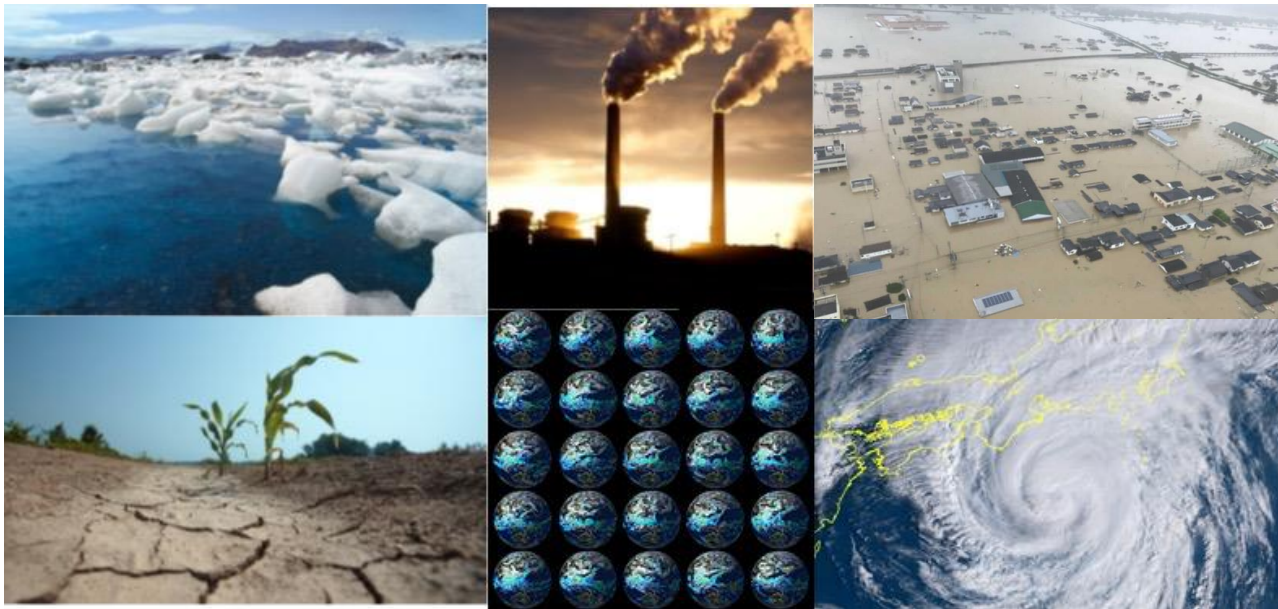


イベント・アトリビューションの最前線 —暑かった2023年を例に—



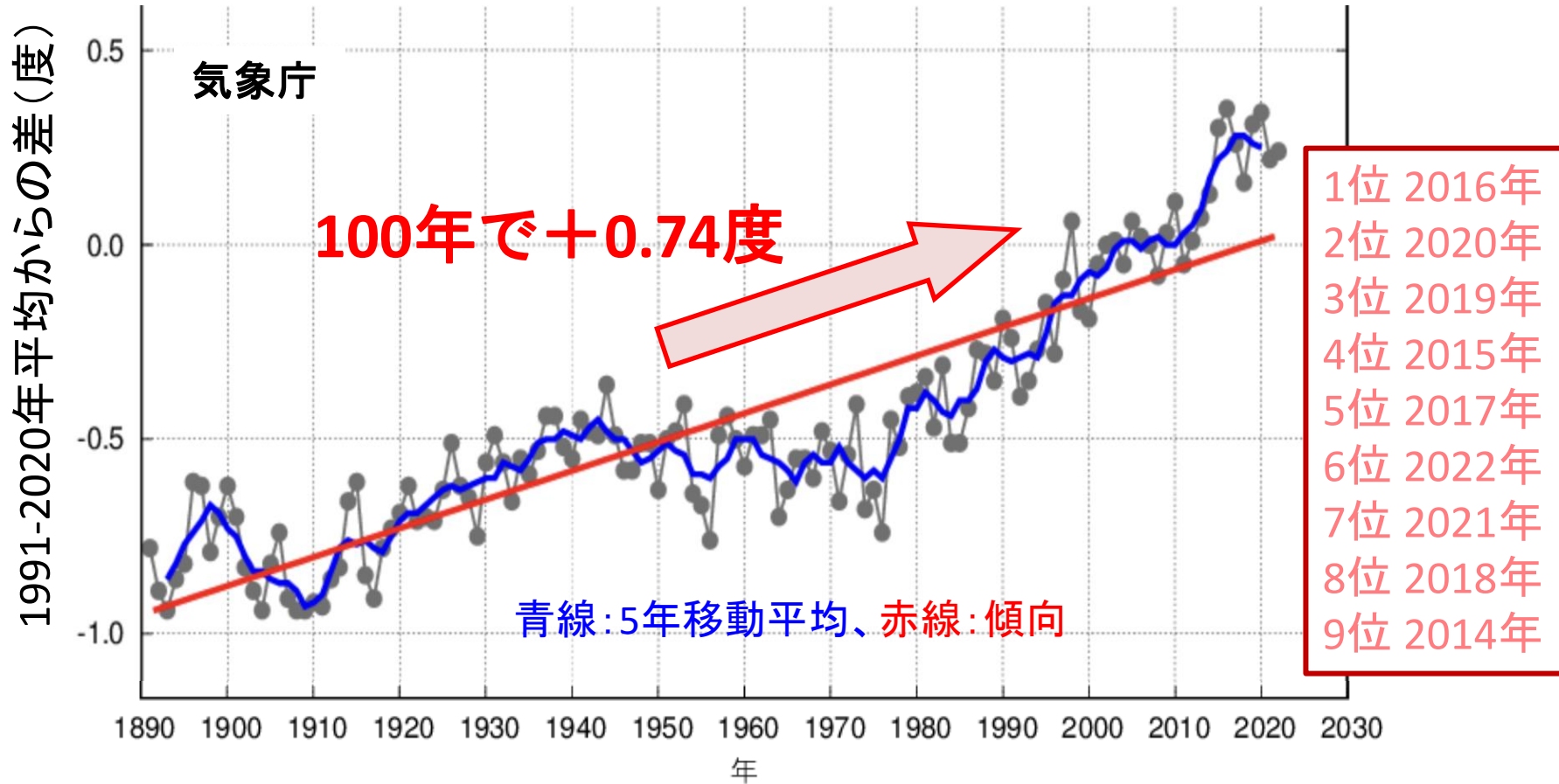
1. 地球温暖化と日本の異常気象の現状
2. 異常気象をシミュレーションする仕組み
3. イベント・アトリビューション
4. 将来の異常気象



