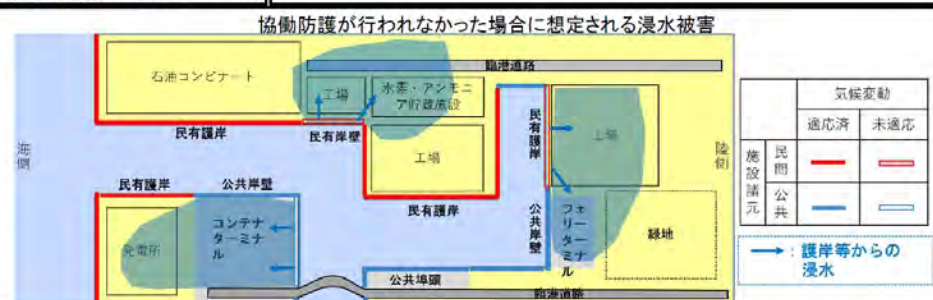
3つのポイント

- ・気候変動により将来にわたり外力が増加
- ・外力が経年変化することを考慮した設計を導入
- ・官民の多様な関係者が合意して「協働防護」を推進



協働防護の推進について

- 港湾には、公共・民間の多様な主体が集積。
- 一部の主体が所有する護岸の嵩上げ等が不十分である場合、浸水被害が港湾全体に及ぶため、物流機能や産業機能に支障が生じる恐れ。
- すべての関係者の合意のもと、気候変動への適応水準や適応時期に係る共通の目標等を定め、各々が施設の改良等を行う「協働防護」を推進することにより、物流機能や産業機能の維持が可能。



資料 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会(2024)

「協働防護」の推進に向けた主な措置～港湾における気候変動適応の取組～

- 様々な関係者が集積する港湾において、気候変動への適応を図るためには、関係者が気候変動への適応水準や適応時期に係る共通の目標等を定めるとともに、協定等に基づきハード・ソフト一体の各種施策を進める「協働防護」の考え方に基づき、総合的な防災・減災対策を進めることが必要。
- 気候変動に伴う外力の推計においては、d4PDFにより推計した将来変化比を用いて潮位偏差・波高の増加量を把握する手法を推奨。

支援・特例措置

【制度改正（「港湾法等の一部を改正する法律」公布（令和7年4月23日））】

- 気候変動への適応水準や適応時期に係る共通の目標等を定めるための協働防護協議会及び協働防護計画の創設
- 関係者の協働による防護水準確保の取り組みを促進するための協定制度の創設

【予算措置】

- 港湾管理者への協働防護計画の作成支援

【税制特例措置】

- 民間所有護岸等に対する税制特例措置（固定資産税）

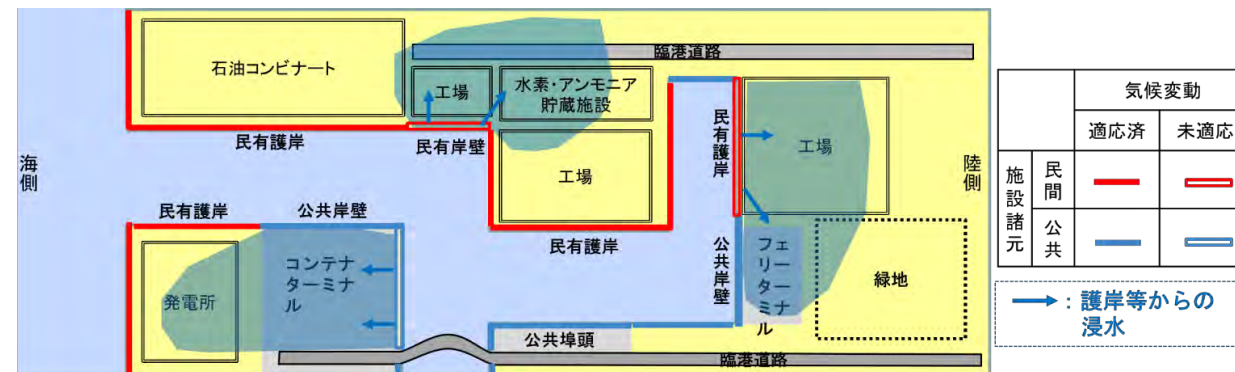
【ガイドライン作成】

- 協働防護計画作成ガイドラインの作成
 ↑ d4PDFを用いて推計された将来変化比の活用を記載
- 気候変動を踏まえた高潮・津波等のリスク把握・対策手法の検討等を可能とする港湾立地企業向けガイドラインの作成※

※ 2022年には東証プライム市場において、財務に影響を及ぼす気候関連情報の開示が実質義務化

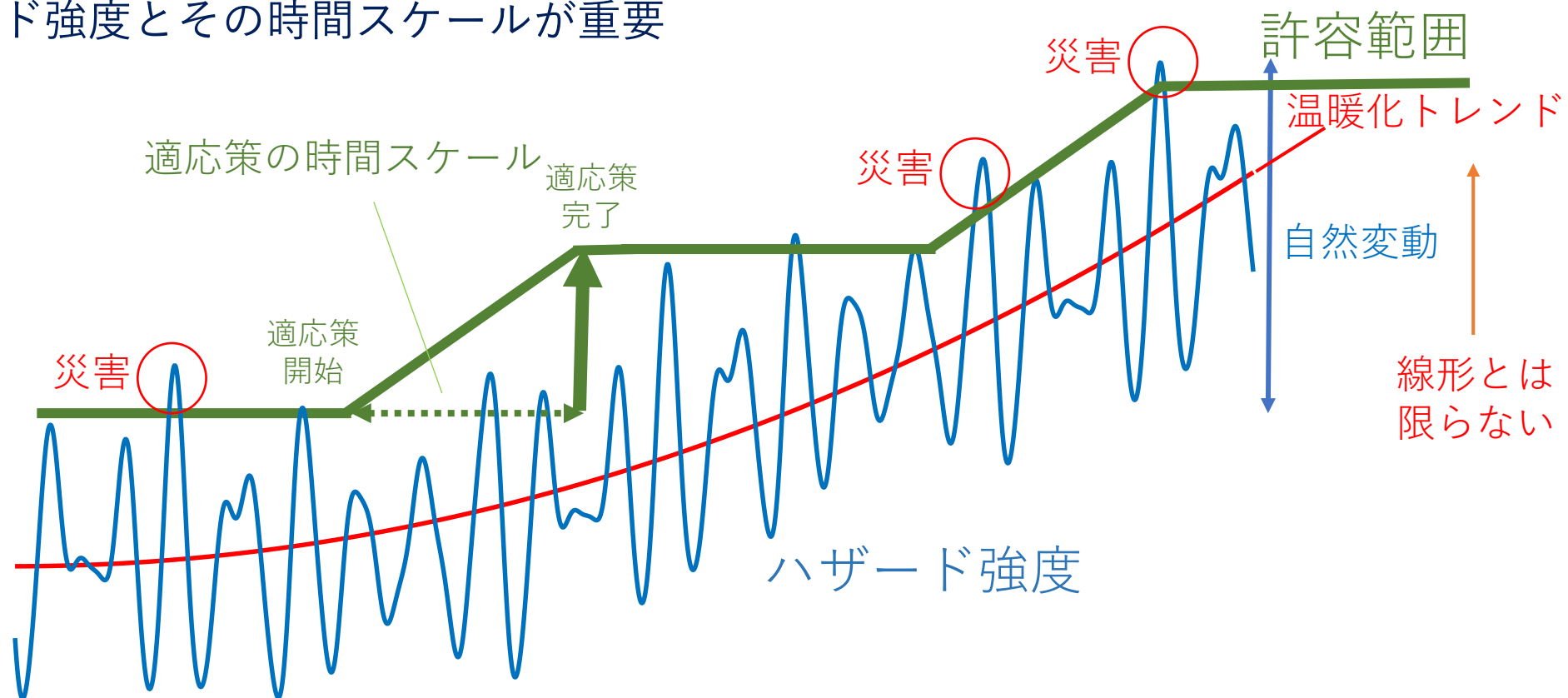
協働防護が行われなかった場合に想定される浸水被害

- 港湾には、公共・民間の多様な主体が集積しており、一部の主体が所有する護岸の嵩上げ等が不十分である場合、港湾広域に浸水被害が及び、物流機能や産業機能に支障が生じる恐れ。



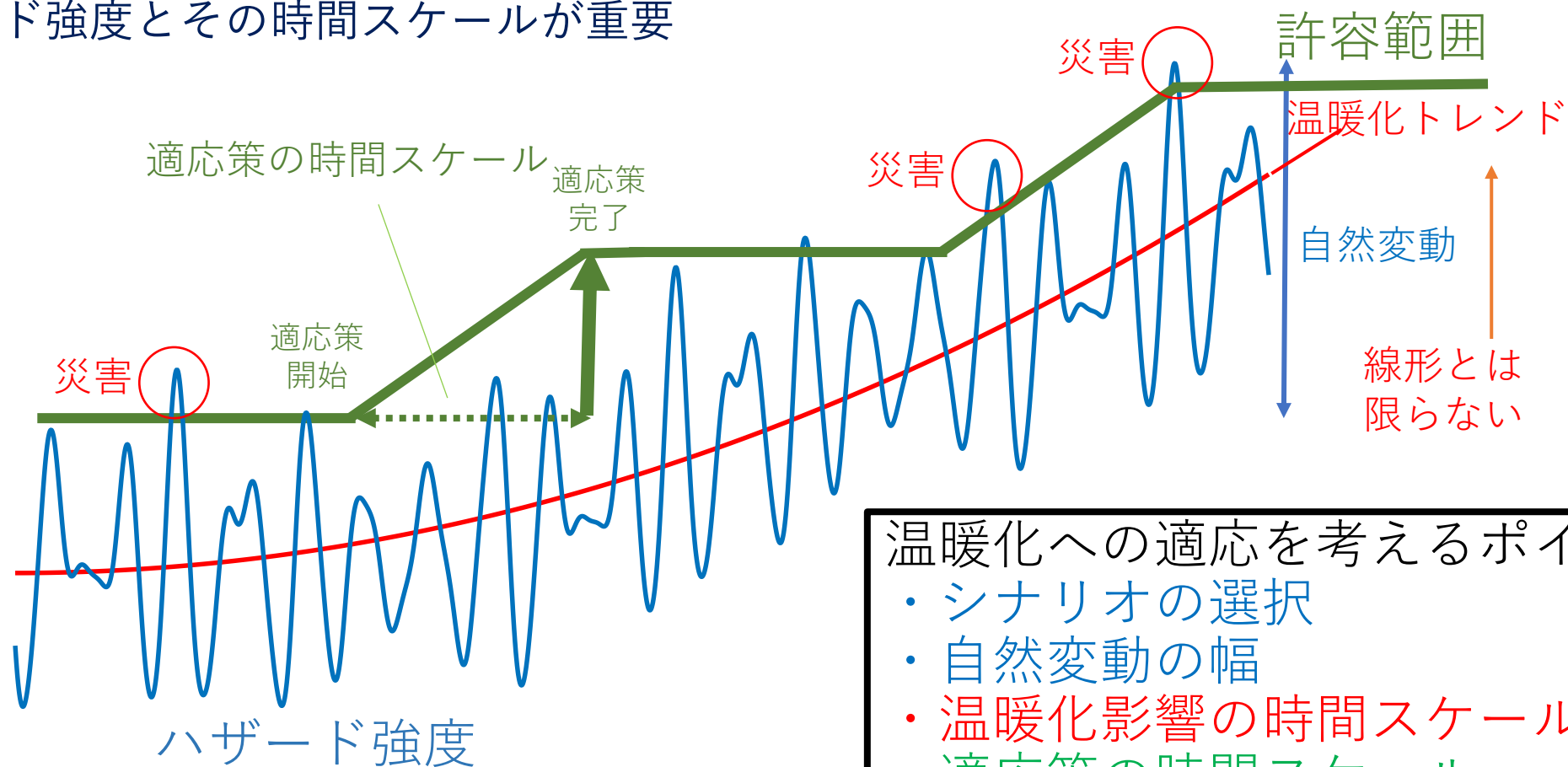
温暖化に対する順応的適応策の考え方

ハザード強度とその時間スケールが重要



温暖化に対する順応的適応策の考え方

ハザード強度とその時間スケールが重要



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

適応に向けた科学情報

京都大学



KYOTO UNIVERSITY



温暖化に順応的な施設設計の考え方

温暖化予測

• シナリオ選択

- 短期的にはどのシナリオも同等だが、2050年以降は差が開く
- 上振れ・下振れリスク

• 予測不確実性

- 予測幅をどの程度考慮するのか

• 温暖化時間スケール

- 世紀末になるほど変化量も不確実性も増加
- 大気と海洋で異なる時間スケール

施設設計

• 施設の拡張性

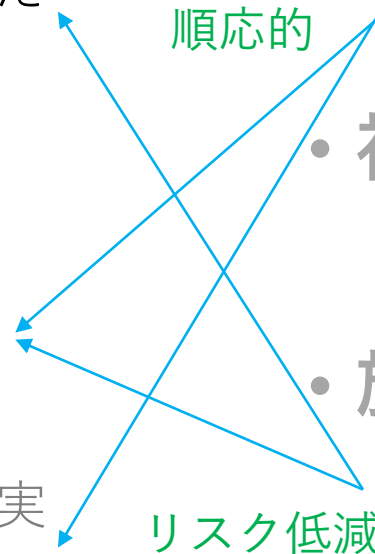
- 段階的な更新は可能か
- 初期・拡張コスト
 - どちらが安価か

• 施設重要度

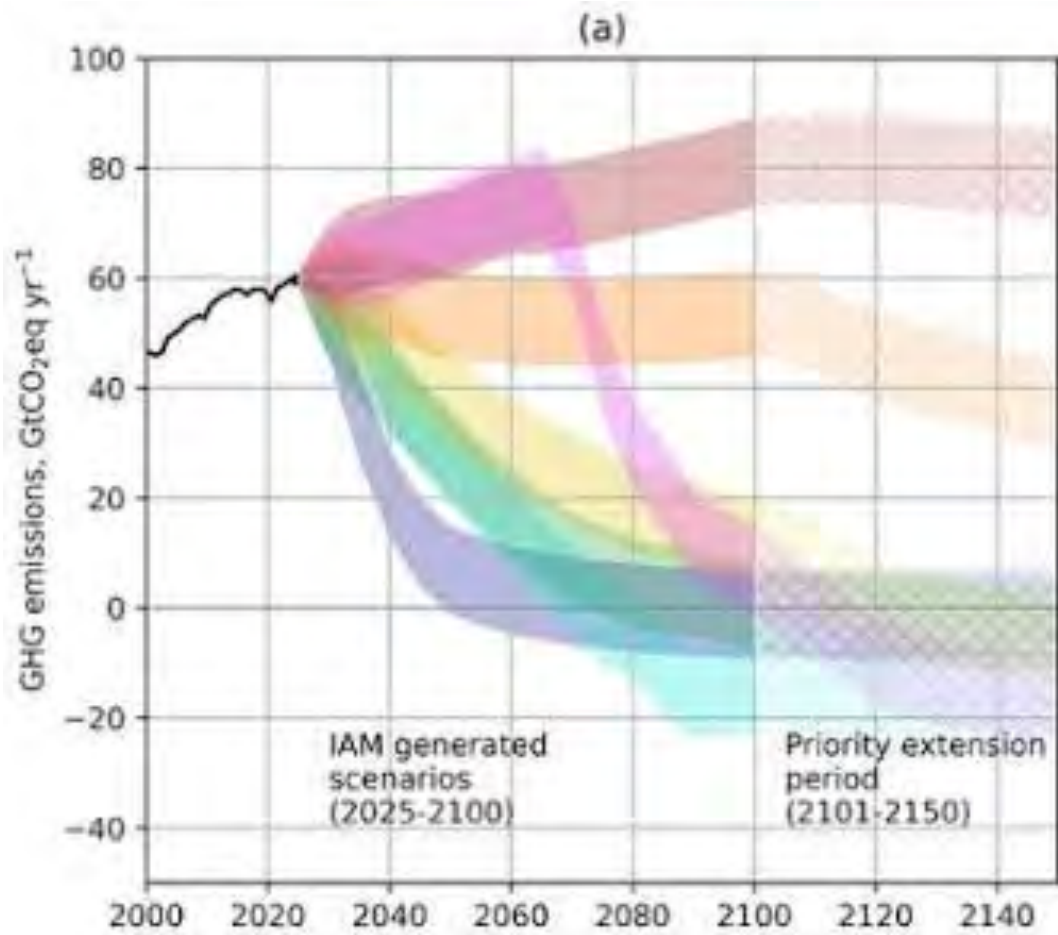
- 設計外力が超過したときに何が生じるか

順応的

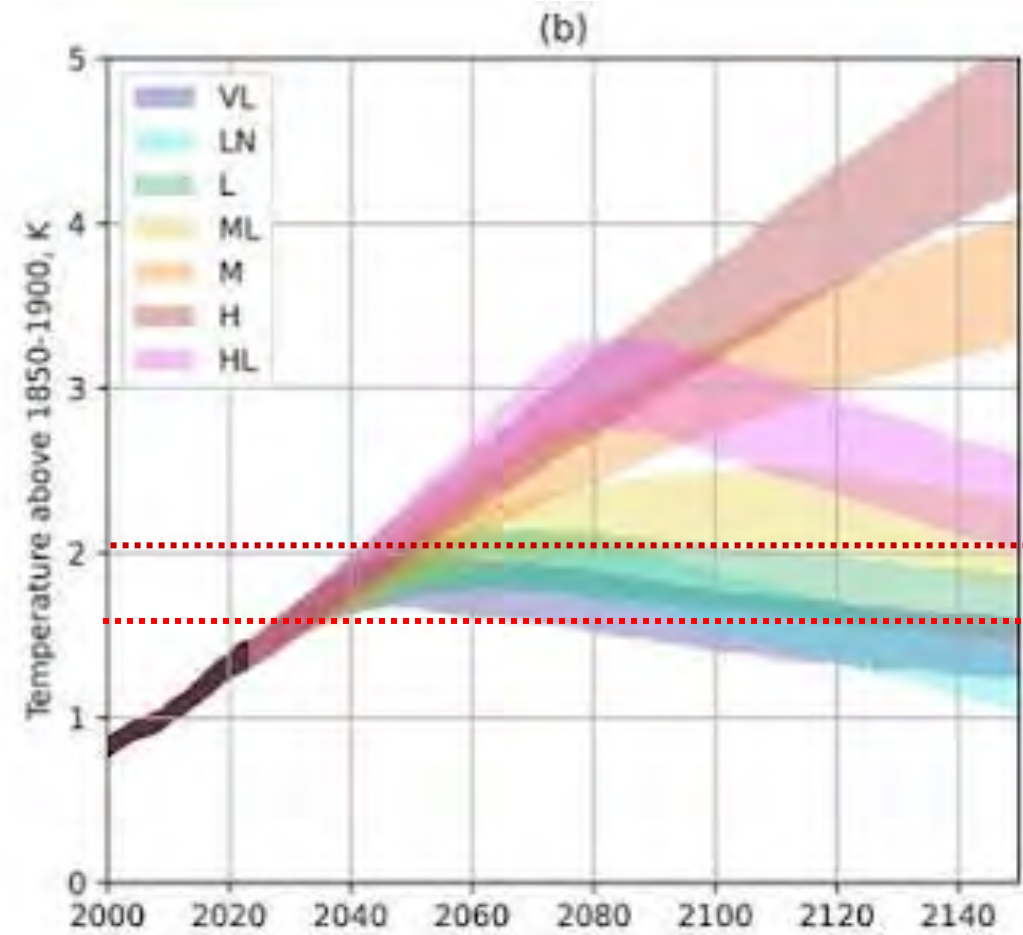
リスク低減



例) オーバーシュートシナリオへの対応



温室効果ガス排出量



平均気温上昇量

適応に必要な気候情報

1. 温室効果ガス排出シナリオ
2. 予測不確実性
 - 全球気候モデルGCM毎に予測値は異なる：モデルアンサンブル
 - 気候予測の鋭敏性：初期値アンサンブル
3. 地域・領域の評価
 - ダウンスケール情報

1. 温室効果ガス排出シナリオ

- IPCC AR5
 - RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5
- IPCC AR6
 - SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5
- IPCC AR7
 - High (H), Medium (M), Medium-Low (ML), Low (L), Very Low with Limited Overshoot (VLL0), and Very Low after High Overshoot (VLHO).