1. 地球温暖化と日本の異常気象の現状

加速する地球温暖化：世界の気温

世界平均地上気温

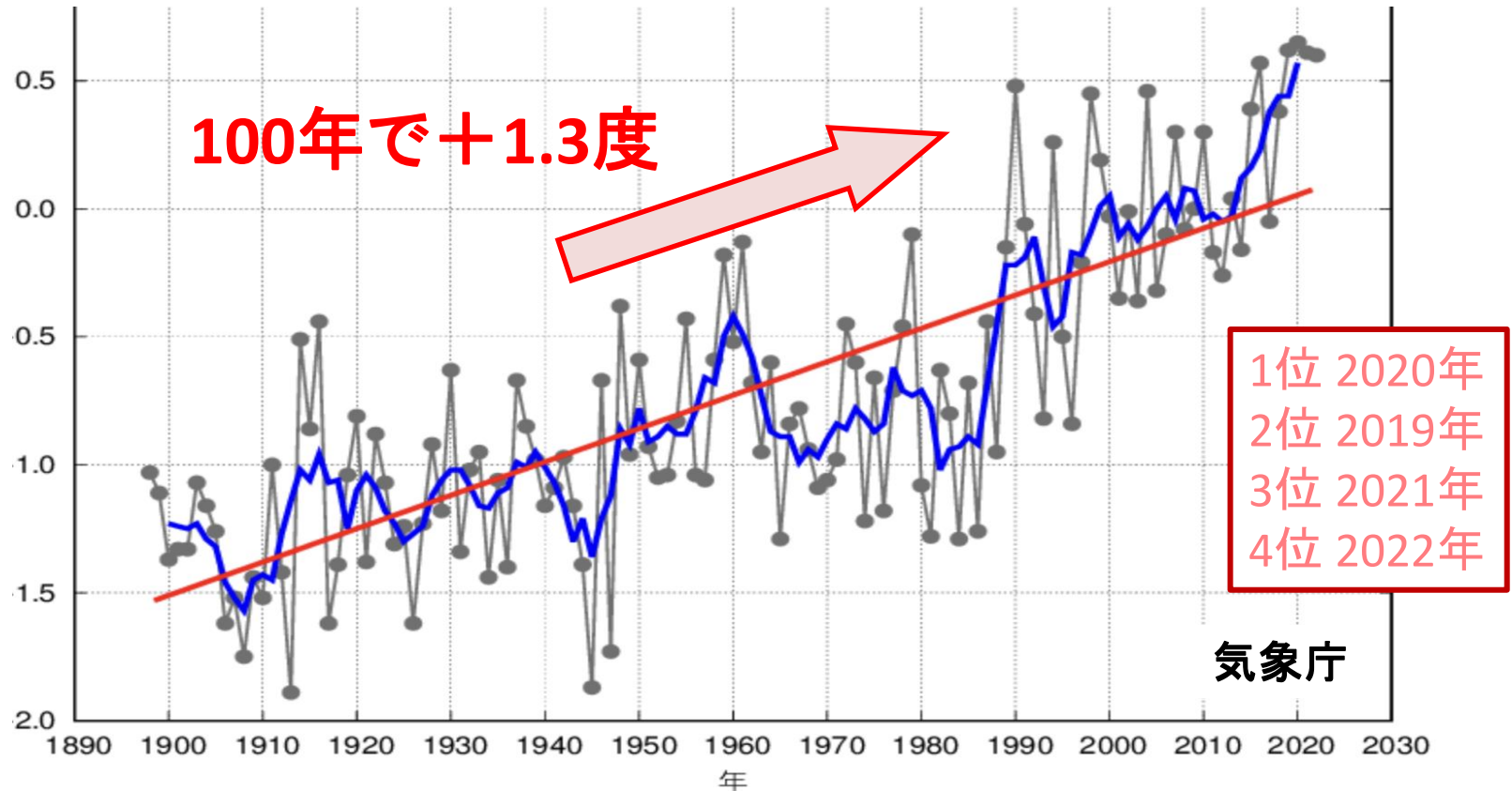


近年9年が上位9位を占める

加速する地球温暖化：日本の気温

日本の平均地上気温

※都市化の影響が小さい地点のみ



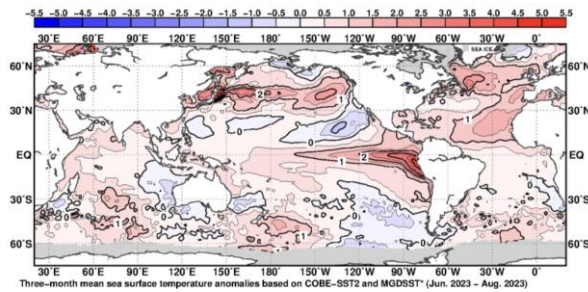
国内歴代最高気温は41.1度

(2020年8月17日 静岡県浜松市 2018年7月23日 埼玉県熊谷市)