2. 予測不確実性 1/2

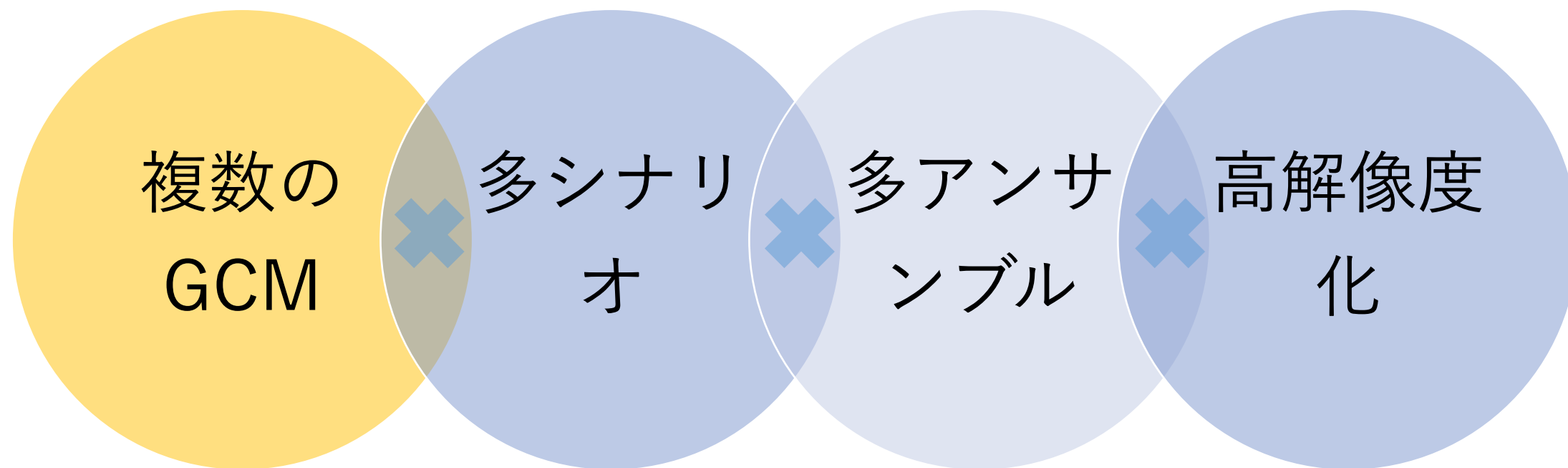
- 全球気候モデルGCM毎に予測値は異なる：モデルアンサンブル

フェーズ	公開年（目安）	参加モデル数	主な対応報告書	モデルの主な特徴・変化
CMIP3	2005～2006年	約25モデル	AR4	大気と海洋を結合したモデル
CMIP5	2011～2012年	約40～50モデル	AR5	炭素循環などを組み込んだ地球システムモデル (ESM)
CMIP6	2019～2020年	約100モデル	AR6	参加機関が大幅に増加、高解像度化や複雑な物質循環プロセスが標準化

2. 予測不確実性 2/2

- 気候予測の鋭敏性：初期値アンサンブル
 - 日本のMRIモデルの場合
 - MRI-AGCM3.1S 25年×1メンバー（1シナリオ）
 - MRI-AGCM3.2H 30年×4メンバー（2シナリオ）
 - d4PDF 60年×100メンバー（2 GWL）

気候変動予測情報の多層構造



日本と世界の気候研究の枠組み

京都大学



KYOTO UNIVERSITY



世界と日本の研究成果の流れ

国際的枠組み

- WMO
- **IPCC**
- WCRP
- IOC
- JCOMM

IPCC

- Assessment Report
- Special Report

個別研究

- 科学研究費
- その他

国内の枠組み

- 気象庁
- 文科省
 - 気候変動予測プログラム
- 環境省
 - 国立環境研究所A-PLAT
- 推進費
- 経済産業省

National Report

- 日本の気候変動202X
- 気候予測データ202Y
- 日本の気候変動影響202X

IPCC評価報告書

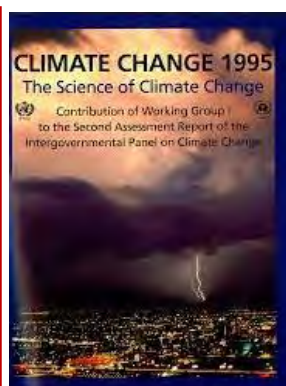
国連の下で、世界中の気候科学者が共同してまとめる気候変動の科学的理解、影響、適応、緩和に関する中立な報告書

1990



FAR

1995



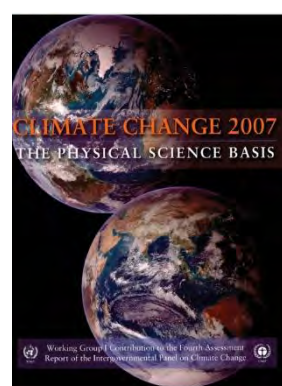
SAR

2001



TAR

2007



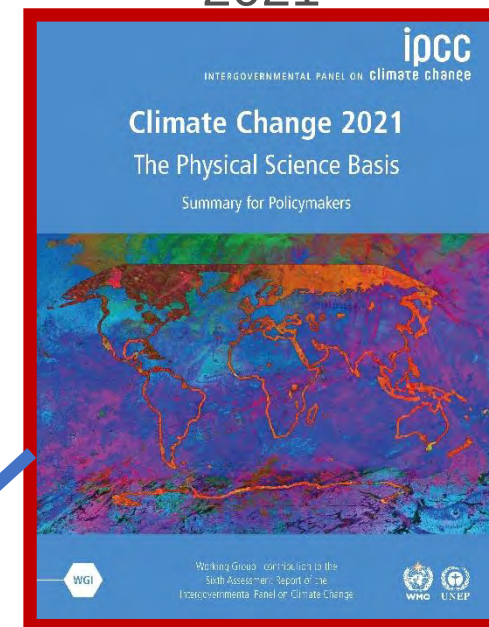
AR4

2013



AR5

2021



AR6

6th Assessment Report
(第6次評価報告書)



ノーベル物理学賞受賞
の真鍋淑郎博士も執筆
に参加

日本から10名の科学
者が執筆に参加



IPCC WGI AR5 (2013) to AR6 (2021)

AR5

- Ch 2-5: Observations
- Ch 5: Paleoclimate Archives
- Ch 6-8: Carbon Cycles, Clouds, Forcing
- Ch 9: Evaluation of Climate Models
- Ch 10: Detection and Attribution
- Ch 11: Near-term Projections
- Ch 12: Long-term Projections
- Chapter 13: Sea Level Change
- Chapter 14: Regional Climate Change

AR6

Mechanism
Historical and Projection
Information

1. Framing, Context and Methods
2. Changing State of the Climate System
3. Human Influence on the Climate System
4. Future Global Climate
5. Global Carbon and other Biogeochemical Cycles
6. Short-lived Climate Forcers
7. The Earth's Energy Budget, ...
8. Water Cycle Changes
9. Ocean, Cryosphere and Sea Level Change
10. Linking Global to **Regional** Climate Change
11. Weather and Climate **Extreme Events** in a Changing Climate
12. Climate Change Information for ...

IPCC WGII AR5 (2013) to AR6 (2021)

General and impact assessment
Regional or geographical
Thematic
Adaptation

AR5

- Part A: Global and Sectoral Aspects
 - Ch 3: Freshwater Resources
 - Ch 4: Terrestrial and Inland Water Systems
 - Ch 5: Coastal Systems and Low-Lying Areas
 - Ch 14: Adaptation Needs and Options
 - Ch 15: Adaptation Planning and Implementation
 - Ch 16: Adaptation Opportunities, Constraints, and Limits
 - Ch 17: Economics of Adaptation
 - Ch 20: Climate-Resilient Pathways
- Part B: Regional Aspects

AR6

1. Point of Departure and Key Concepts
2. Terrestrial and Freshwater Ecosystems and ...
3. Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services
4. Water
5. Food, Fibre and Other Ecosystem Products
6. Cities, Settlements and Key Infrastructure
7. Health, Wellbeing and ...
8. Poverty, Livelihoods and Sustainable Development
9. 9-15 Regional chapters
16. Key Risks across Sectors and Regions
17. Decision-Making Options for Managing Risk
18. Climate Resilient Development Pathways

IPCC WGI AR6 to AR7 (2028)

Mechanism
Historical and Projection
Information

AR6

1. Framing, Context and Methods
2. Changing State of the Climate System
3. Human Influence on the Climate System
4. Future Global Climate: Scenario-based Projections and Near-term Information
5. Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks
6. Short-lived Climate Forcers
7. The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity
8. Water Cycle Changes
9. Ocean, Cryosphere and Sea Level Change
10. Linking Global to **Regional** Climate Change
11. Weather and Climate **Extreme Events** in a Changing Climate
12. Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment

AR7

1. Framing, methods and knowledge sources
2. Large-scale changes in the climate system and their causes
3. Changes in **regional climate and extremes**, and their causes
 - tropical cyclones, sea level rise
4. Advances in process understanding of Earth system changes
5. Scenarios and projected future global temperatures
6. Global projections of Earth system responses across time scale
7. Projections of **regional climate and extremes**
 - tropical cyclones, extreme sea level
8. Abrupt changes, low-likelihood high impact events and critical thresholds, including tipping points, in the Earth system
9. Earth system responses under pathways towards temperature stabilization, including overshoot pathways
10. **Climate information and services**
 - multi-hazards, early warning

IPCC WGI) AR6 to AR7 (2028)

General and impact assessment
Regional or geographical
Thematic
Adaptation

AR6

1. Point of Departure and Key Concepts
2. Terrestrial and Freshwater Ecosystems and ...
3. Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services
4. Water
5. Food, Fibre and Other Ecosystem Products
6. Cities, Settlements and Key Infrastructure
7. Health, Wellbeing and ...
8. Poverty, Livelihoods and Sustainable Development
9. 9-15 Regional chapters
10. Key Risks across Sectors and Regions
11. Decision-Making Options for Managing Risk
12. Climate Resilient Development Pathways

AR7

1. Point of departure, framing and key concepts
2. **Vulnerabilities, impacts and risks**
3. **Current adaptation progress, effectiveness and adequacy**
4. **Adaptation options and conditions for accelerating action**
5. **Responses to losses and damages**
6. **Finance**
7. 7-13 Regional Assessment Chapters
14. Terrestrial, freshwater and cryospheric biodiversity, ecosystems and their services
15. Ocean, coastal and cryospheric biodiversity, ecosystems and their services
16. Water
17. Agriculture, food, forestry, fibre and fisheries
18. Adaptation of human settlements, infrastructure and industry systems
19. Health and well-being
20. Poverty, livelihoods, mobility and fragility

AR7に向けた大きな変化と印象：WGII

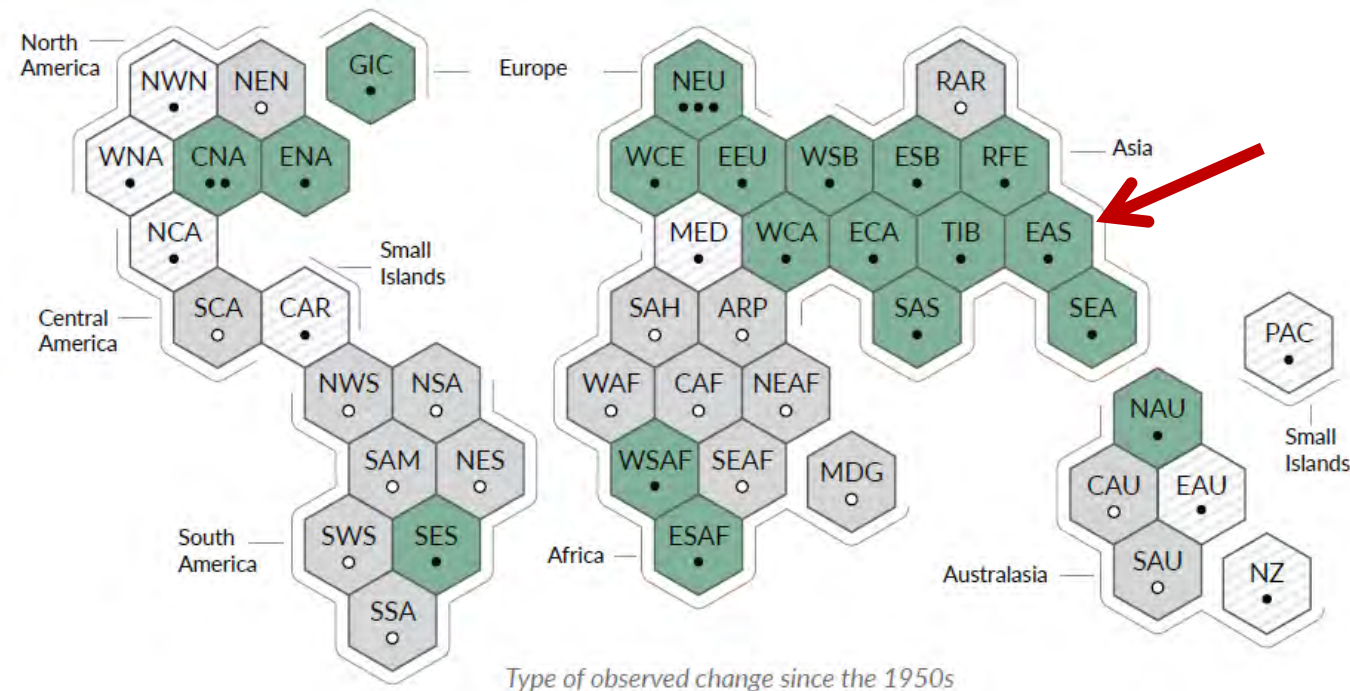
■ 印象

- Impact assessment, riskはコンパクトに
- Adaptationが重要視
- Regional/geographical chaptersは減少
- Thematicは維持

■ その他

- WGIIについては、CMIP7はあまり重要視されないのではないか

日本の予測は日本で実施する 必要がある



京都大学



世界と日本の 気候科学

文部科学省
気候変動予測プロジェクト



人・自然・地球共生プロジェクト (2002-2006)



21世紀気候変動予測革新プログラム (2007-2011)



気候変動リスク情報創生プログラム (2012-2016)



統合的気候モデル高度化研究プログラム (2017-2021)



気候変動予測先端研究プログラム (2022-2026)

IPCC



2001 第3次評価報告書TAR



2007 第4次評価報告書AR4



2013 第5次評価報告書AR5



2021 第6次評価報告書AR6



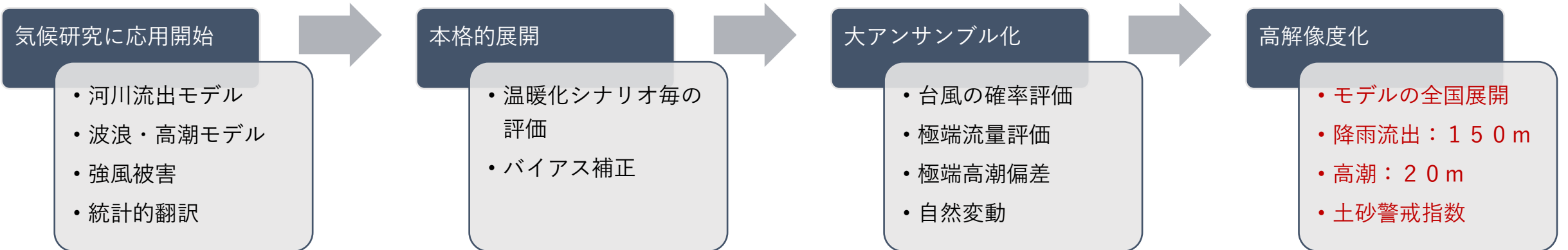
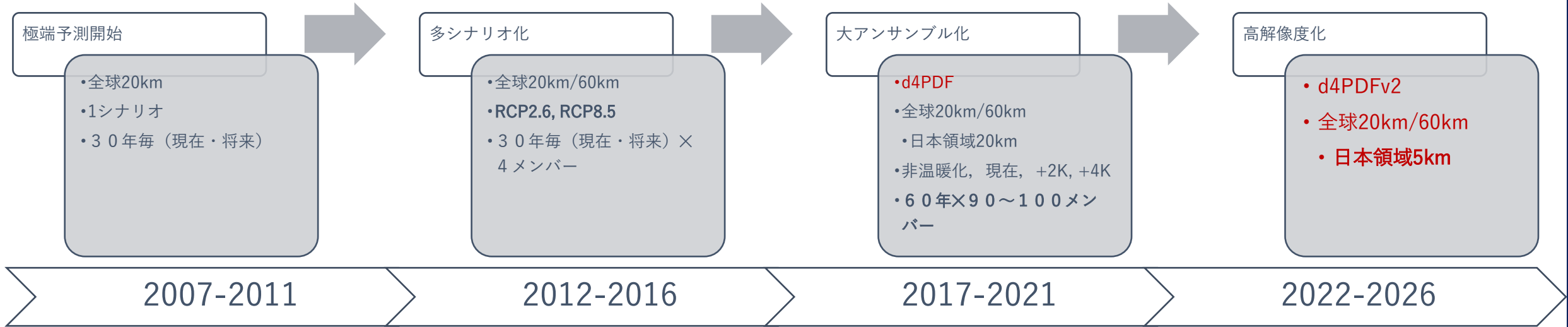
20XX 第7次評価報告書AR7

日本の気候変動2020
気候予測データセット2022

日本の気候変動2025
気候予測データセット2027

日本の気候変動研究の進展・深化

気候変動予測



風水害予測

日本の気候変動予測の現状と サイクル

気候変動情報更新のサイクル

IPCC (UNEP/WMO)

AR5 (2012-2013)

AR6 (2022-2023)

AR7 (2028/29)

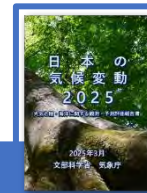
日本の気候変動 (文科省・気象庁)

2020



DS2022

2025



DS202X

2030?

気候予測データ (文科省・気象庁)



気候予測プログラム
(文科省)



2022



2027

2032?

統合プログラム
領域課題D (代表：中北)

先端プログラム
領域課題4 (代表：森)

XXプログラム

気候変動影響評価 (環境省)

2020

2025

2030?



2022-2026 領域課題4 ハザード統合予測モデルの開発

領域課題代表

京都大学 防災研究所

森 信人



運営委員会

野沢委員・仲江川委員・肱岡委員

東北大 工業大 石川県立大 新潟大 大阪市立大
総合地球環境学研究所 港湾空港技術研究所
岐阜大 高知工科大 千葉大 香川大 横浜国立大
熊本大 寒 九州大
鹿島建設株式会社 土木研究所 大学院 アジア
広島工業大 国土技術政策総合研究所
宮崎大 pokhara 防災センター
慶応義塾大 神戸大 北海道大 関西大
島根大 長崎大 筑波大 university 豊橋科学技術大 金沢大
愛媛大 滋賀県立大 近畿大 統計数理研究所 名古屋市立大

領域課題 4 の目標

成果目標

- 主要ハザードモデルの統合化
- 防災気候情報プロダクト生成
- 「日本の気候変動 202X」等への貢献

出口戦略

- 科学・技術知見の共有
- 国内温暖化影響評価・適応政策へのコミットメント国際展開

防災気象情報(気象庁)

	河川氾濫	大雨	土砂災害	高潮
警戒レベル 5相当	レベル5 氾濫特別警報	レベル5 大雨特別警報	レベル5 土砂災害特別警報	レベル5 高潮特別警報
警戒レベル 4相当	レベル4 氾濫危険警報	レベル4 大雨危険警報	レベル4 土砂災害危険警報	レベル4 高潮危険警報
警戒レベル 3相当	レベル3 氾濫警報	レベル3 大雨警報	レベル3 土砂災害警報	レベル3 高潮警報
警戒レベル 2	レベル2 氾濫注意報	レベル2 大雨注意報	レベル2 土砂災害注意報	レベル2 高潮注意報
警戒レベル 1	早期注意情報			



領域課題4の概要

- 風水害に関する防災気候情報、水資源および代表的な生態系に対する極端現象影響予測を実施
- 予測、影響評価、適応策および政策全体を意識した研究成果の創出



- シームレスなマルチハザード予測
- 気候システムとの相互作用

- 複合災害評価
- 暴露まで考慮した水災害リスク評価
- 森林・生態系に及ぼす極端現象評価

- アジア太平洋地域の特性を考慮した将来予測
- 現地との協同・研究支援

i. 統合型モデル

日本・東アジア
シナリオベース



ii. ハザードメカニズム
(a,b)

特定領域・緻密
シナリオベース



iii. 災害EA

- 疑似温暖化・EAを核とした災害ハザードへの温暖化要因定量化
- 最大クラスシナリオ予測

iv. 国際協力

v. 適応戦略開発

ハザード予測データ・ノウハウ



国際展開



科学成果



気候変動
202X
DIAS

政策への貢献

- 予測を活用した適応戦略の数値モデル開発
- 気候変動、社会変化、多様な施策のポリシーミックス評価

領域課題4の概要

- 風水害に関する防災気候情報、水資源および代表的な生態系に対する極端現象影響予測を実施
- 予測、影響評価、適応策および政策全体を意識した研究成果の創出



サブ課題i
・佐山敬洋
・京都大学防災研究所 教授

サブ課題ii-a
・田中 賢治
・京都大学防災研究所 教授
サブ課題ii-b
・藤井 賢彦
・東京大学大気海洋研究所 教授

サブ課題iv
・立川 康人
・京都大学大学院工学研究科 教授

i. 統合型モデル

日本・東アジア
シナリオベース



ii. ハザードメカニズム (a,b)

特定領域・緻密
シナリオベース



iii. 災害EA

サブ課題iii
・竹見 哲也
・京都大学防災研究所 教授

iv. 国際協力

v. 適応戦略開発

ハザード予測データ・ノウハウ



国際展開



科学成果



政策への貢献

サブ課題v
・藤見 俊夫
・京都大学防災研究所 准教授

実施体制：主管機関および参画機関

サブ課題

i. 統合ハザードモデル
佐山敬洋（京大防）

統合ハザードモデル開発, プロダクトラン

ii. ハザードメカニズム
(兼ii-a). 田中賢治（京大防）

領域評価, 三大都市圏, 風水害, 水循環

iii. 災害EA
竹見哲也（京大防）

ダウンスケーリング, 擬似温暖化,
ハザードEA

iv. 国際展開
立川康人（京大工）

アジア・太平洋諸国, 水害リスク
技術移転

v. 適応戦略
藤見俊夫（京大防）

サブサブ課題/参画機関

森林・沿岸生態系
ii-b. 藤井賢彦（東大）

森林・沿岸生態系

農業被害
吉田武郎（農工研）

水資源, 農業

気候変動適応策実装支援
日下部隆昭（ICHARM）

極力機関

- 各大学
- 国研
 - 国総研, 港空研, 寒地土研, 農研機構
- 他
 - アジア防災センター
 - ゼネコン等研究機関

研究参画者92名+協力者109名

- 課題I 12名
- 課題ii 25名
- 課題iii 10名
- 課題iv 28名
- 課題v 17名

領域課題3 d4PDF/d4PDFv2

予測不確実性, 適応策動の計画モデル
リスクコミュニケーション

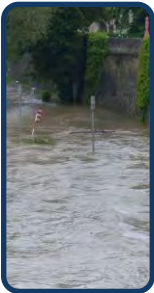
代表者
主管機関
森 信人
(京都大)

防災気候情報：d4PDF日本全国5kmDS



極端雨量

- 強度：全国的に増加
- 頻度：台風起因の頻度が、全国的に相対的に低下
- Hotspot：【評価中】



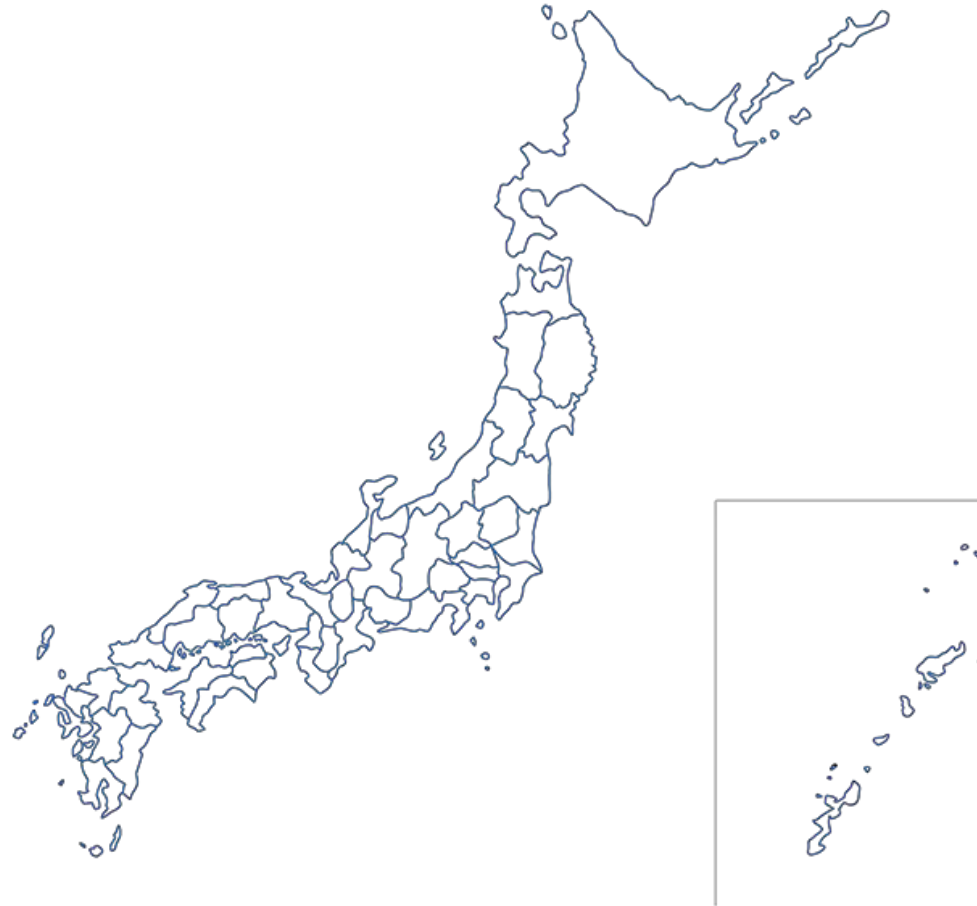
河川洪水

- 強度：全国的に増加
- 頻度：台風起因の頻度が、全国的に相対的に低下
- Hotspot：【評価中】



高潮

- 強度：【評価中】
- 頻度：【評価中】
- Hotspot：【評価中】



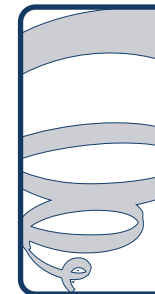
複合氾濫

- 強度：【評価中】
- 頻度：西日本で増加
- Hotspot：伊勢湾・瀬戸内海・九州沿岸



土砂災害

- 強度：【評価外】
- 頻度：西日本・日本海側地域で顕著な増加傾向
- Hotspot：【評価中】

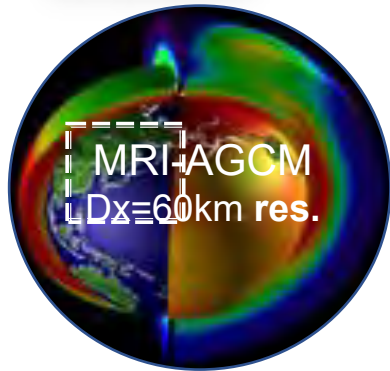


強風

- 強度：全国的に増加
- 頻度：日数は中部から西にかけて増加
- Hotspot：【評価中】

大規模気候アンサンブル d4PDF (文科省・創生/統合プロジェクト)

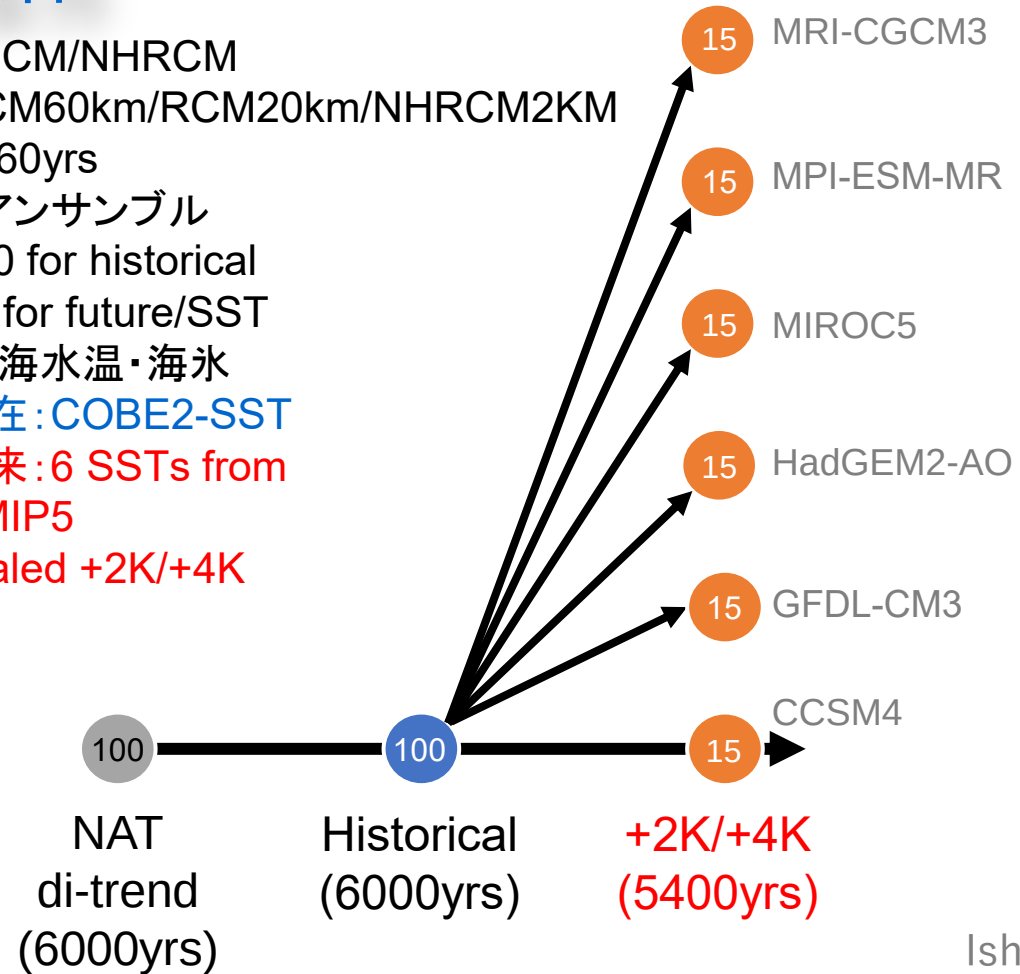
Model



計算条件

- MRI-AGCM/NHRCM
 - GCM60km/RCM20km/NHRCM2KM
- Period: 60yrs
- 初期値アンサンブル
 - 100 for historical
 - 15 for future/SST
- 境界条: 海水温・海水
 - 現在: COBE2-SST
 - 将来: 6 SSTs from CMIP5 scaled +2K/+4K

SSTs

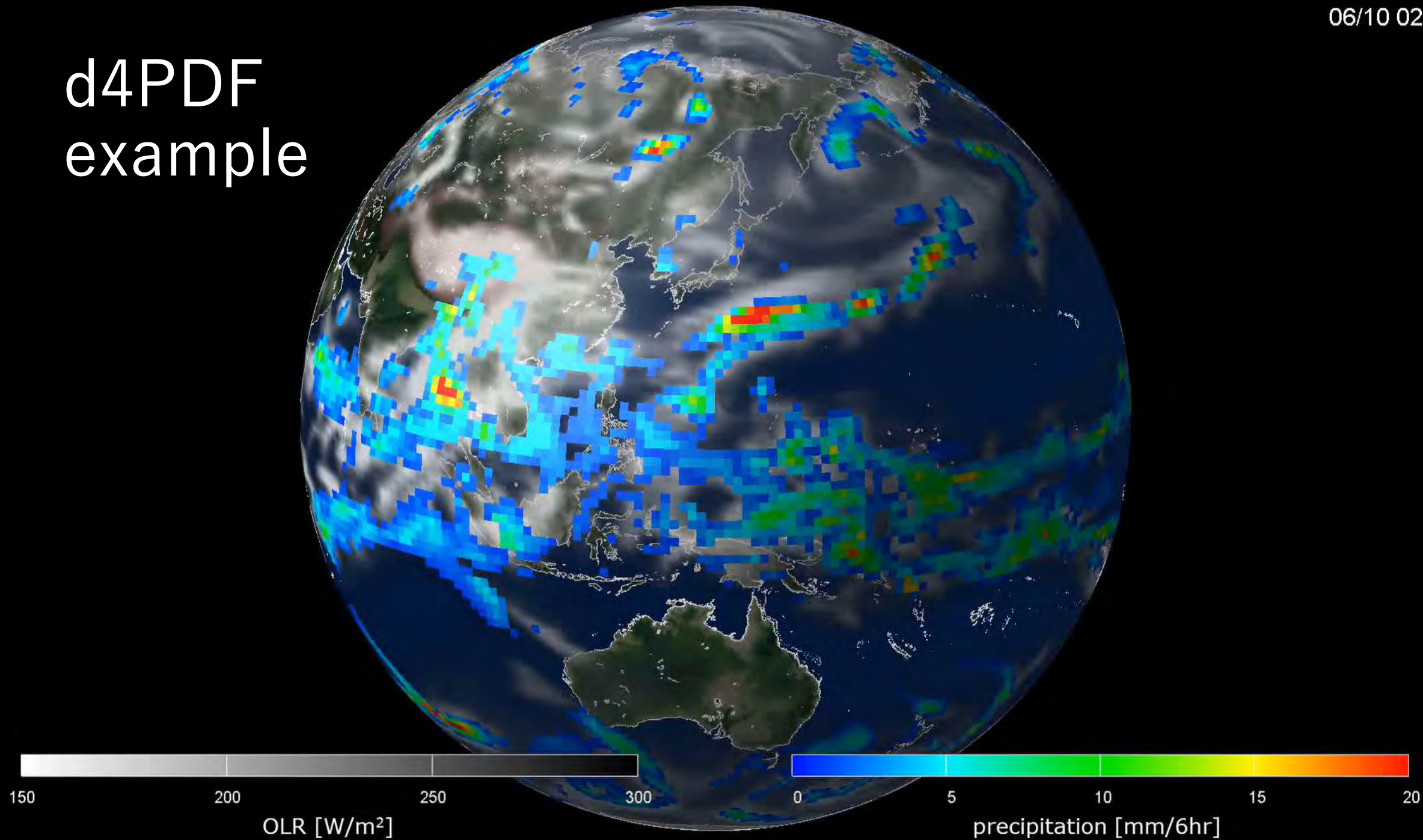


Review article
Ishii and Mori (2020)

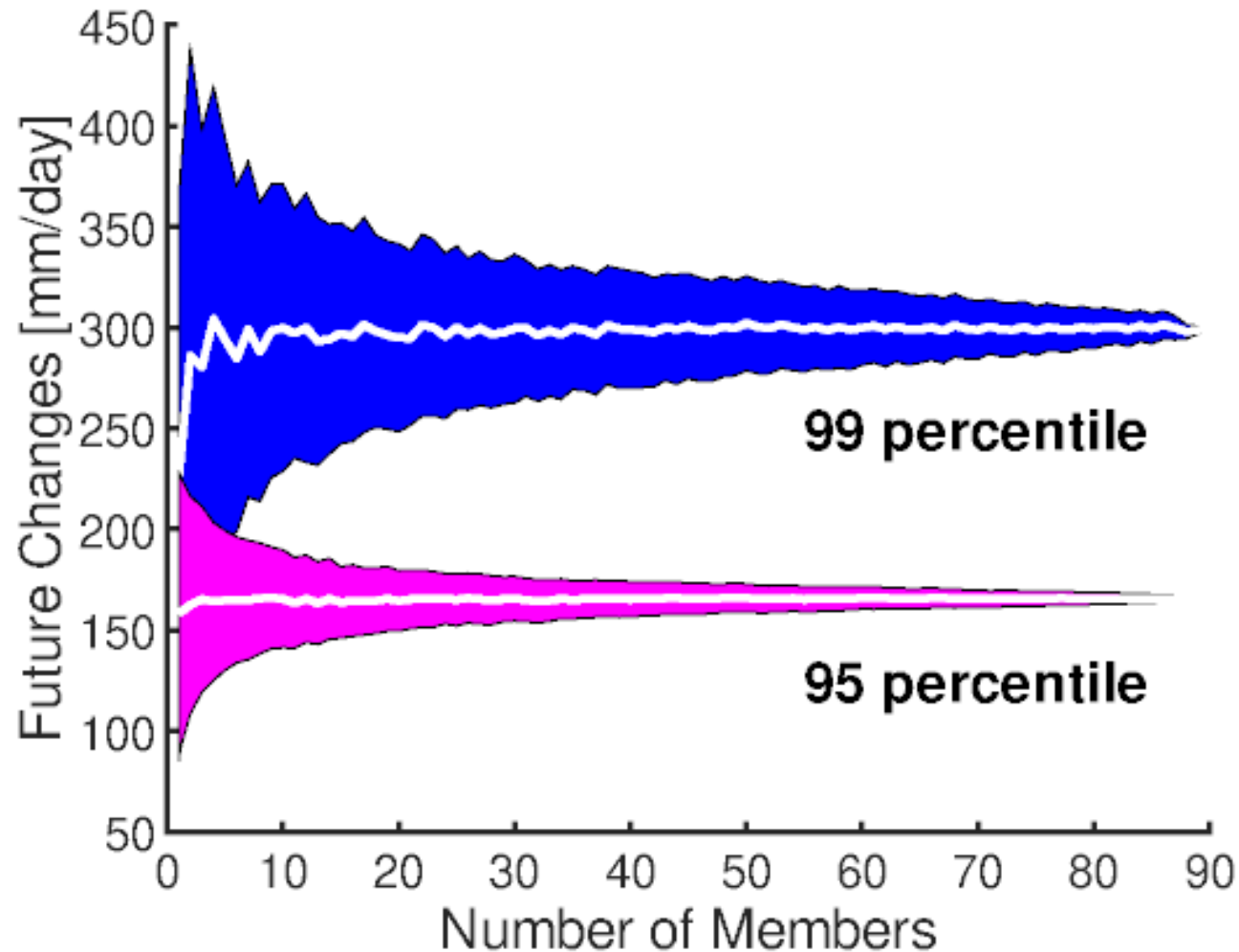
Mizuta et al. (2017) BAMS Progress Earth and Planetary Science