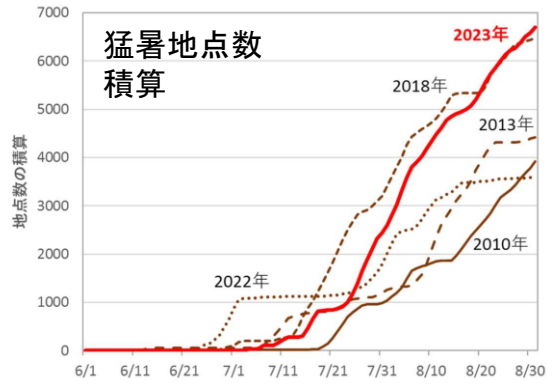
2023年の猛暑(日本&世界)

- ✓ エルニーニョ
- ✓ ラニーニャの名残
- ✓ 正のIOD
- ✓ 日本周辺の高温SST

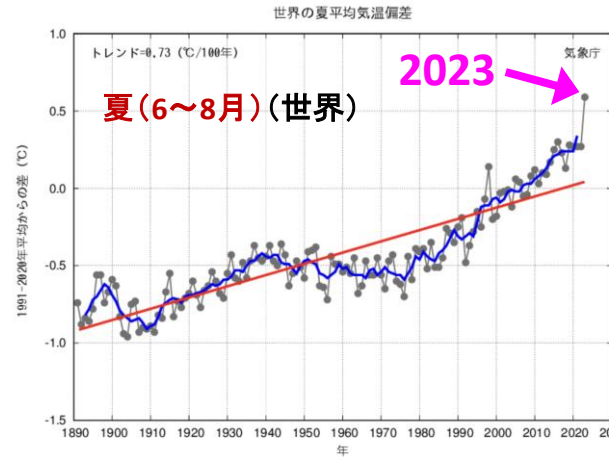
海面水温偏差(2023年夏)



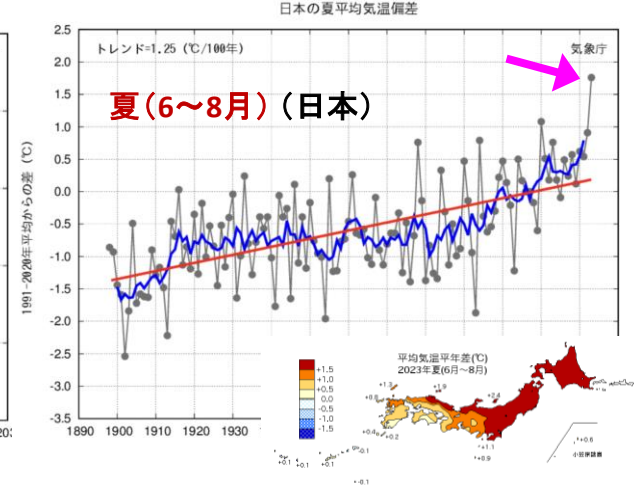
全国のアメダス地点で観測された猛暑日の地点数の積算



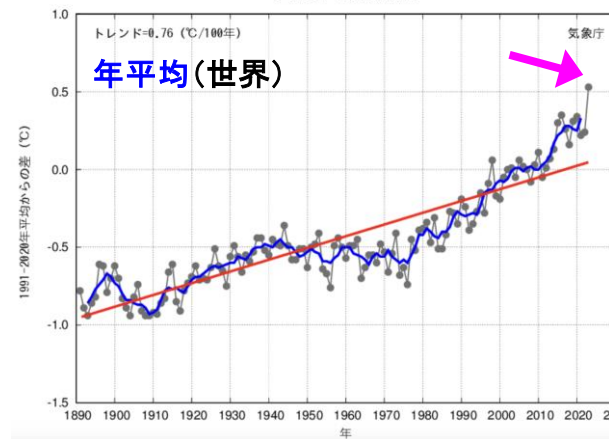
全球平均



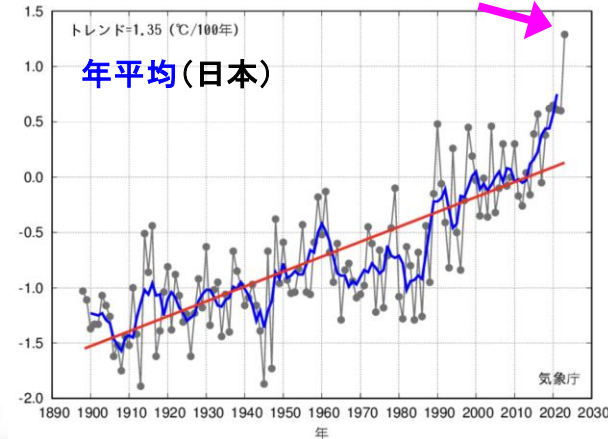
日本平均



世界の年平均気温偏差



日本の年平均気温偏差



平成20年以降に発生した豪雨

■ 近年の気象災害(気象庁が命名したもの)

- 平成20年8月末豪雨
- 平成21年7月中国・九州北部豪雨
- 平成23年7月新潟・福島豪雨
- 平成24年7月九州北部豪雨
- 平成26年8月豪雨
- 平成27年9月関東・東北豪雨
- 平成29年7月九州北部豪雨
- 平成30年7月豪雨
- 令和元年房総半島台風
- 令和元年東日本台風
- 令和2年7月豪雨

参考：顕著現象の報道発表資料一覧
(気象研究所 台風・災害気象研究部第二研究室)