06/10 02:00

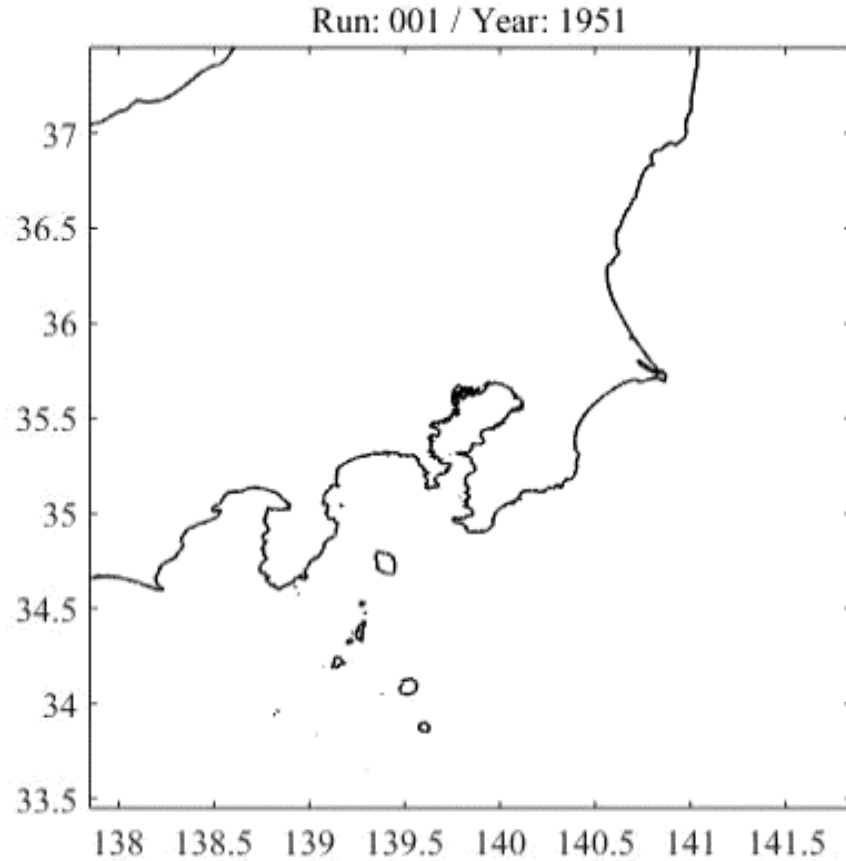
d4PDF example



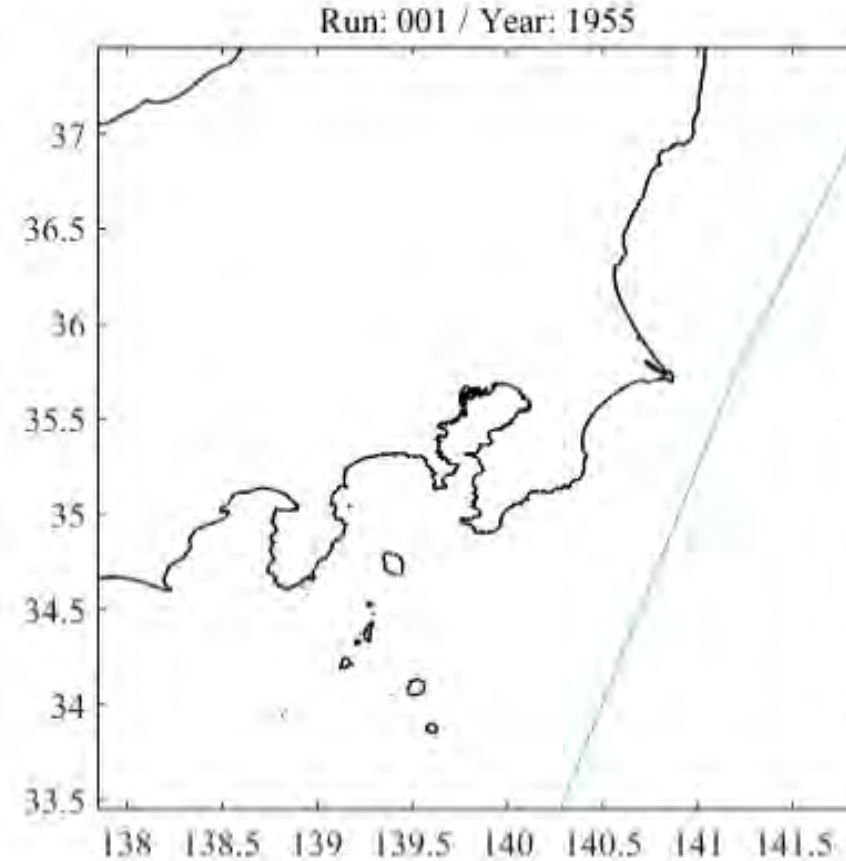
メンバー数の増加は将来変化のSN比を改善する 例) 日降水量・東京



4. GCM/RCM直接利用 大規模気候アンサンブルd4PDF



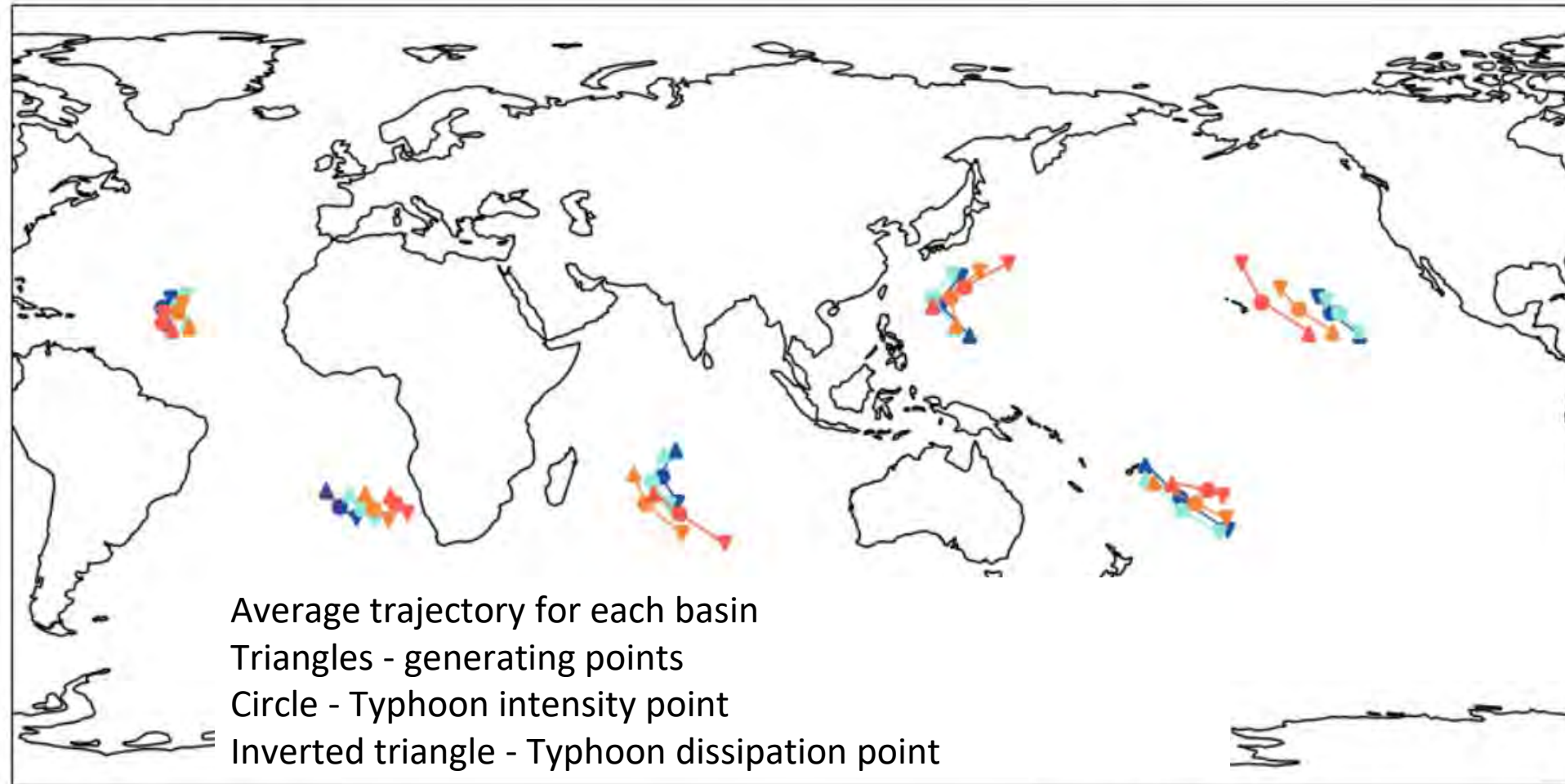
60年の気候計算
30年の気候ランによる台風経路



60 × 100年の気候計算
d4PDF現在再現計算(5400年)

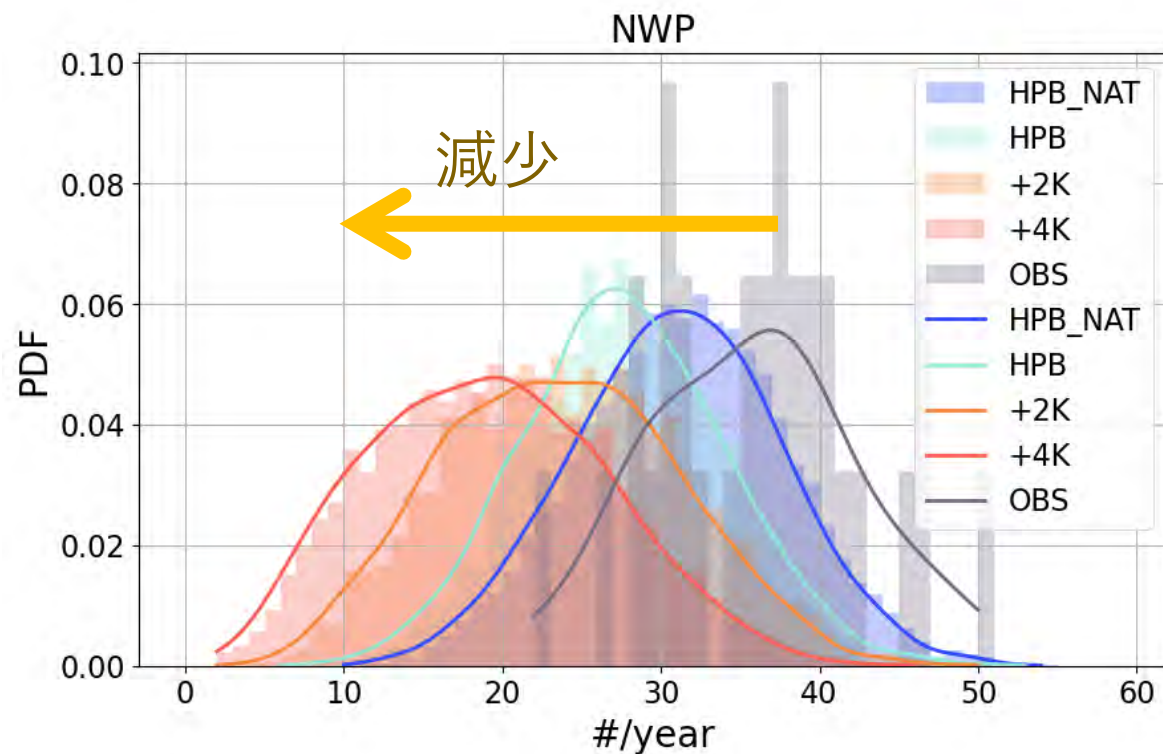
台風経路の将来変化：北西太平洋

d4PDF

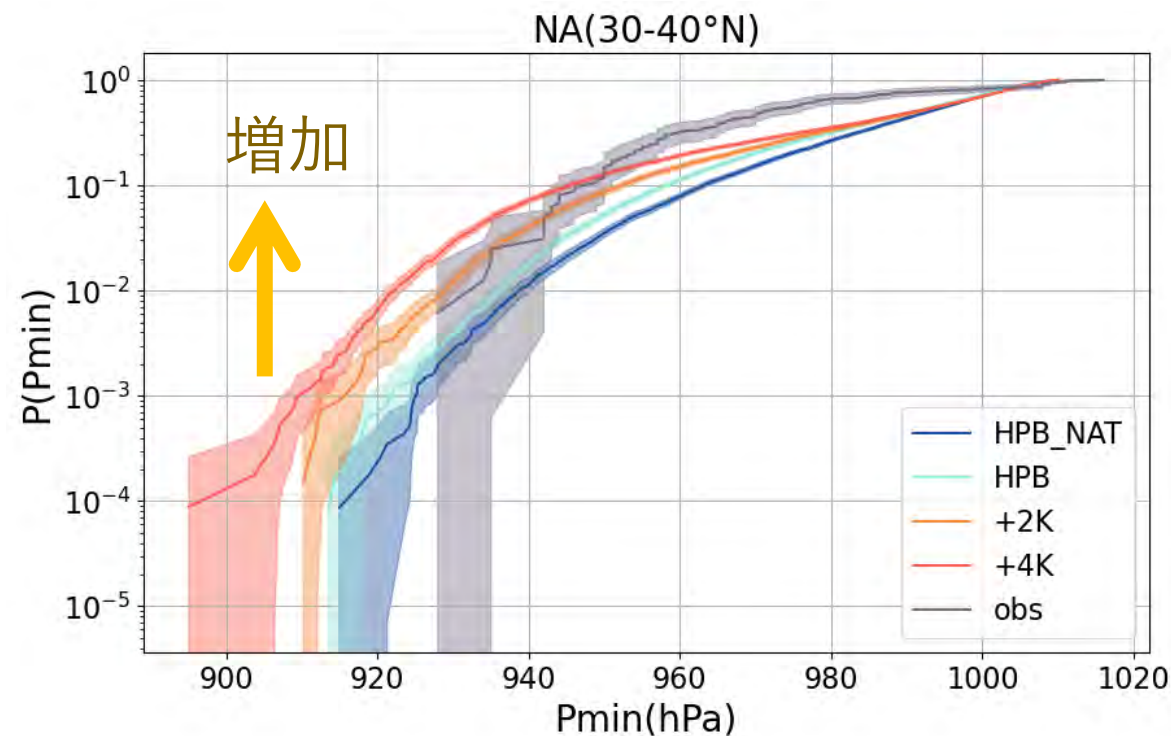


非温暖化条件, 現在気候, + 2 K, + 4 K

台風発生個数・強度の将来変化：北西太平洋 d4PDF

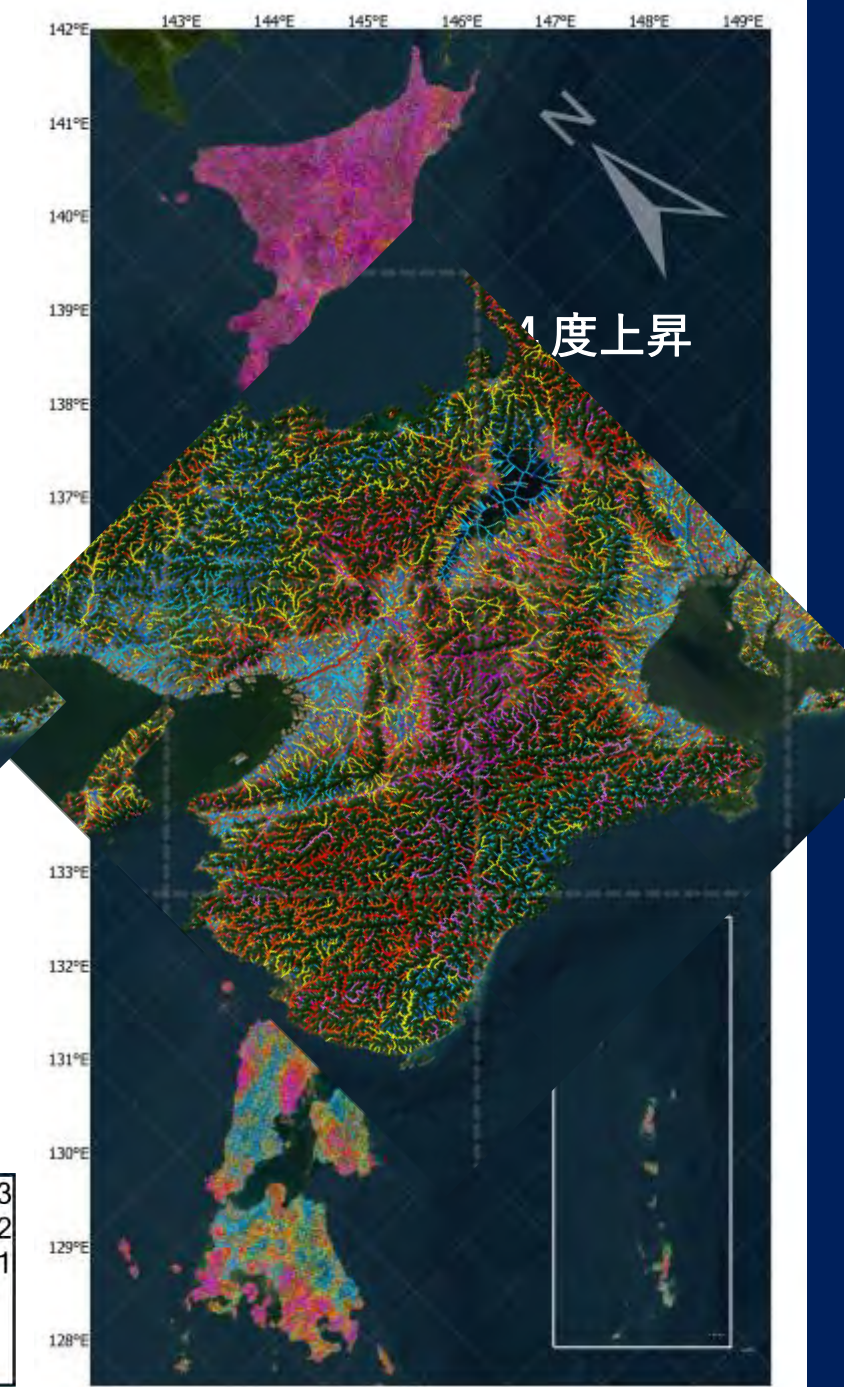
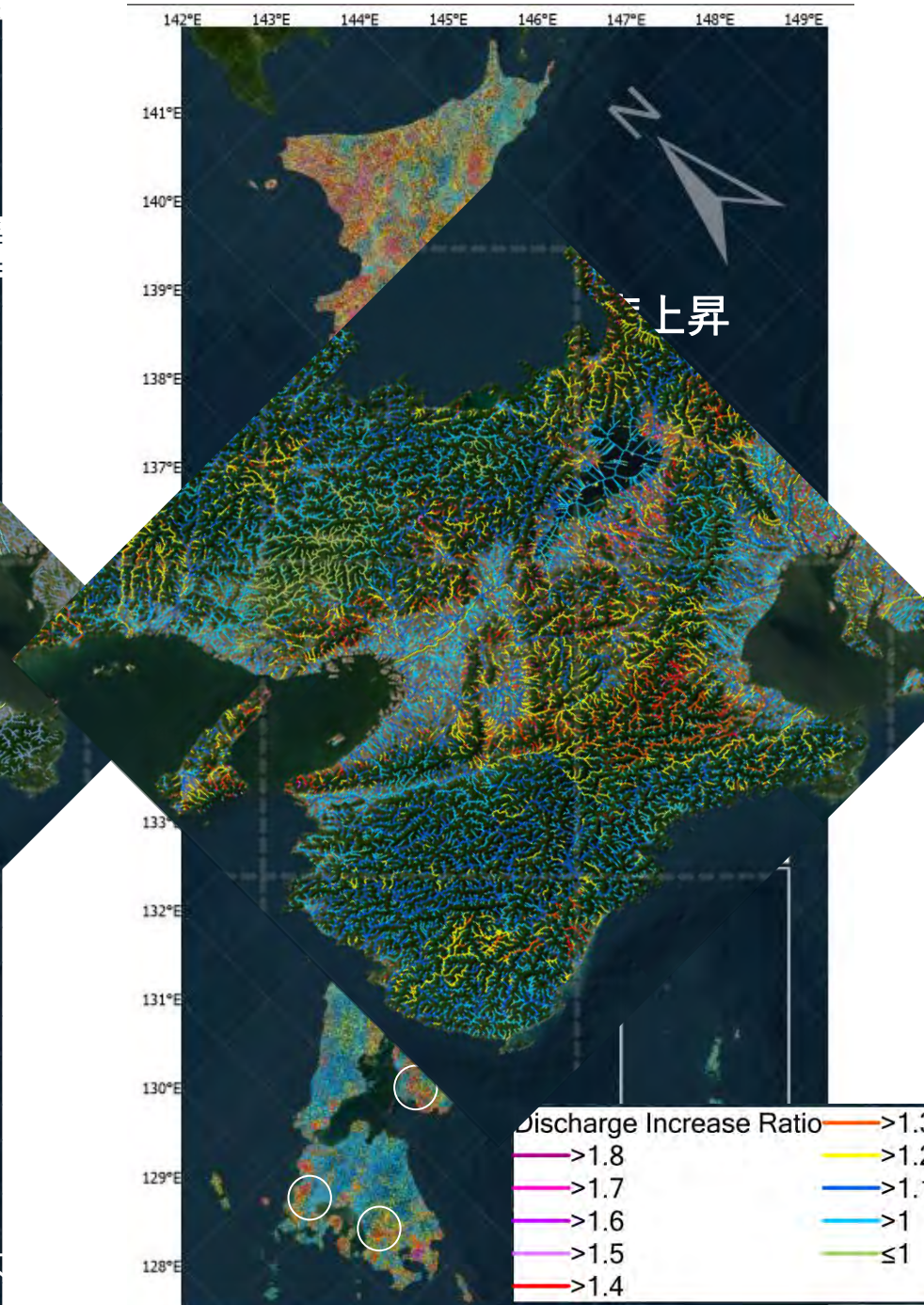
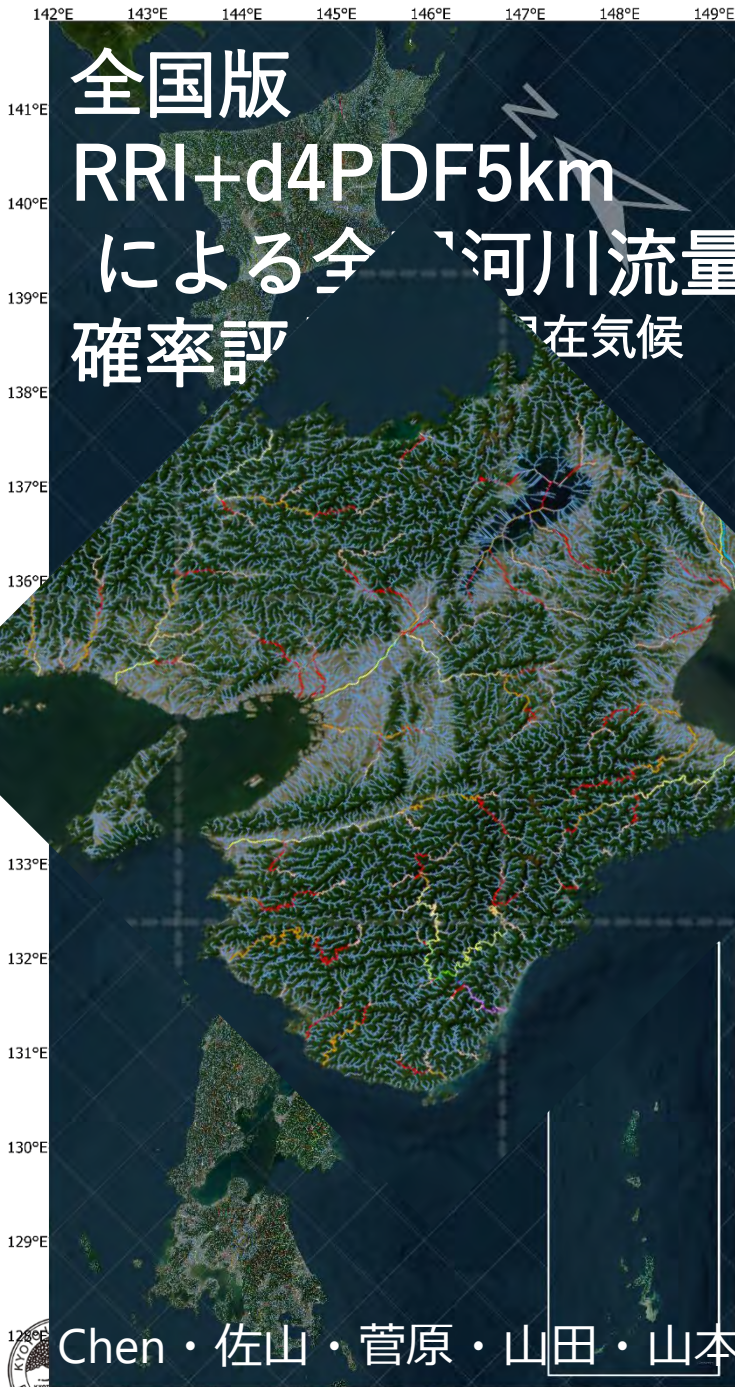