<https://www.mri-jma.go.jp/Dep/typ/typ2/press.html>

※名前は付かなかったものの、近年も継続的に発生

令和3年

[7月] 静岡から神奈川西部の大雨(熱海で土石流)

[8月] 停滞前線により、西日本から東日本で大雨

令和4年

[8月] 北海道地方や東北地方及び北陸地方を中心に記録的な大雨

[9月] 台風第14号(九州)、第15号(静岡・愛知)による暴風、大雨等

令和5年

[6月] 梅雨前線及び台風第2号による記録的な大雨

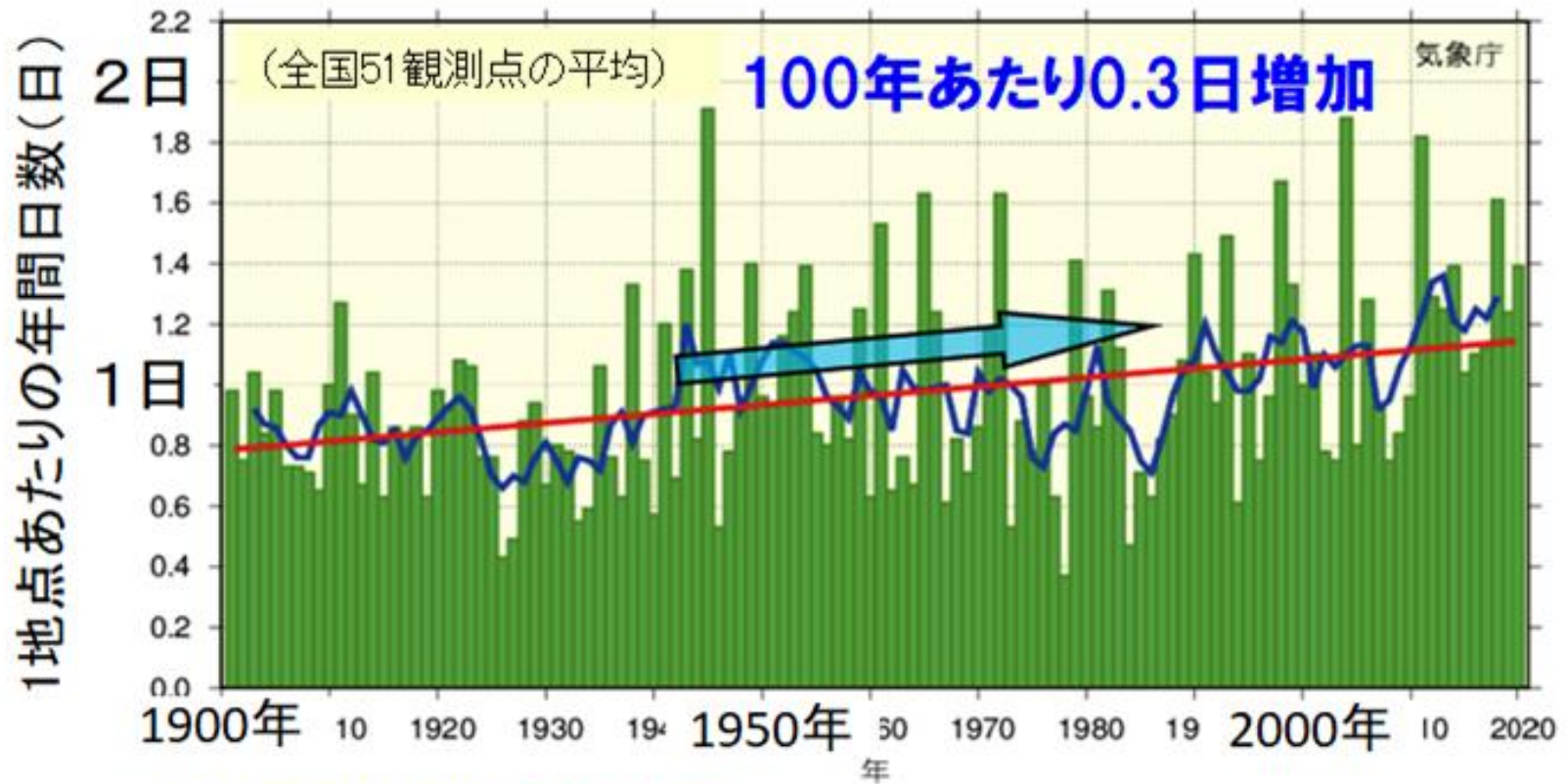