台風発生個数
(非温暖化条件, 現在気候, + 2 K, + 4 K)



最大強度

全国版 RRI+d4PDF5km による全国河川流量 確率評価と将来気候



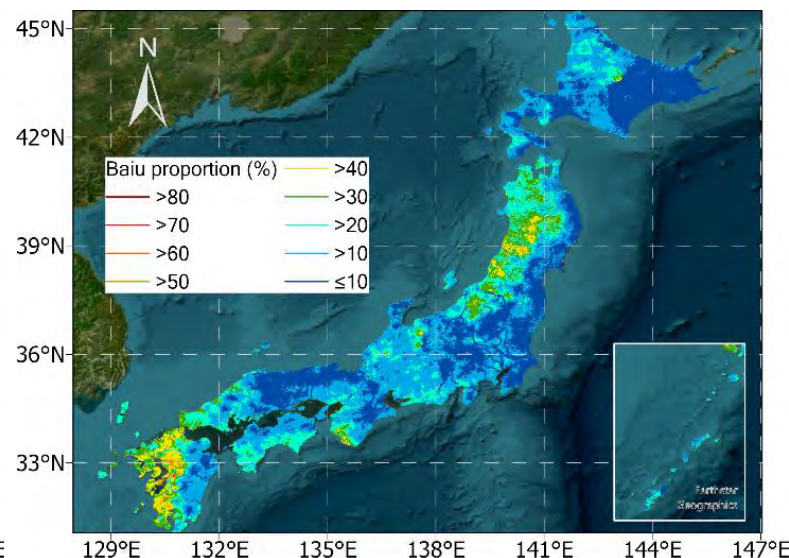
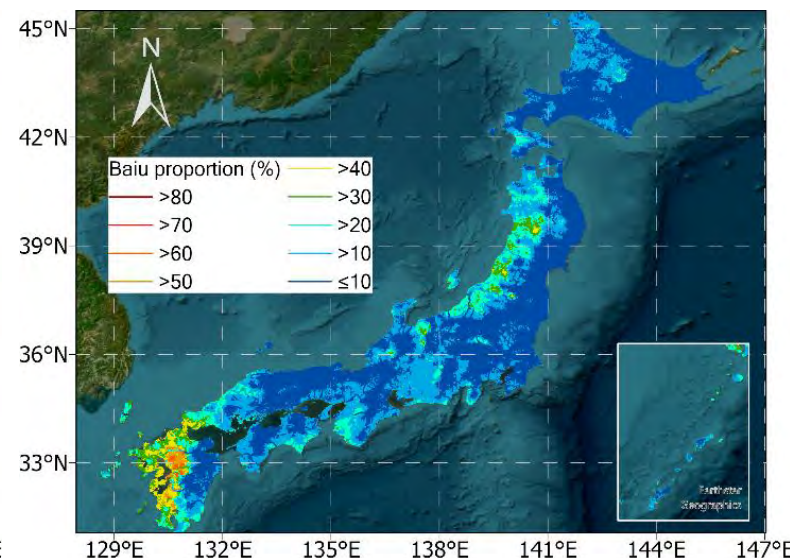
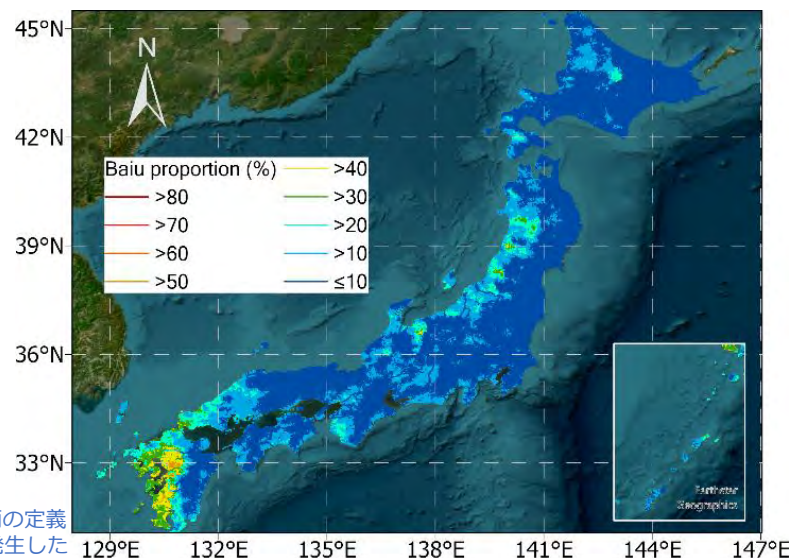
Chen・佐山・菅原・山田・山本

現在気候

+2K

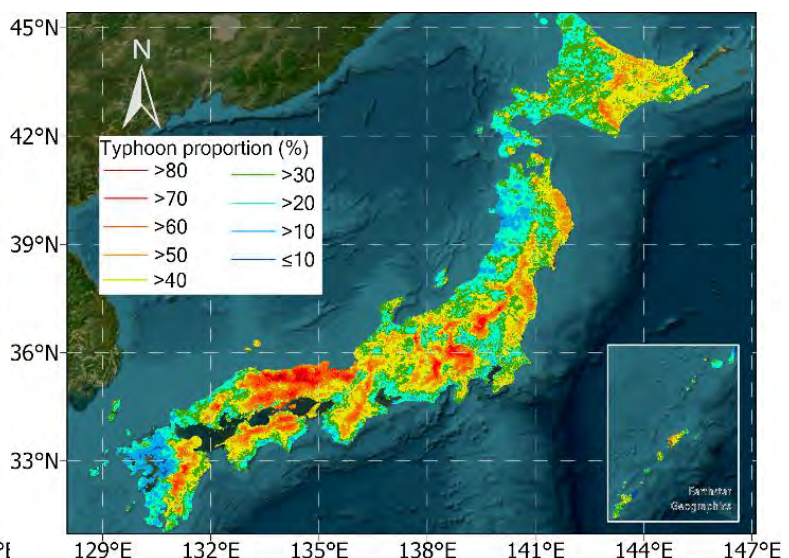
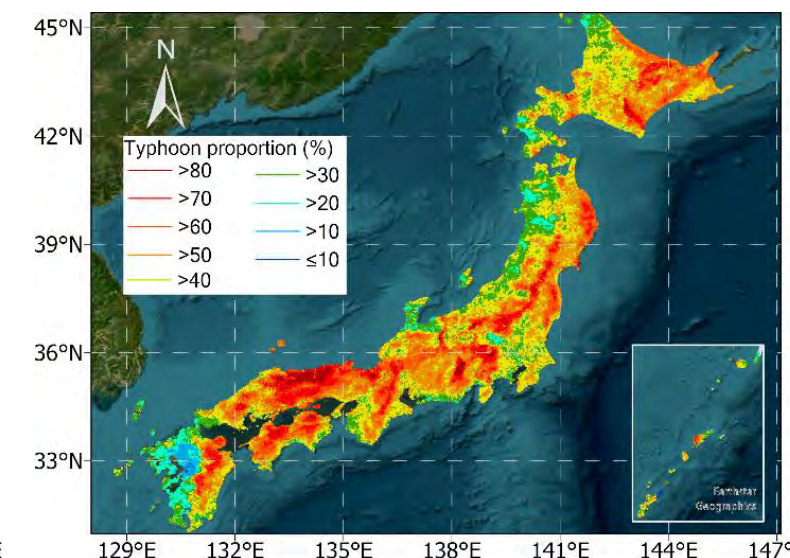
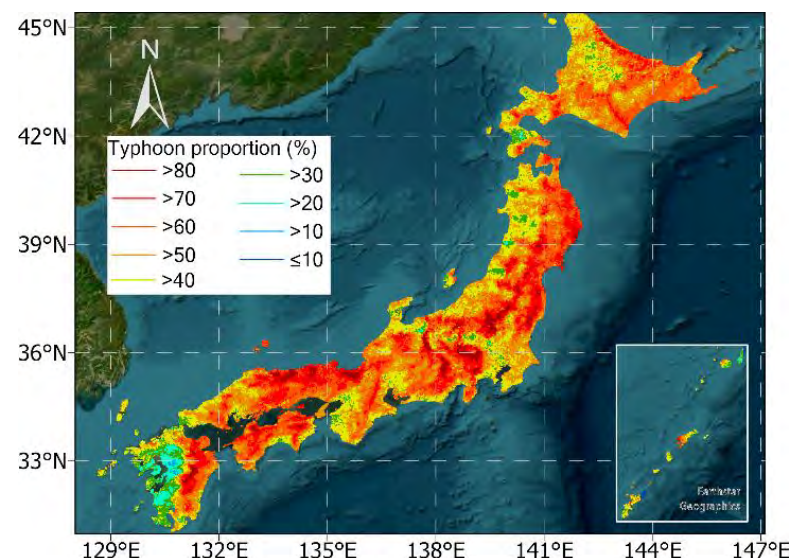
+4K

梅雨



暫定的な梅雨の定義
：6～7月に発生した
台風起因以外の豪雨

台風



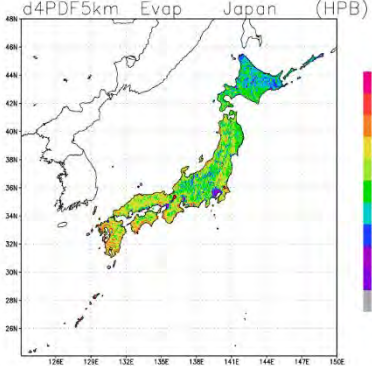
- 温暖化に伴い再現確率10年以上の洪水の成因は梅雨豪雨の割合が高まる？
- 特に東北地方や北海道の日本海側で顕著

(各河道地点で
定)

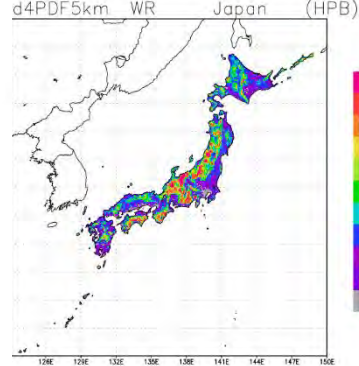
d4PDF5kmによる陸面水文諸量解析結果（アンサンブル平均）

過去
実験

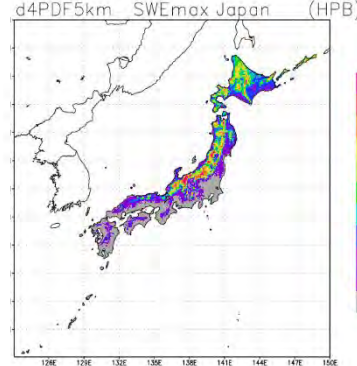
蒸発散量



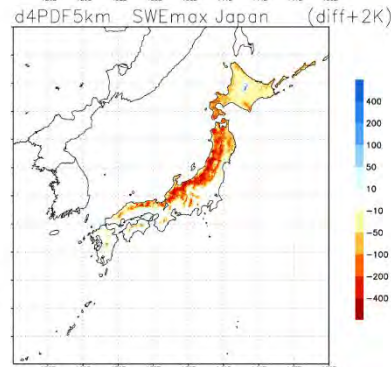
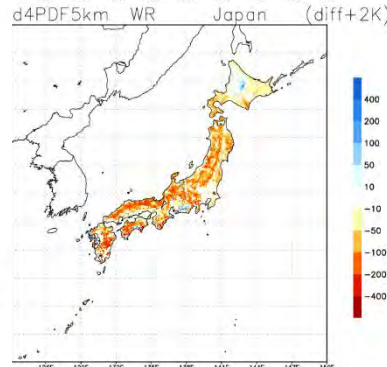
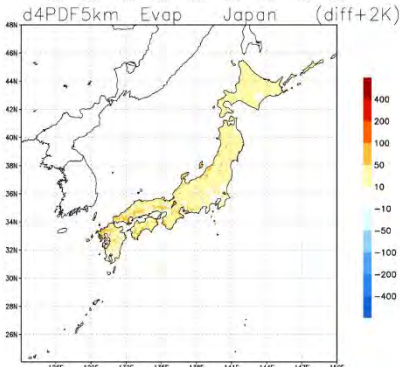
基底流量



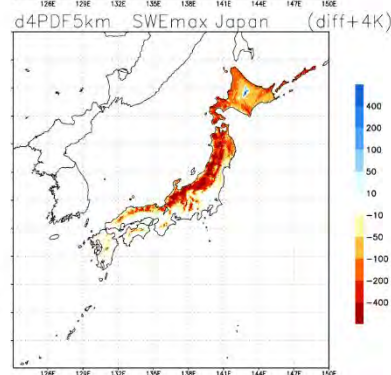
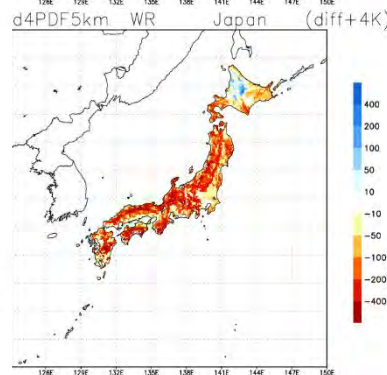
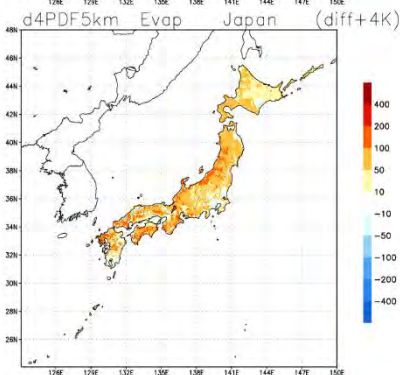
積雪水量



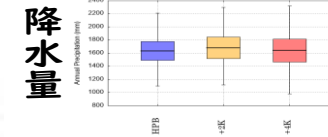
+2K
変化



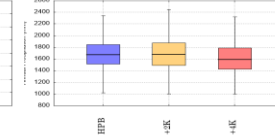
+4K
変化



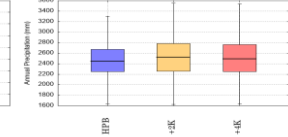
利根川



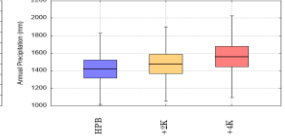
淀川



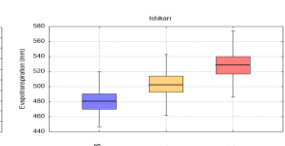
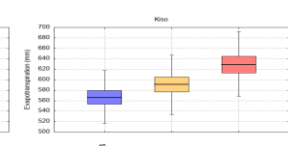
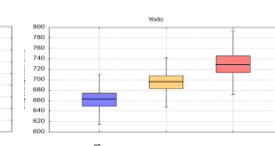
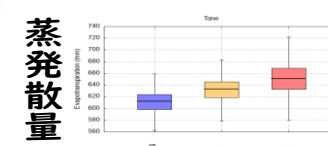
木曽川