[9月] 関東甲信地方や東北太平洋側で台風第13号による大雨・線状降水帯

日本の大雨の増加

日降水量100mm以上の年間日数

気象官署等
1900年～

全国〔51地点平均〕日降水量100mm以上の年間日数



青線: 5年移動平均、赤線: 傾向

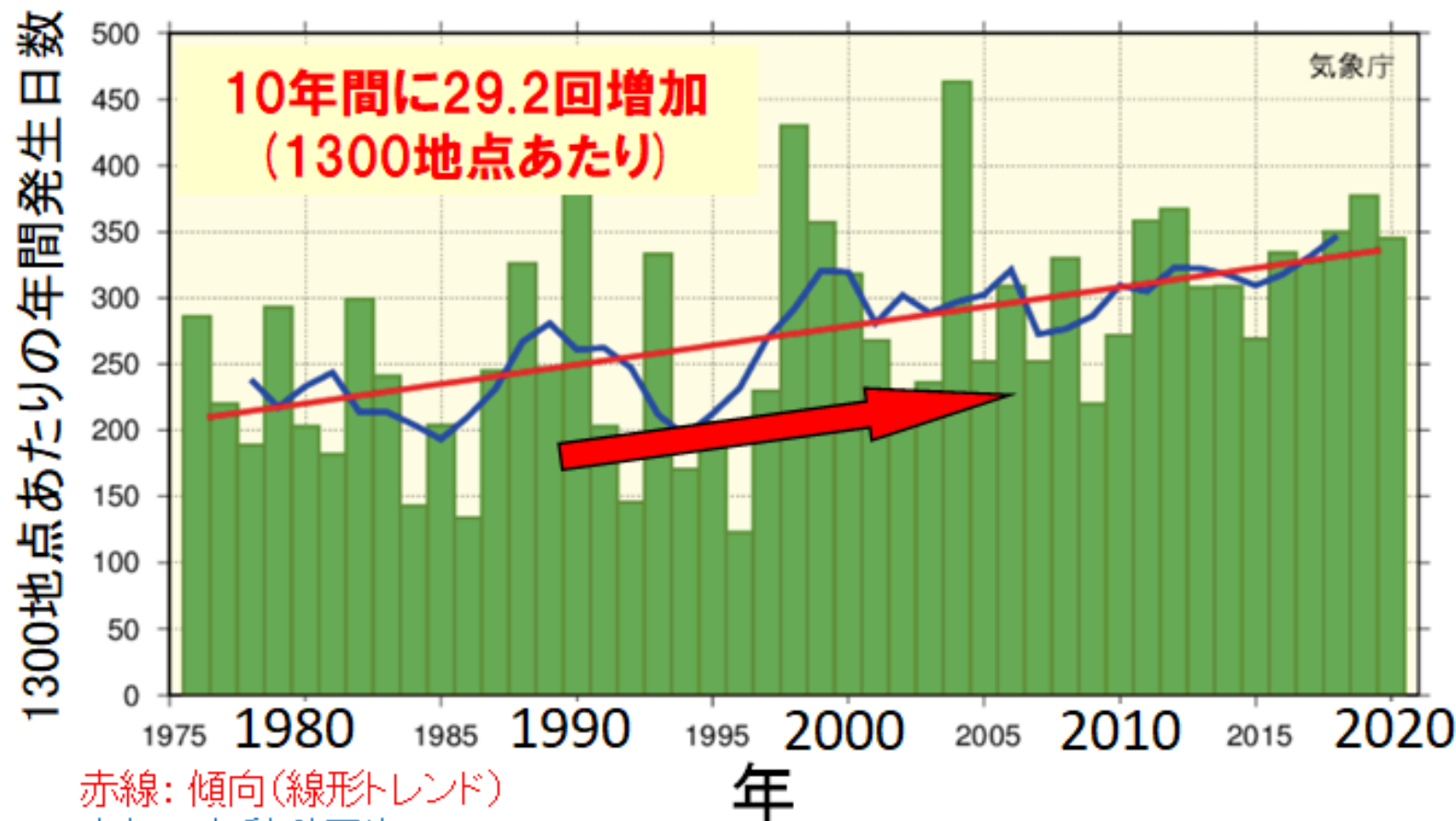
(気候変動監視レポート2020)

日本の大雨の増加

時間降水量50mm以上の年間発生回数

アメダス
1976年～

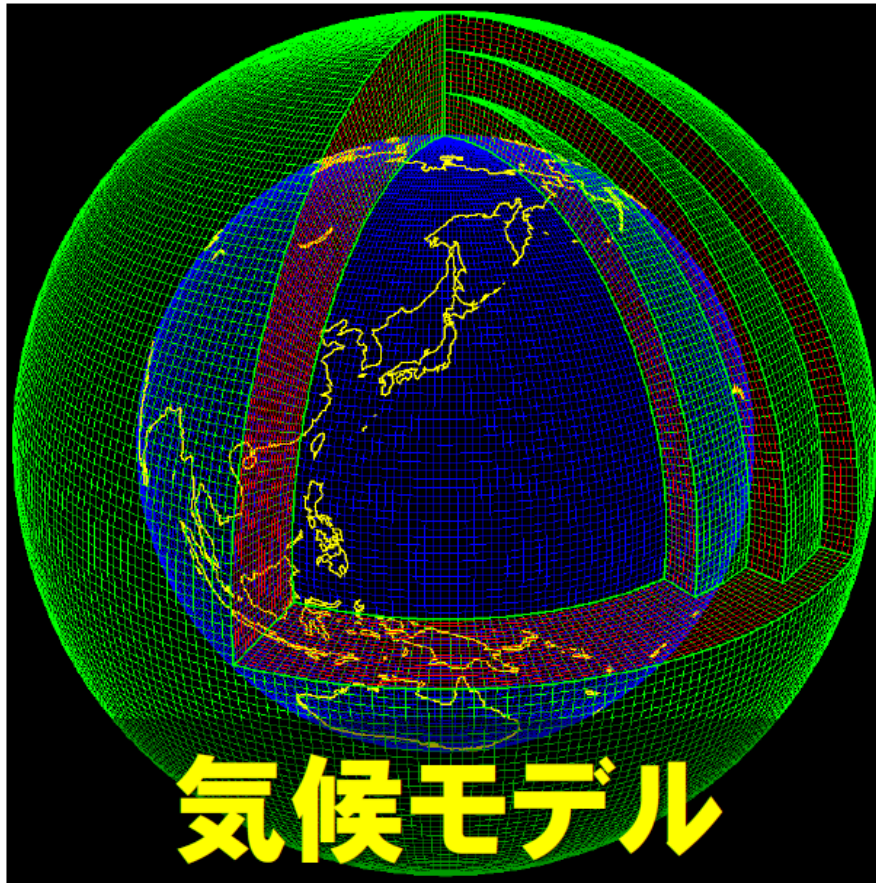
全国【アメダス】1時間降水量50mm以上の年間発生回数



(気候変動監視レポート2020)

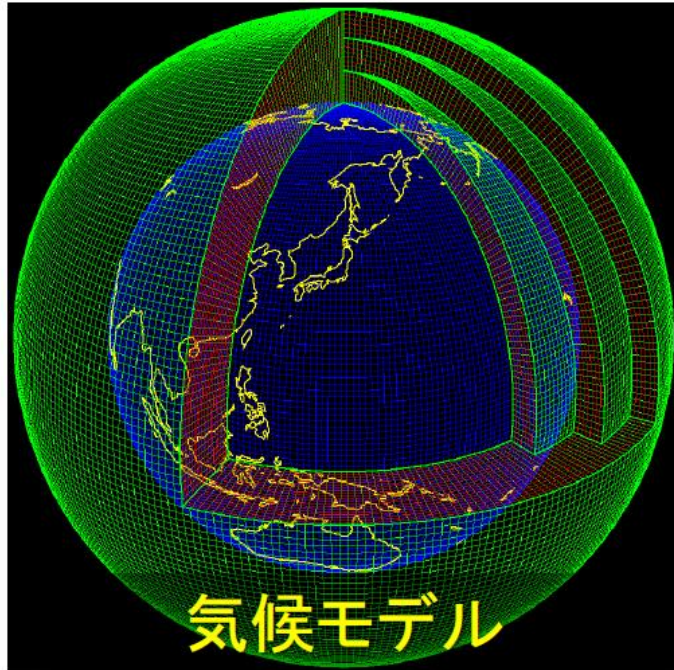
2. 異常気象をシミュレーションする 仕組み

気候モデルとは？



- ・ 大気と海を「**格子**」で分割。
- ・ **物理法則**をもとに計算。
- ・ 日々の天気予報で使っている**数値モデル**とほぼ同じ

気候モデルの仕組み



大気の流れを解く方程式

運動方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \omega \frac{\partial u}{\partial p} - f v + \frac{\partial \phi}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \omega \frac{\partial v}{\partial p} + f u + \frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$$

静力学平衡の式

$$\frac{\partial \phi}{\partial p} = -\frac{1}{\rho} = \alpha$$

質量保存則(連続の式)

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0$$

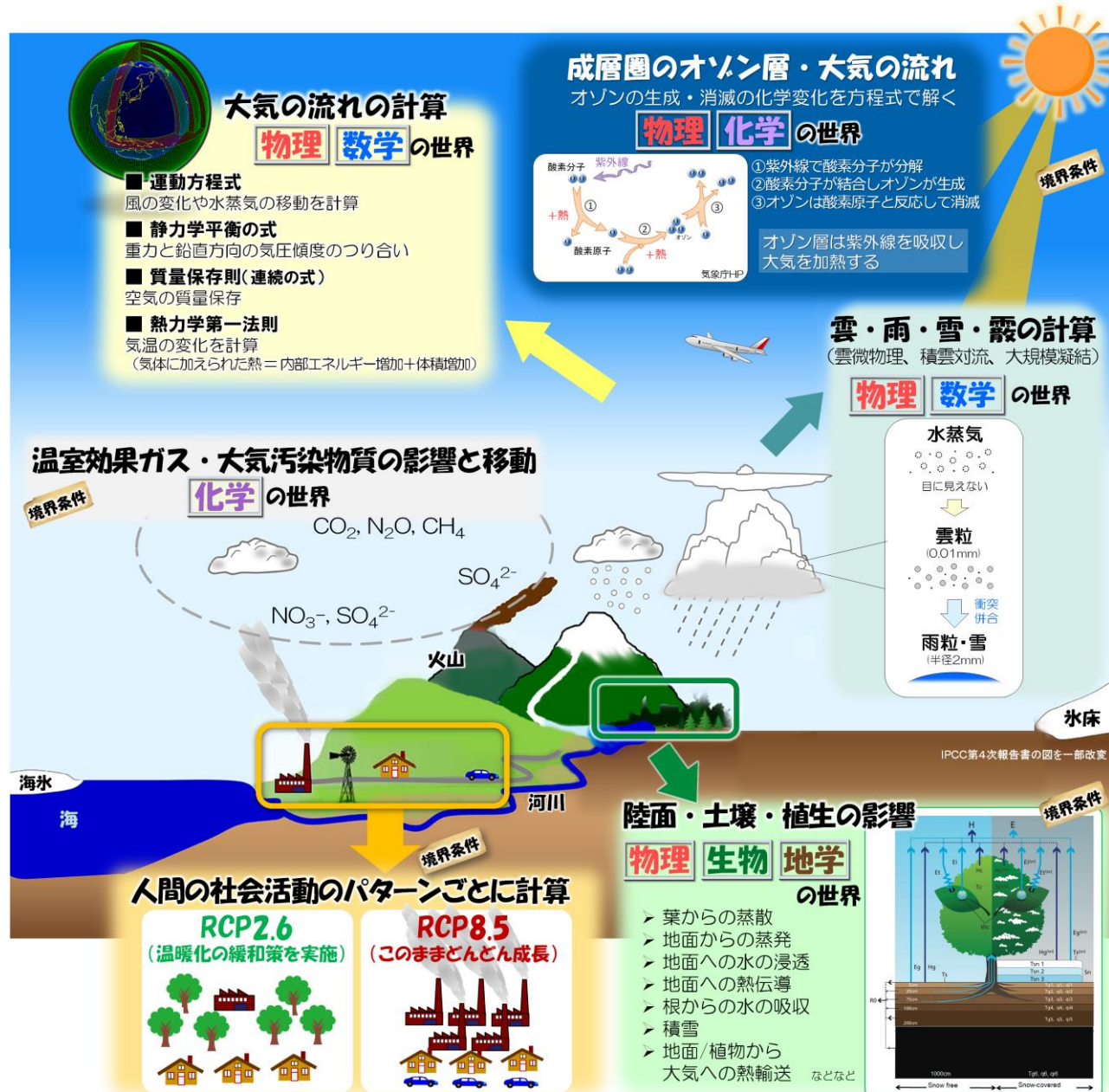
熱力学の第1法則
(エネルギー保存の法則)