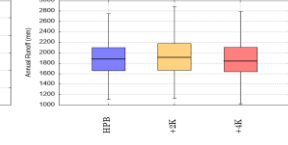
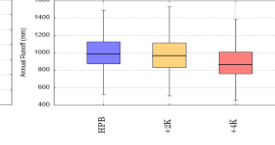
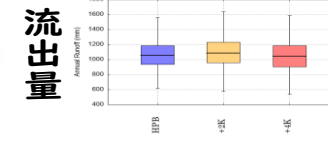
石狩川



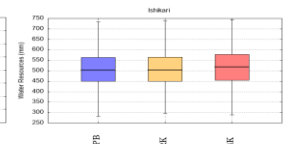
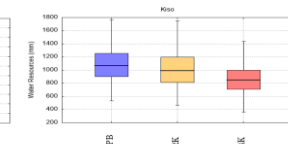
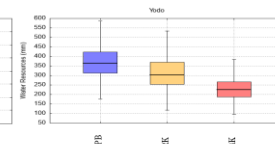
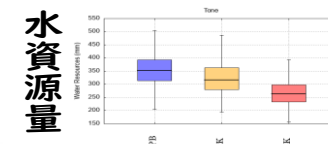
蒸発散量



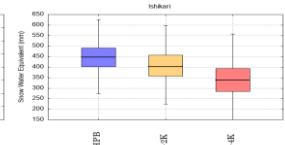
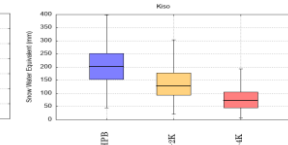
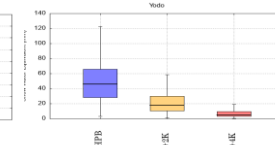
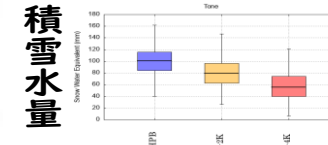
流出量



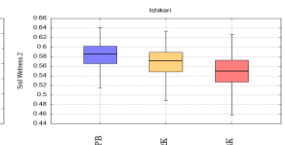
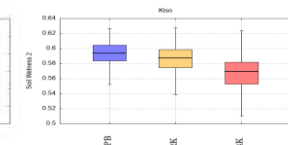
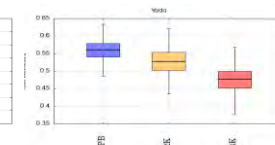
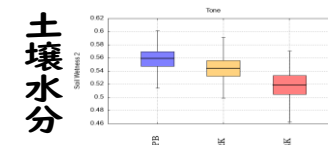
水資源量



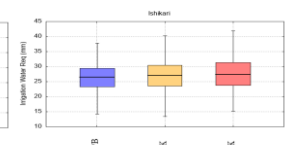
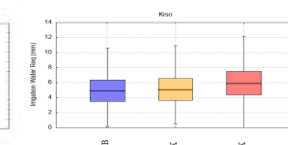
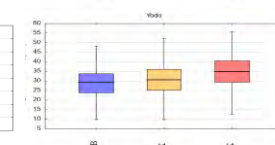
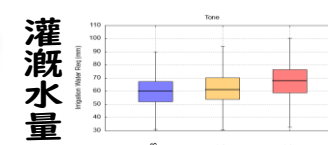
積雪水量



土壌水分

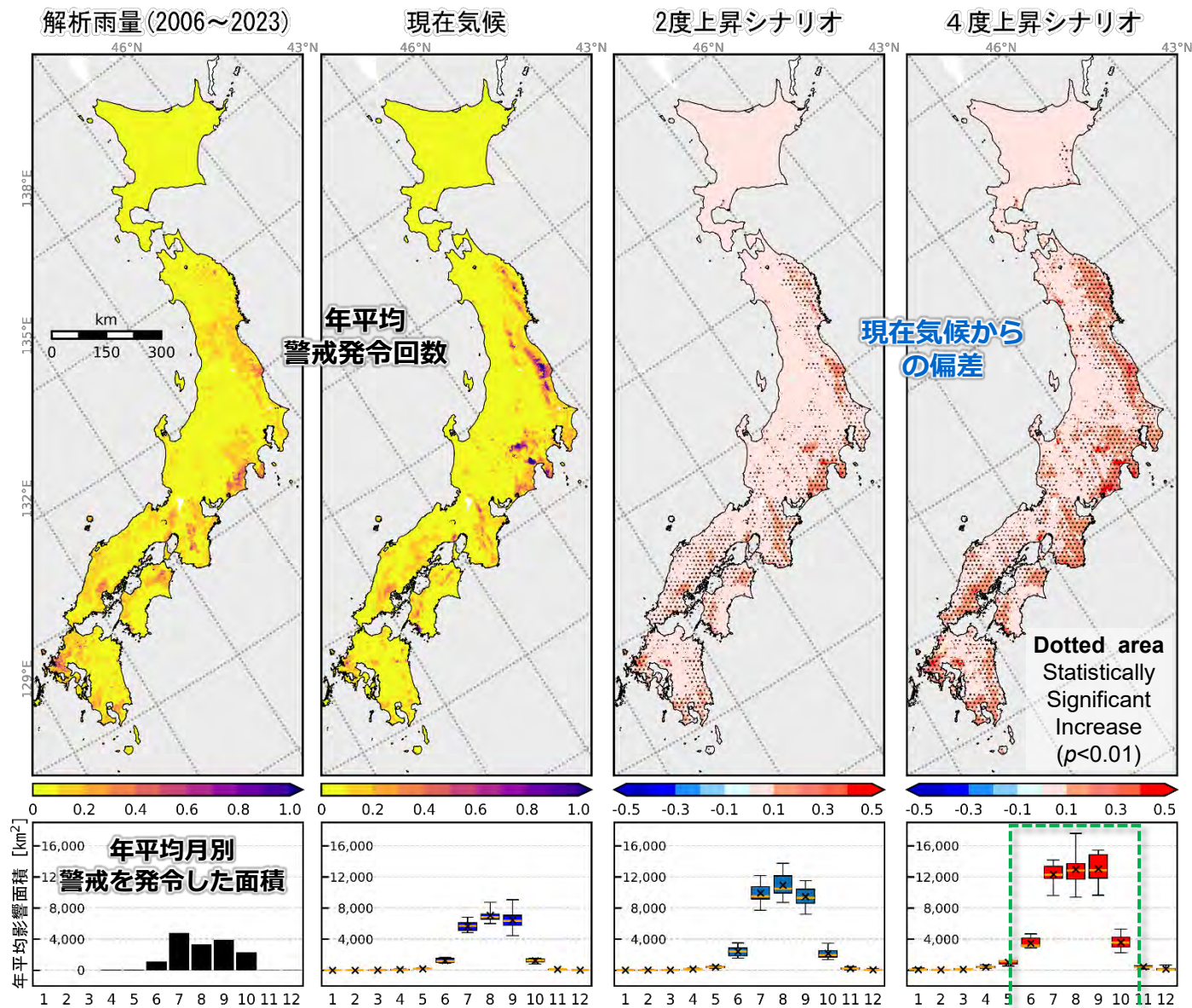


灌漑水量

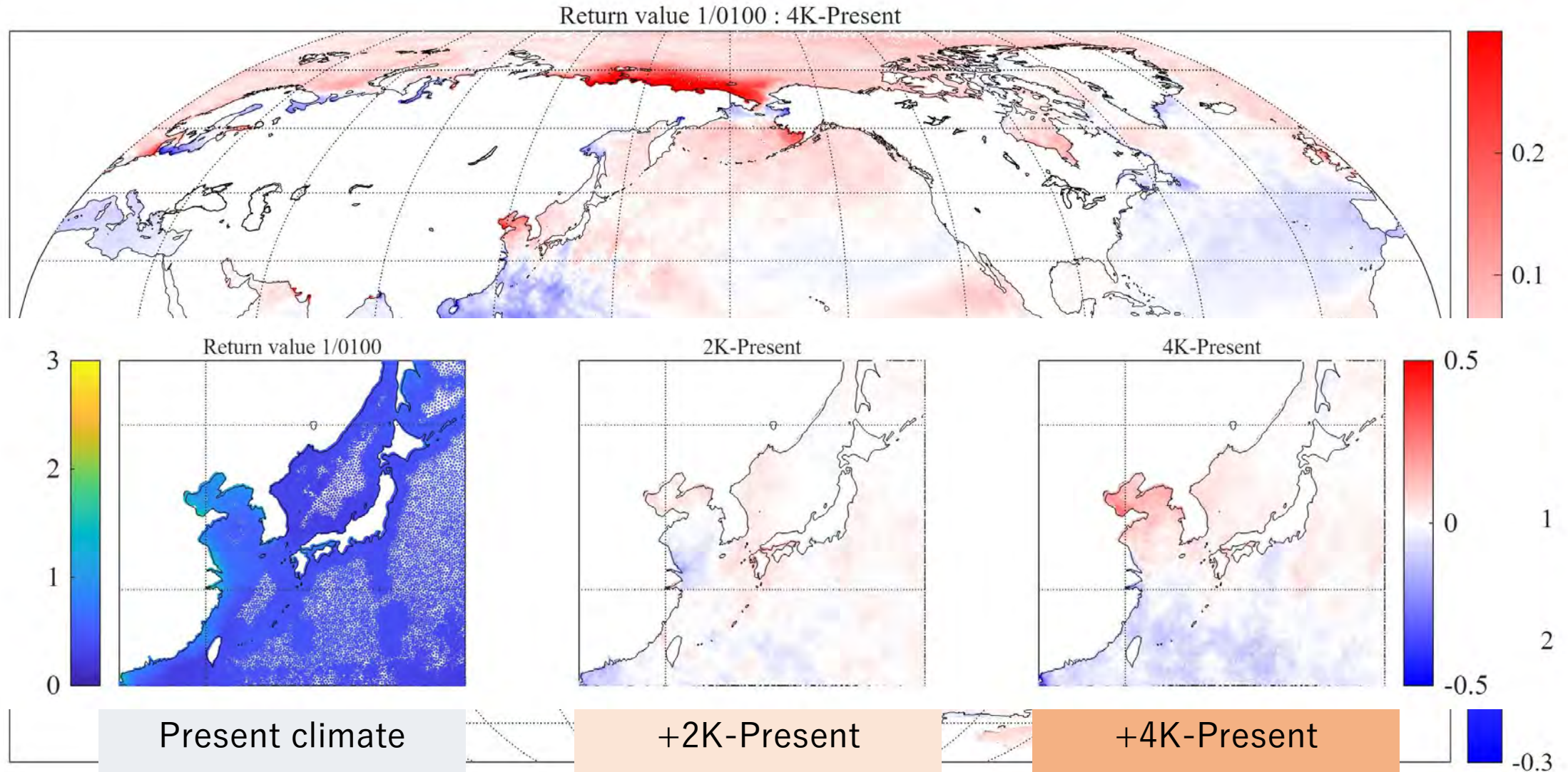


土砂災害警戒情報の時空間分布

- 気候シナリオ
 - d4PDF 5km DS
- モデル
 - CLモデル（気象庁に準拠）



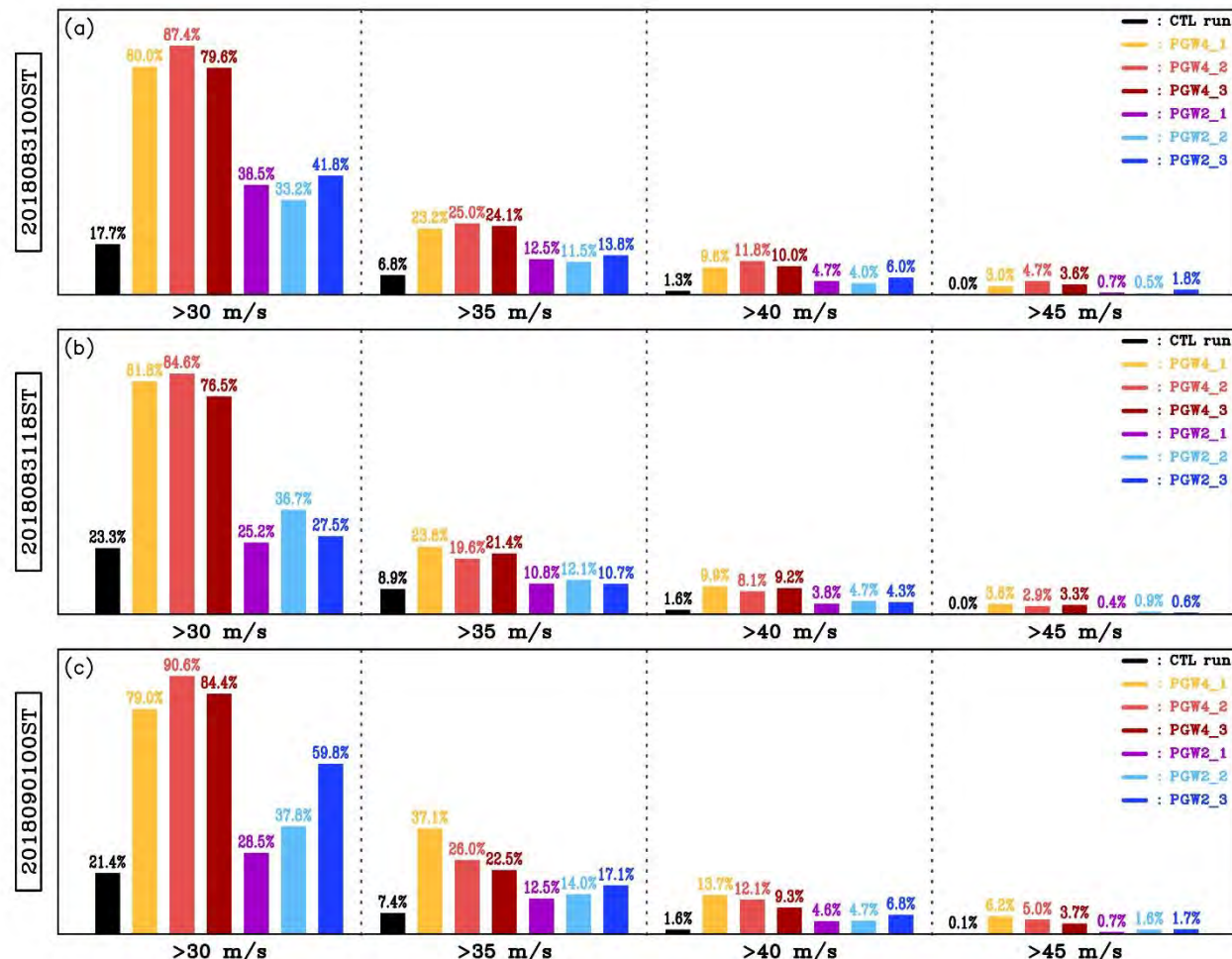
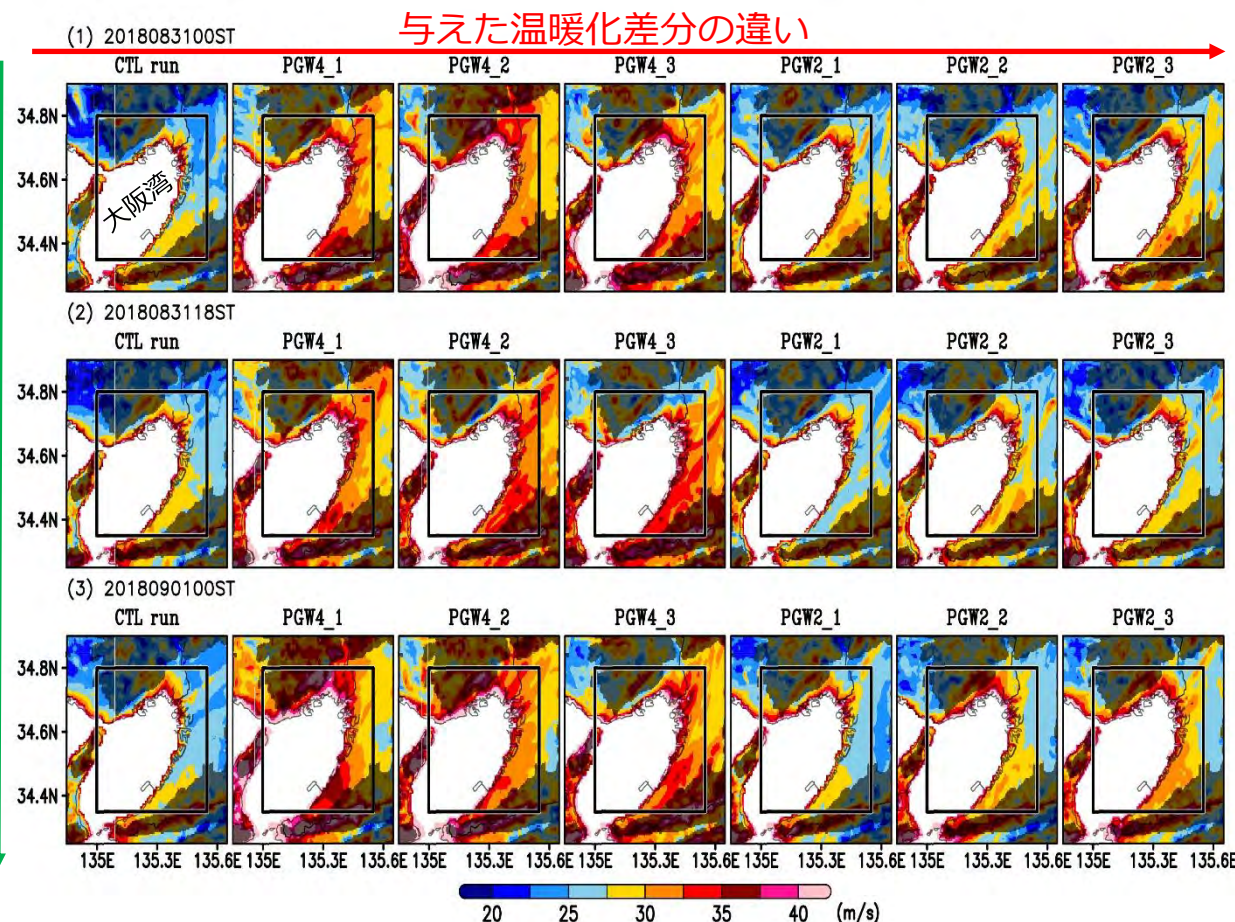
再現年数1/100年の高潮の将来変化：+4K