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta}{C_p T} \dot{Q}$$

$$\alpha = \frac{\theta R_d}{p} \left(\frac{p}{p_{00}} \right)^{R_d/C_p}$$

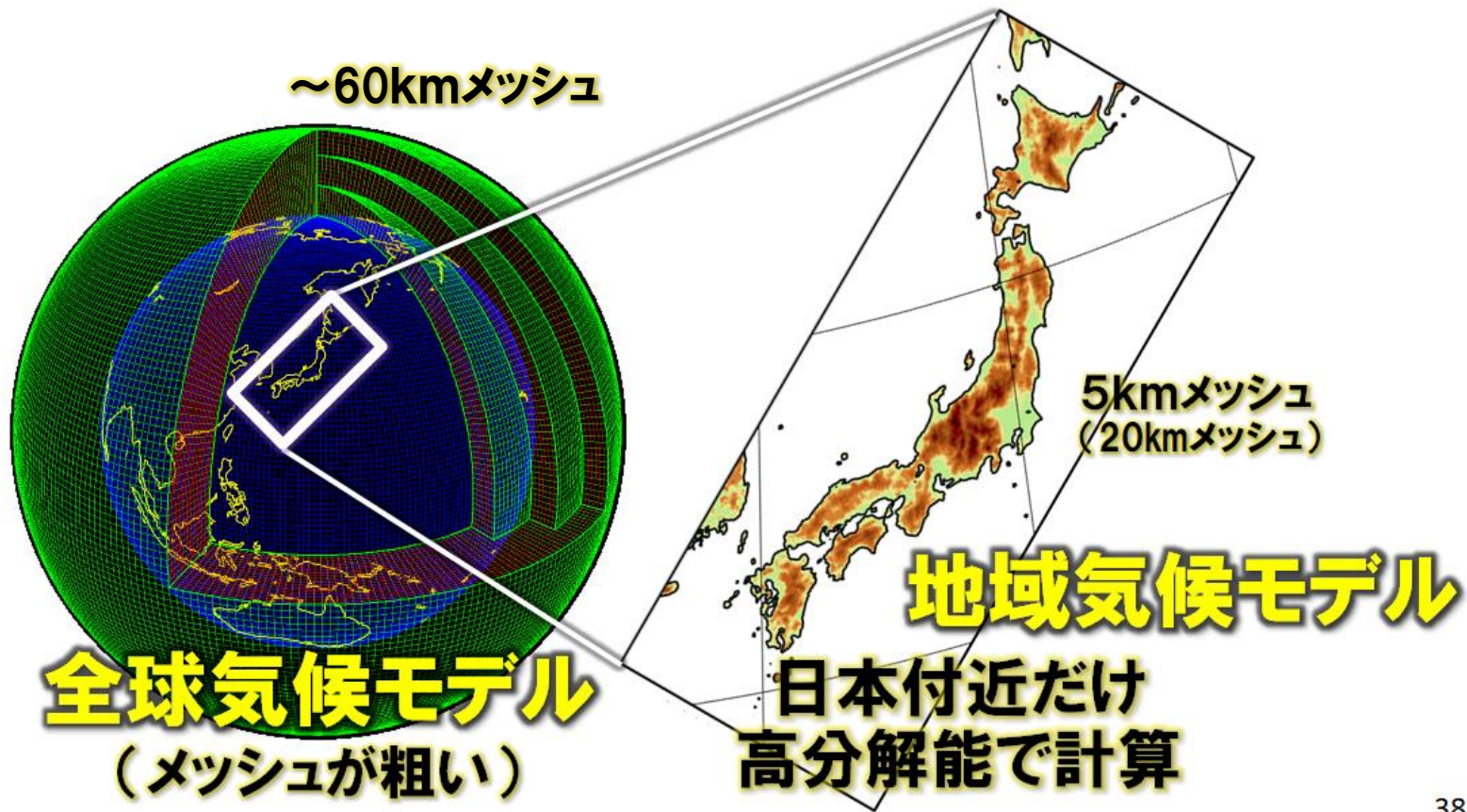
※変数 $u, v, \omega, \phi, \theta, \alpha$ の連立方程式