大阪湾周辺における台風JEBIの疑似温暖化実験

図：左図の黒枠内において期間最大風速の閾値

初期時刻の違い

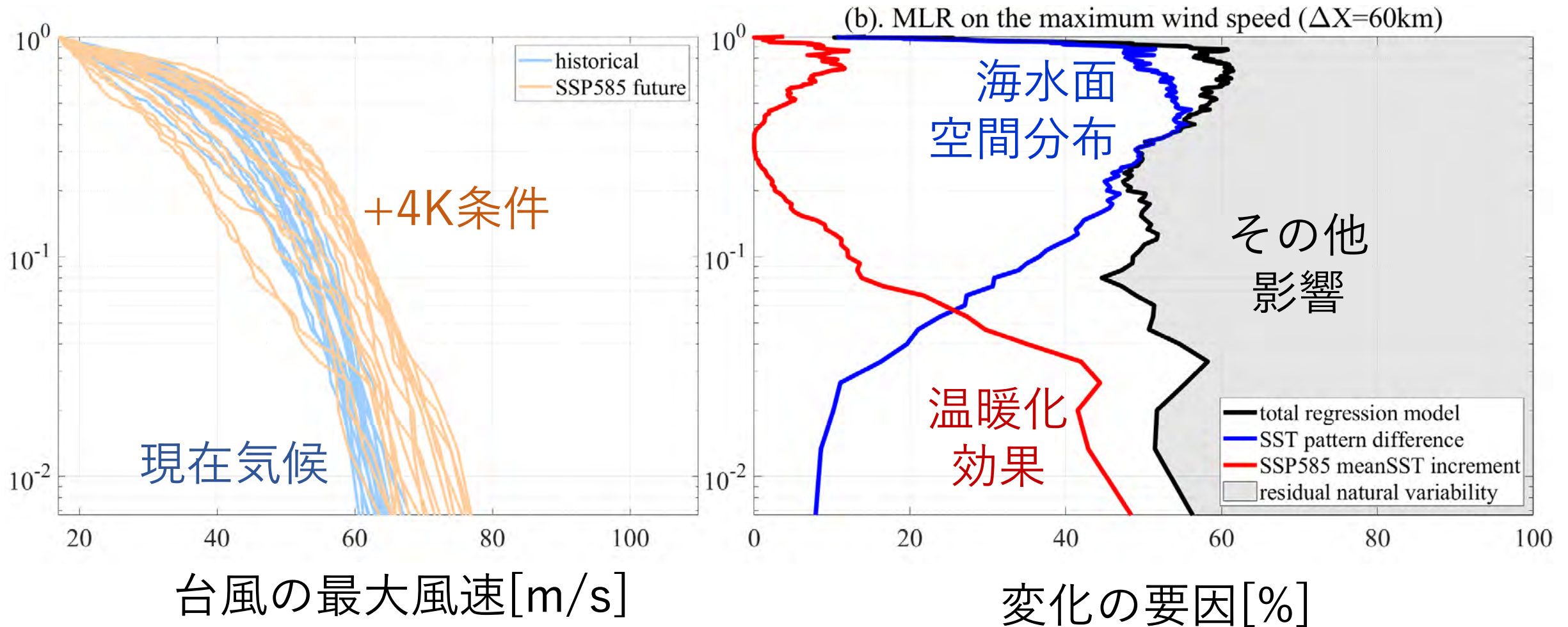


将来気温が4℃上昇すると、台風JEBIによる顕著な暴風リスクは急激に増大する

(45 m/sを超える領域の割合：CTLでは<0.1%、PGW2では0.4-1.8%、PGW4では2.9-6.2%)

台風将来変化の要因と自然変動の量的評価

自然変動は大事！



気候予測データセット/DIASでのデータ公開

DS2022 気候予測データセット

TOP データセット 解説書 用語集 PDF

DATASET

気候予測データセット

TOP → データセット紹介 → 全域及び日本域波浪予測データ

全域及び日本域波浪予測データ

データセット概要

全球気候予測データ(データセット1)の風速場を外力として波浪モデルを駆動し実施した全球波浪変化予測データセットである。

モデル名

▪ スペクトル型波浪モデルWAVEWATCH III

実験構成

実験名	内容
KUwave_SPA_[m01, m02, m03]	20世紀末実験

当データセット解説(解説書第二章) PDF

データダウンロード

気候予測データセット2022 (DIAS)

- d4PDF全球 台風トラックデータ
- d4PDF全球 爆弾低気圧トラックデータ
- 日本領域高解像度波浪予測
 - シナリオ実験：RCP2.6, RCP8.5

気候予測データセット2027? (DIAS)



- d4PDFv2 大気
- d4PDFv2 海洋
- d4PDF 5km DSにもとづく全国確率洪水流量データ
- (準備中) d4PDF/v2 高潮データ
- (準備中) d4PDF/v2 波浪データ
- 他

必要な気候情報：現在

予測レポート

予測データ

- 海面上昇 ↑
 - IPCC AR6
- 台風 ↑ ・ 低気圧 →
 - 日本の気候変動2025 気候変動データ2022 (温暖化レベル)
- 大雨 ↑
- 日本の気候変動2025 気候変動データ2022 (温暖化レベル)
- 河川流量 ↑
- 日本の気候変動2025 研究ベース (温暖化レベル)

必要な気候情報：将来

予測レポート

- 海面上昇 ↑
 - IPCC AR6
- 台風 ↑ ・ 低気圧 →
 - 日本の気候変動2025
- 大雨 ↑
 - 日本の気候変動2025
- 河川流量 ↑
 - 日本の気候変動2025

予測データ

IPCC AR7

気候変動データ202X (温暖化レベル+**時間変化**)

気候変動データ202X (温暖化レベル+**時間変化**)

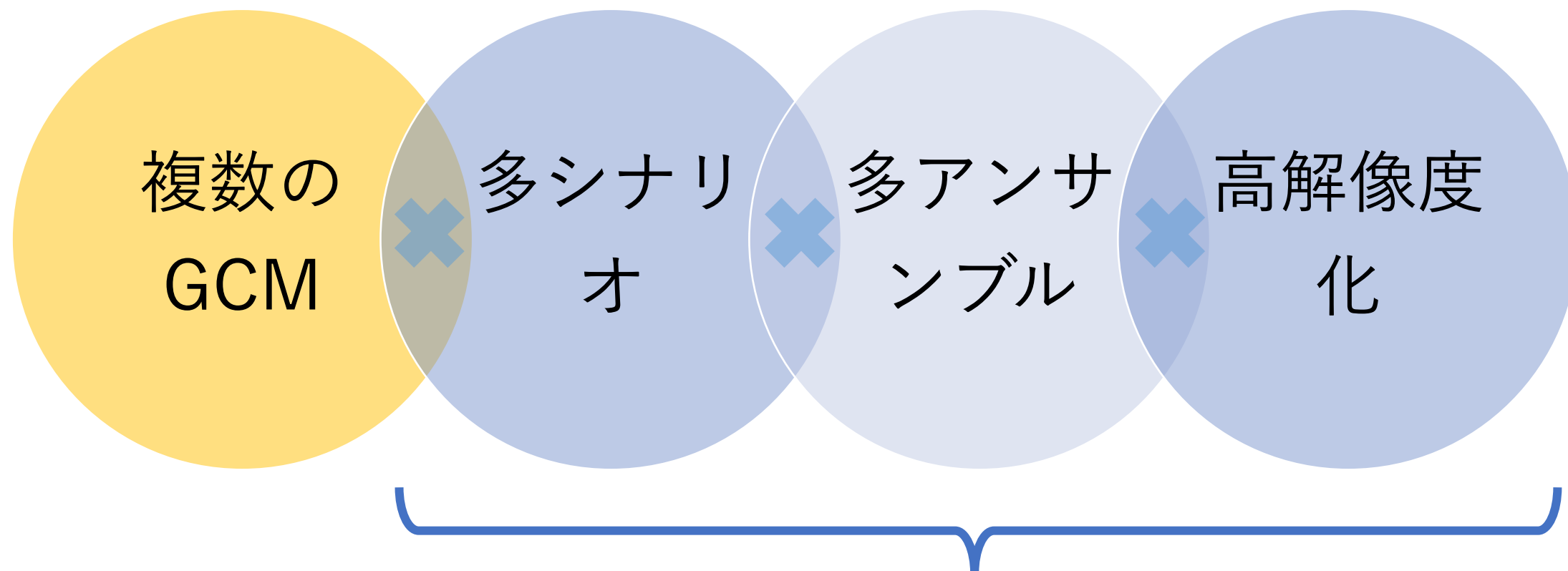
気候変動データ202X (温暖化レベル+**時間変化**)

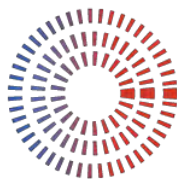
これで十分？



適応策の理想的な未来？

自然変動評価
モニタリング
...





Weather
Attribution
Center Japan

極端気象アトリビューションセンター

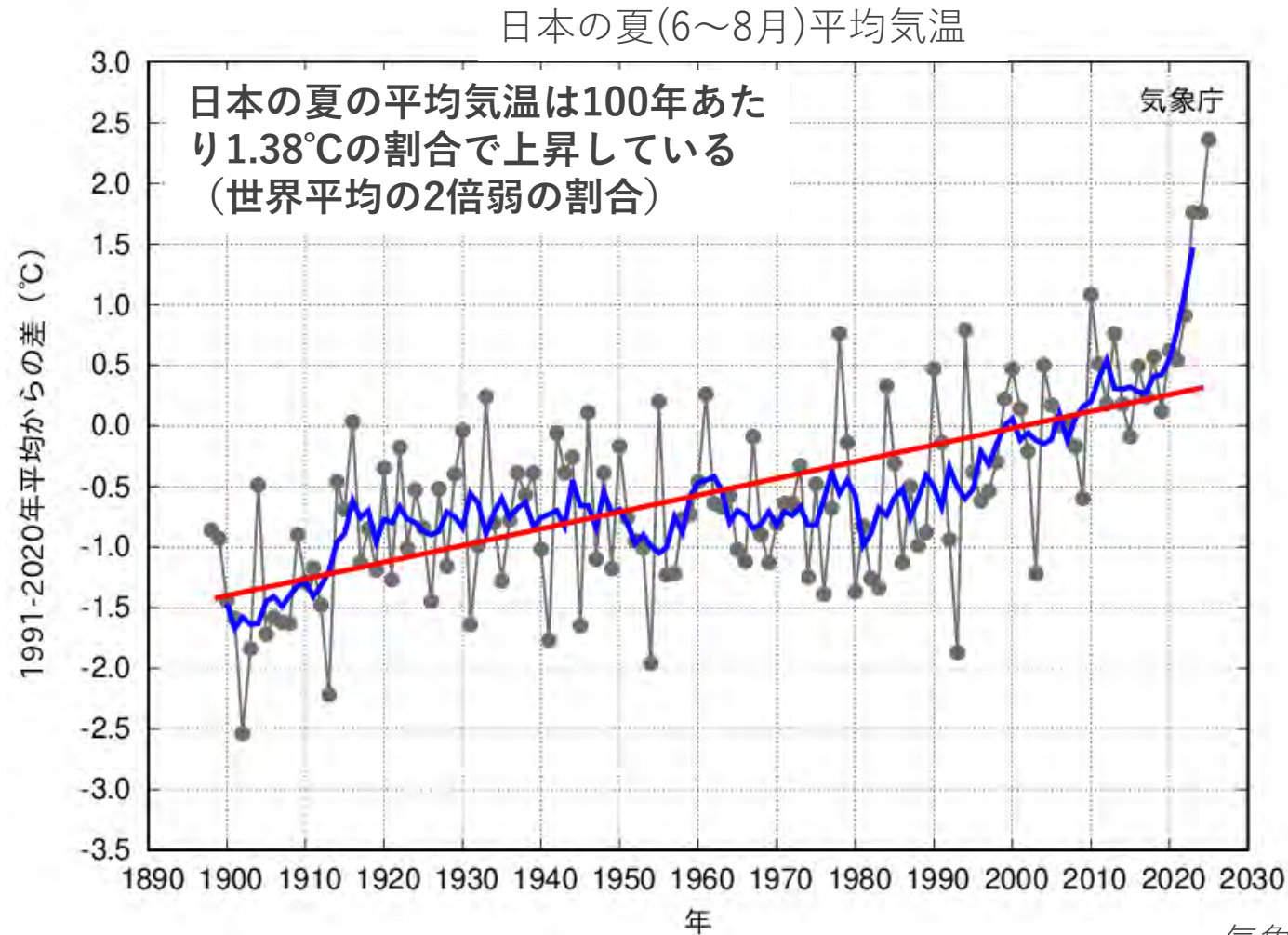
現在発現している気候変動影響 イベント・アトリビューション

森 信人

極端気象アトリビューションセンター

2025年猛暑

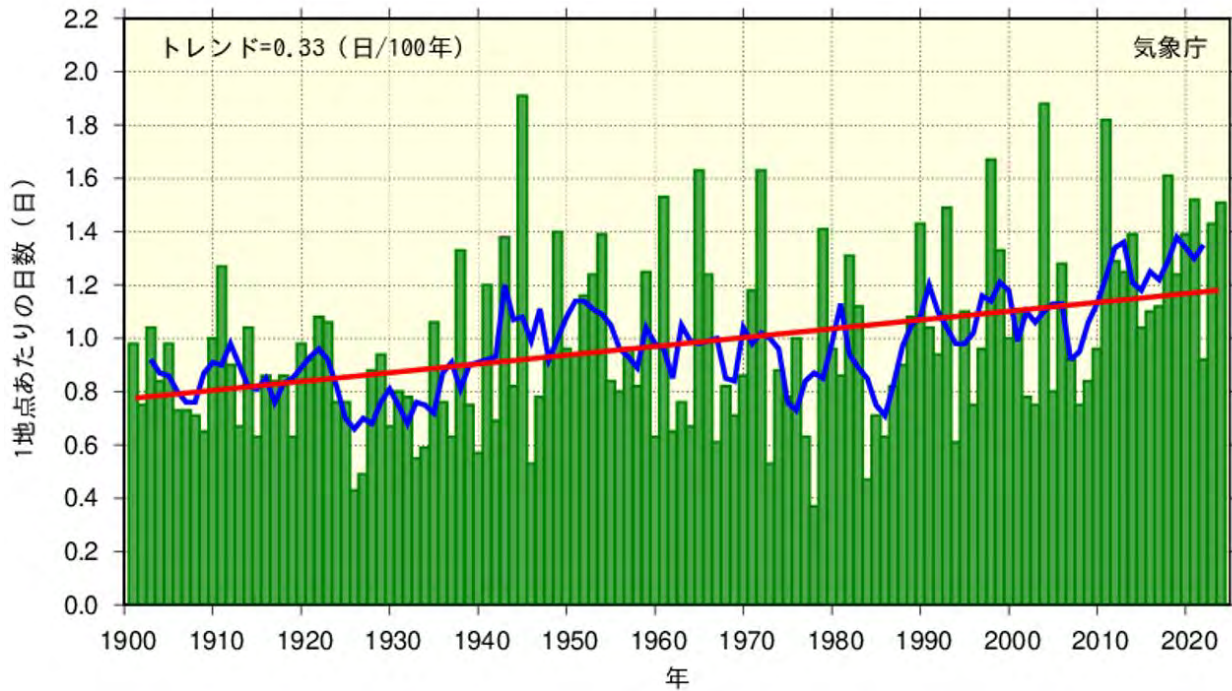
平年より2.36度高く、過去最高だった2023、2024年夏を上回った



日本の大雨も増加傾向

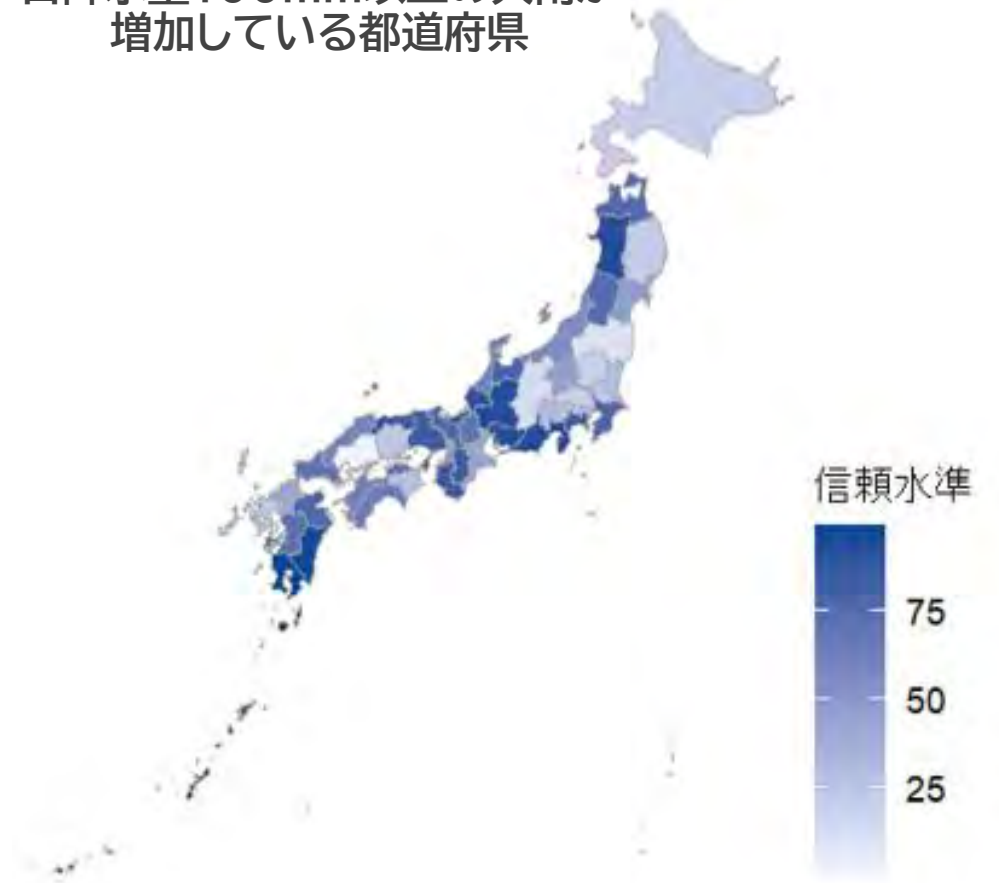
気温に比べると年々変動が大きいですが、大雨の日数や頻度は有意に増加している

日降水量100mm以上の年間日数



日本の気候変動2025

日降水量100mm以上の大雨が
増加している都道府県

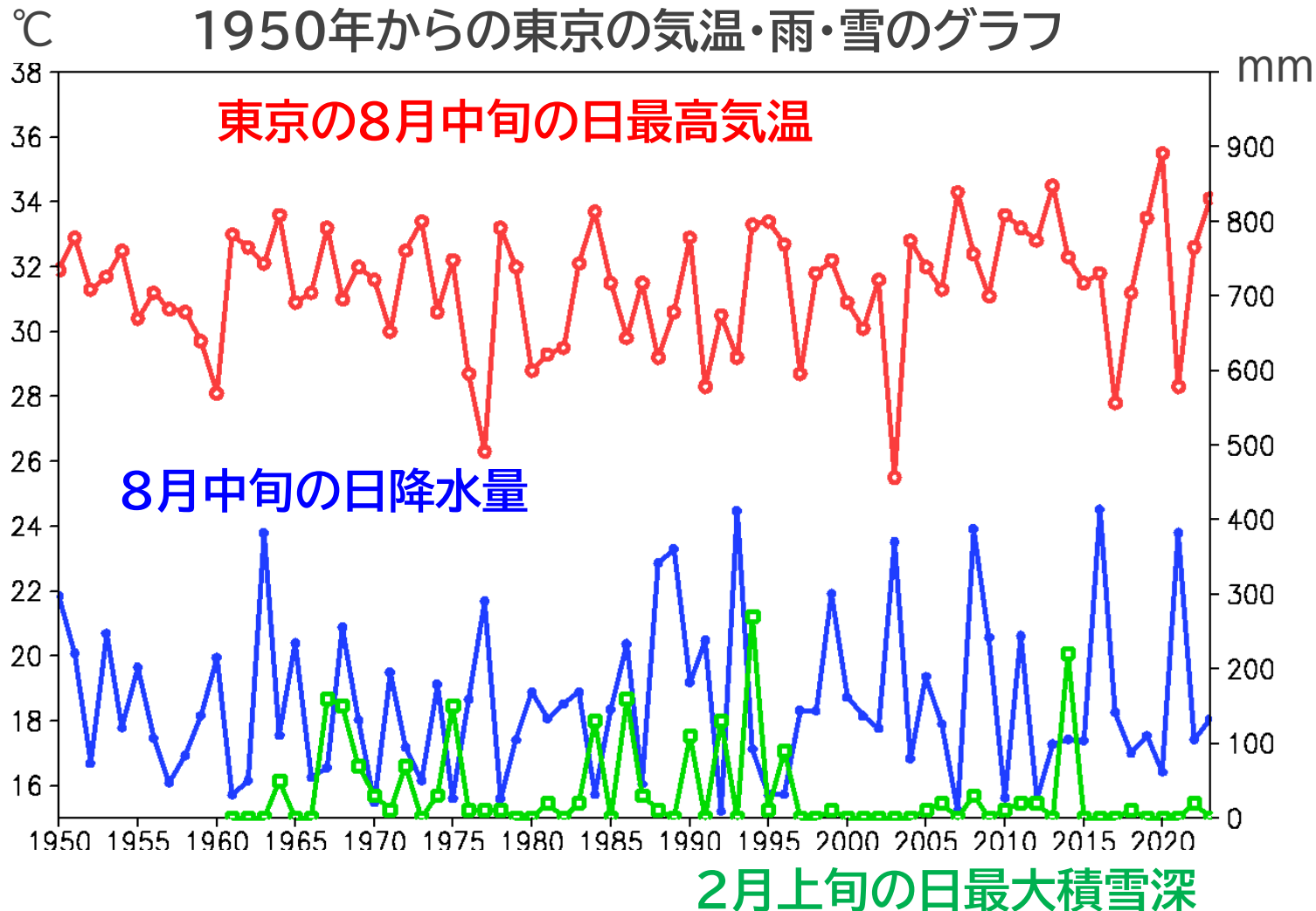


これって本当？

猛暑日も増え、大雨の日も
増えている…
こんなに日本が異常気象に
見舞われているのは
地球温暖化のせい
に違いない！！！！



しかし・・・温暖化がなくても異常気象は起こる



50年以上前(20世紀中盤)にも
高温や大雨は発生している

温暖化している現在でも
大雪は発生している

気象の指標によっては
明瞭なトレンドがない
場合もある

極端気象アトリビューションセンター(WAC)

日本に特化した迅速EAの新技术を採用 日本における迅速な情報発信の取り組み

- ・ 気候変動・極端気象の専門家による中立なグループ
- ・ 科学的な精度を保ちつつ、迅速な分析結果を提供
- ・ 猛暑に関する要因分析、今後は大雨なども

研究者

研究で科学的
根拠を示す



メディア

事実を迅速に
社会に届ける



WACが報道関係各位と迅速に連携



NHKニュース(2025.05.20)

日本に特化した迅速EAの新手法を採用



- ✓ 極端現象発生の数日後に分析結果を公開
- ✓ 有志の研究者グループによる独自ブランド
現在、東京大学大気海洋研究所、京都大学防災研究所の研究者をはじめとする国内EA研究の第一人者が参加
- ✓ 文科省気候変動予測先端研究プログラムや海洋研究開発機構(JAMSTEC)とも連携
- ✓ 報道関係者に向け情報を通知

「この異常気象は温暖化のせい？」に科学的に答える

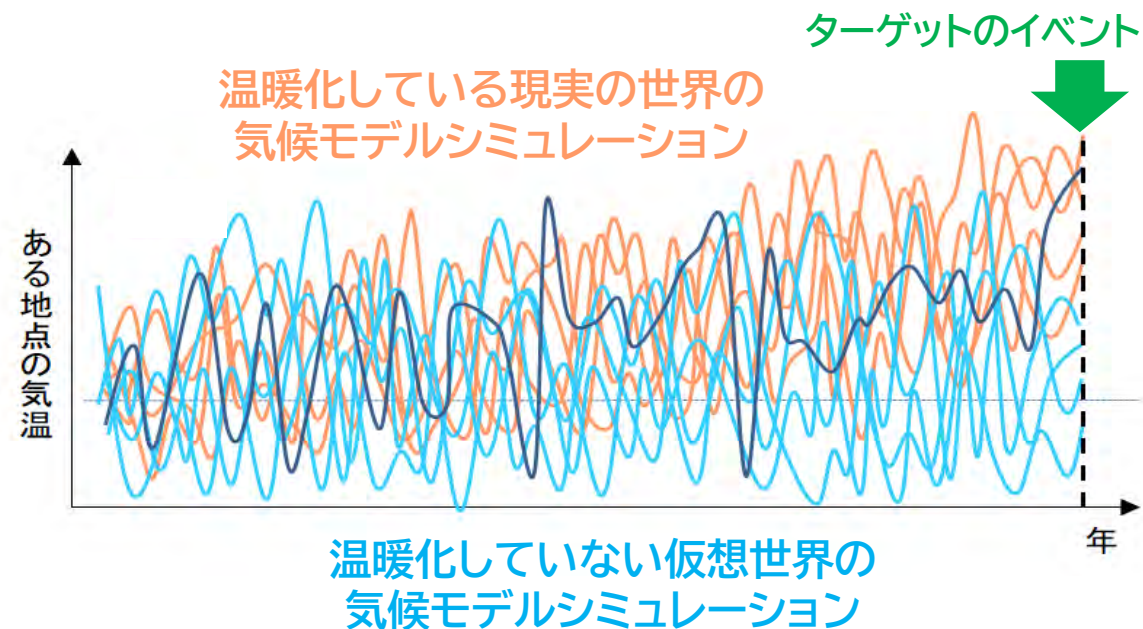
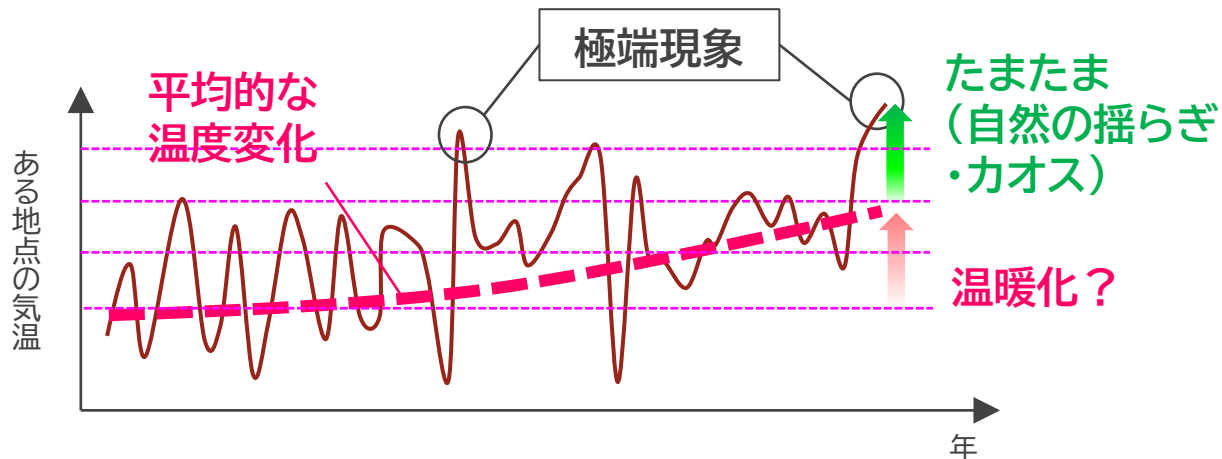
個別の極端気象「イベント」の要因を分析する＝イベント・アトリビューション

個々の異常気象はあくまで大気の偶然の揺らぎ

気候モデルによる大量の実験で比較

「この異常気象は温暖化のせいですか？」
という質問に科学的に答えることが難しかった

目の前の異常気象イベントの発生確率が、
温暖化に起因するかの、確率を比較する



日本のイベント・アトリビュション研究

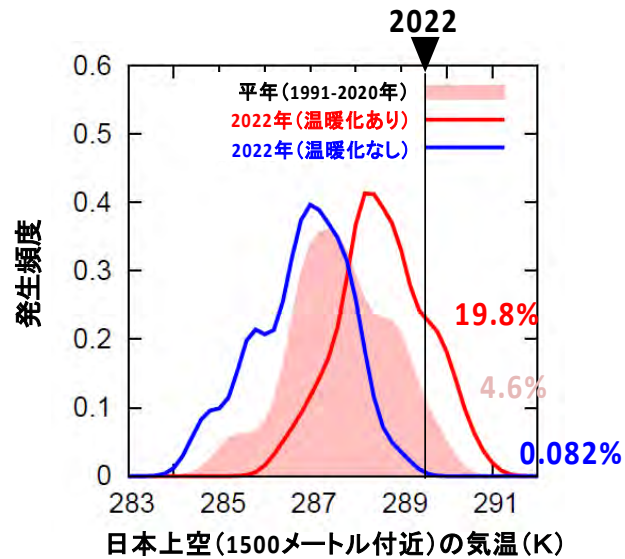


d4PDF

database for Policy Decision making for Future climate change

2010猛暑を契機に開始、現在までに15年の研究の蓄積がある分野

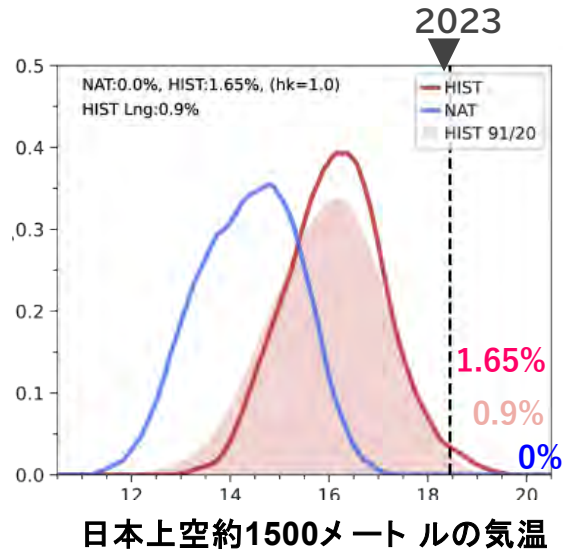
2022年6月下旬～
7月初めの猛暑



温暖化で発生確率が約240倍

2022.9.6

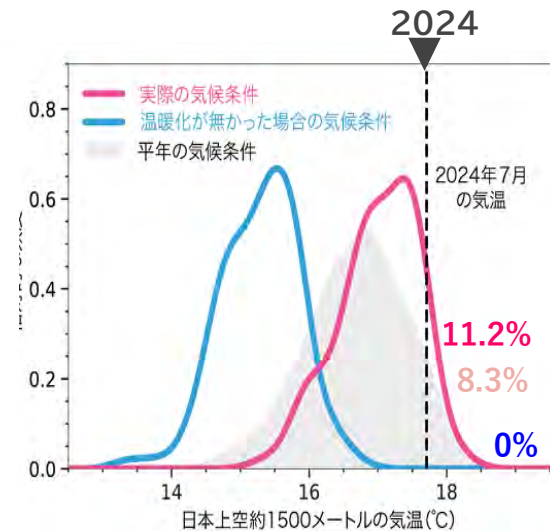
2023年7月下旬～
8月上旬の猛暑



温暖化がなければ
起こり得なかった

2023.9.19

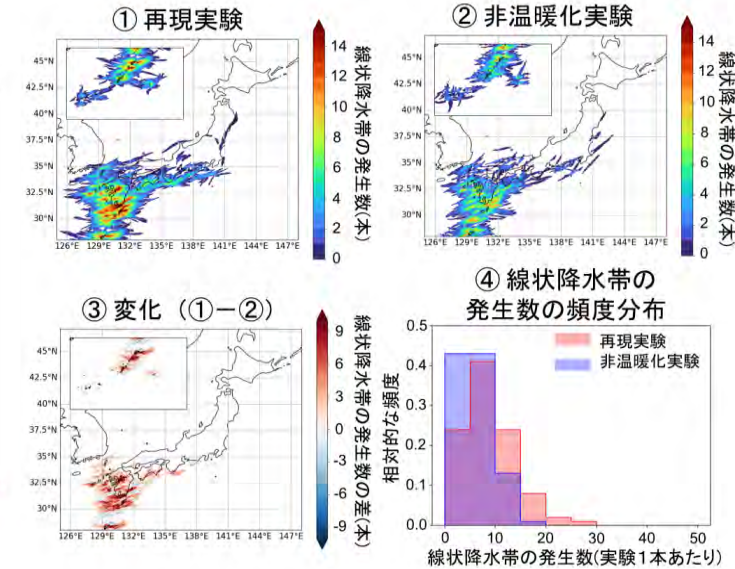
2024年7月の猛暑



温暖化がなければ
起こり得なかった

2024.9.2

2023年6月～
7月上旬の大雨

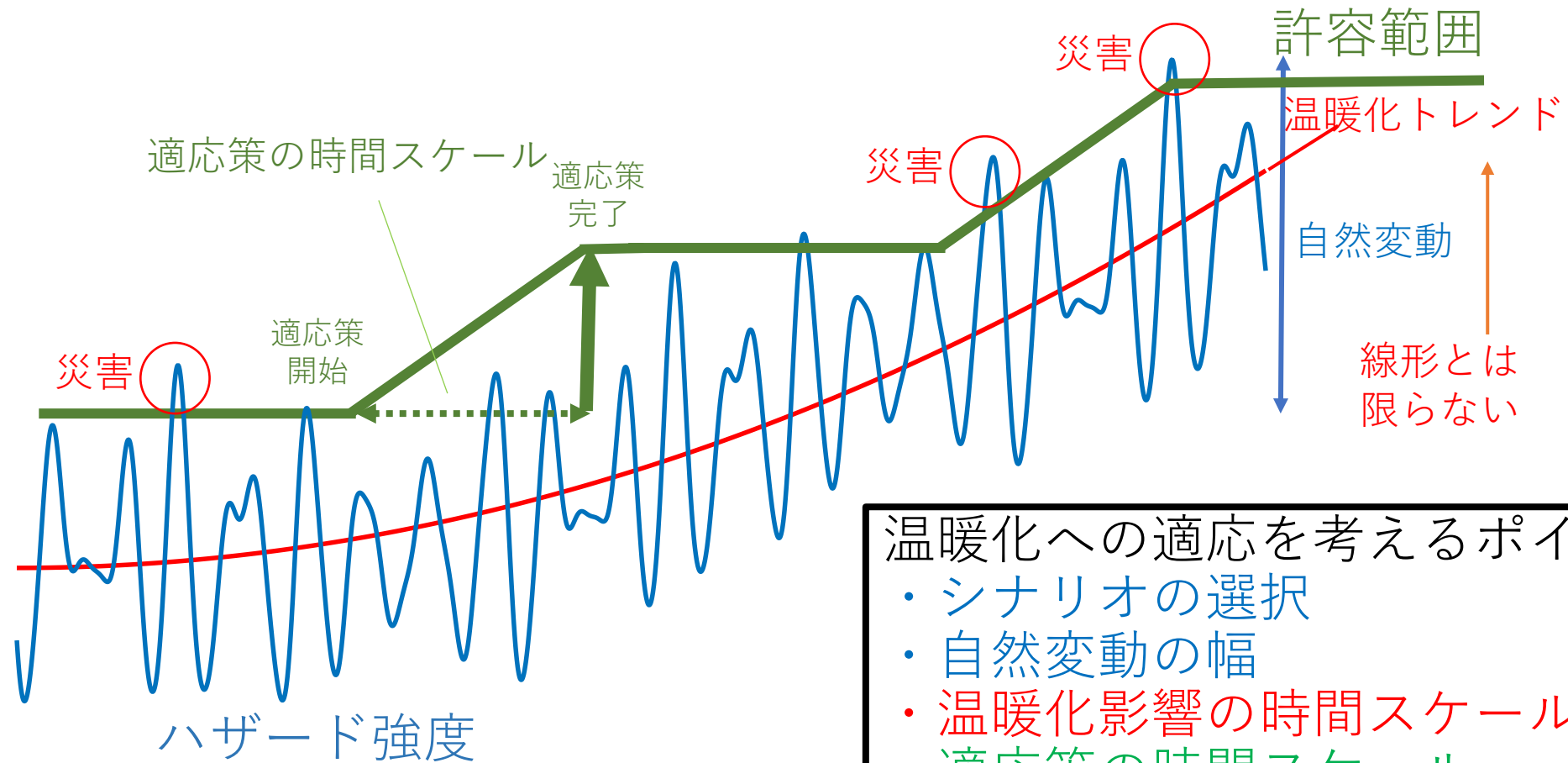


線状降水帯の発生数が1.5倍に

2023.9.19

温暖化に対する順応的適応策の考え方

ハザード強度とその時間スケールが重要



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

温暖化に順応的な施設設計の考え方

温暖化予測

• シナリオ選択

- 短期的にはどのシナリオも同等だが、2050年以降は差が開く
- 上振れ・下振れリスク

• 予測不確実性

- 予測幅をどの程度考慮するのか

• 温暖化時間スケール

- 世紀末になるほど変化量も不確実性も増加
- 大気と海洋で異なる時間スケール

施設設計

• 施設の拡張性

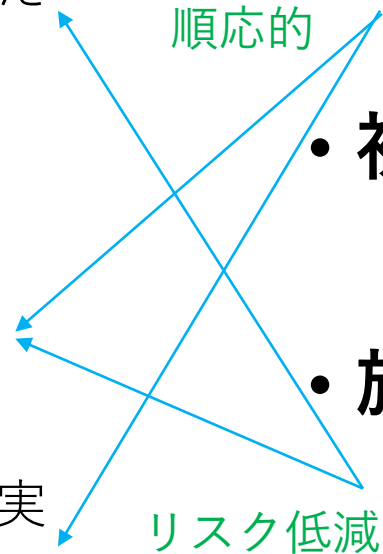
- 段階的な更新は可能か
- 初期・拡張コスト
 - どちらが安価か

• 施設重要度

- 設計外力が超過したときに何が生じるか

順応的

リスク低減



まとめ

IPCC⇔国内研究の道筋と課題

- 道筋
 - 地球・アジアスケールの評価はIPCC
 - 日本の予測は日本で行う必要がある
 - 多様な将来への対応
 - 排出シナリオ・予測モデルの多様性・アンサンブル数・予測モデルの空間解像度
- 課題
 - 台風・線状降水帯の予測精度
 - 多シナリオへの対応
 - 含むオーバーシュートシナリオ

今後の展望

- IPCC次期報告書AR7
 - 第1作業部会
 - 極端かつ領域の話題が進展
 - オーバーシュートシナリオ
 - 第2作業部会
 - 適応が全面的に、テクニカルガイドラインも見直し
- 国内
 - 高度な予測情報の創出
 - 極端現象の評価
 - 10年毎変化（海面上昇/台風・高潮・波浪）
 - 影響評価から適応策（特にクリティカルインフラ）
 - 適応策に対する技術的革新の必要性

おわり

連絡先: mori@oceanwave.jp
www.coast.dpri.kyoto-u.ac.jp



文部科学省
気候変動予測先端研究プログラム
Advanced Study of Climate Change Projection (SENTAN)

防災
研究所



京都大学

参考資料

京都大学



KYOTO UNIVERSITY



用語一覧

- GCM 全球気候モデル
- AGCM (Atmospheric GCM)
 - 大気気候モデル
- AOGCM
 - 大気海洋気候モデル (単にGCMとも呼ばれる)
- RCM (Regional Climate Model)
 - 領域気候モデル
- 力学的ダウンスケーリング(DS)
 - RCMを用いて, GCMの一部の領域を詳細に計算すること
- 現在気候条件
 - 年平均気温等, 実際の過去に整合する仮想的な過去の気候条件
- タイムスライス実験
 - 現在と過去の20~30年の気候計算
- d4PDF
 - +4度一定の将来を仮定した5000年単位の気候計算データ
- MPI (Maximum Potential Intensity)
 - 可能最大台風強度
- 波浪モデル
 - 周波数と方向で構成される波浪スペクトルを時空間発展させるモデル
- 台風モデル/パラメトリック台風モデル
 - 中心気圧と台風半径で気圧分布が仮定される関数表現される台風モデル
- 確率台風モデル
 - 過去台風の移動特性, 強度変化をグリット毎に確率分布化し, モンテカルロ計算するモデル.