気候モデルの仕組み



ダウンスケーリング

全球気候モデルで世界の気候変化を計算した後に、
地域気候モデルを用いて、日本域を高分解能で計算する。

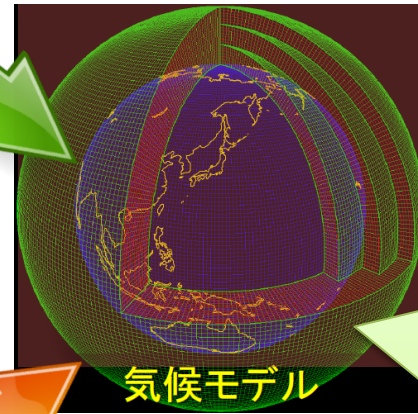


気候モデルを利用して、**温暖化した現実の気候**を作り出す

➤ 現在の自然起源の要素

- ✓ 太陽活動の変化
- ✓ 大規模火山噴火

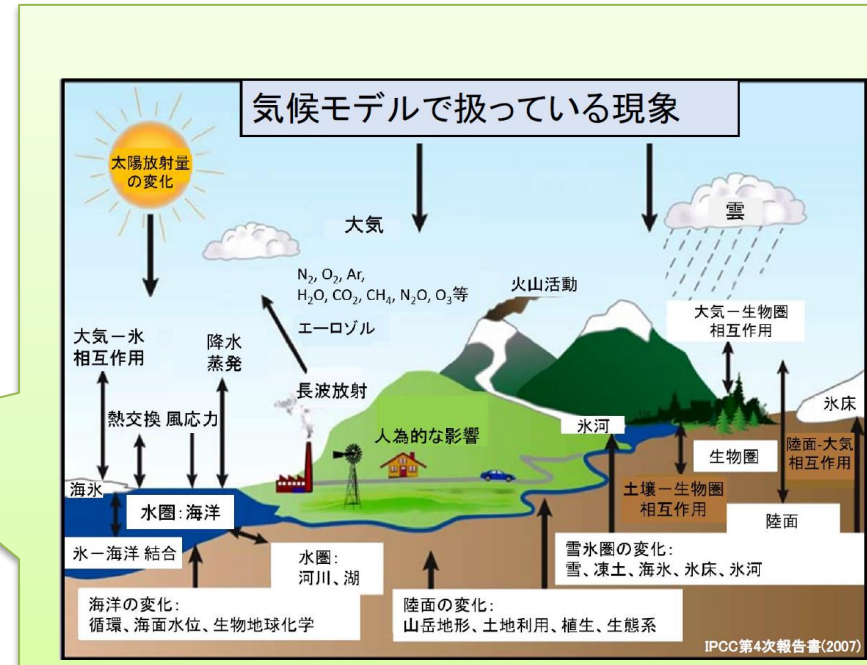
温暖化した
現在の地球



気候モデル

➤ 現在の人間活動起源の要素

- ✓ 温室効果気体の濃度（排出）
（オゾンの濃度変化）
- ✓ 二酸化硫黄の排出量変化
- ✓ 黒色炭素（すす）の排出量変化
- ✓ 土地利用変化 など

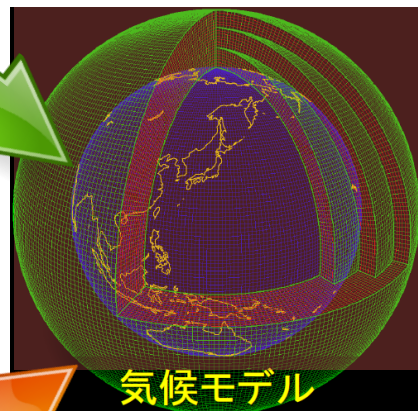


温暖化した現実の気候と温暖化しなかった仮定した 仮想の気候を作り出す。

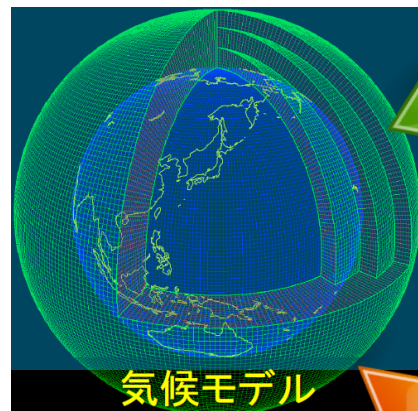
➤ 現在の自然起源 の要素

- ✓ 太陽活動の変化
- ✓ 大規模火山噴火

温暖化した
現在の地球



温暖化しなかったと
仮定した仮想の地球



➤ 現在の自然起源 の要素

- ✓ 太陽活動の変化
- ✓ 大規模火山噴火

➤ 現在の人間活動起源の要素

- ✓ 温室効果気体の濃度(排出)
(オゾンの濃度変化)
- ✓ 二酸化硫黄の排出量変化
- ✓ 黒色炭素(すす)の排出量変化
- ✓ 土地利用変化 など

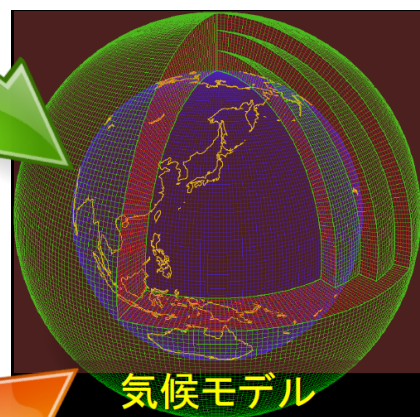
➤ 産業化前(1850年頃)の人間活動 起源の要素(推定値)

将来の気候を予測するためには・・・

➤ 現在の自然起源の要素

- ✓ 太陽活動の変化
- ✓ 大規模火山噴火

温暖化した
現在の地球



気候モデル

➤ 現在の人間活動起源の要素

- ✓ 温室効果気体の濃度(排出)
(オゾンの濃度変化)
- ✓ 二酸化硫黄の排出量変化
- ✓ 黒色炭素(すす)の排出量変化
- ✓ 土地利用変化 など

『排出シナリオ』

◆ RCP (第5次評価報告書)

RCP: 代表的濃度経路

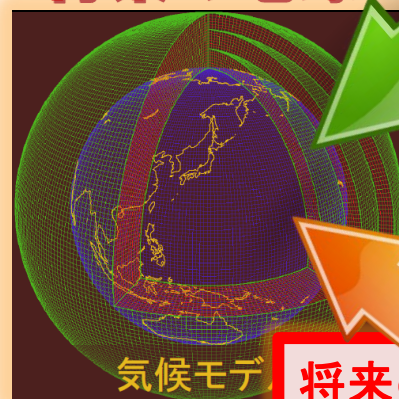
◆ SSP-RCP (第6次評価報告書)

SSP: 共通社会経済経路

➤ 将来の自然起源の要素

- ✓ 太陽活動の変化
- ✓ 大規模火山噴火

将来の地球



気候モデル

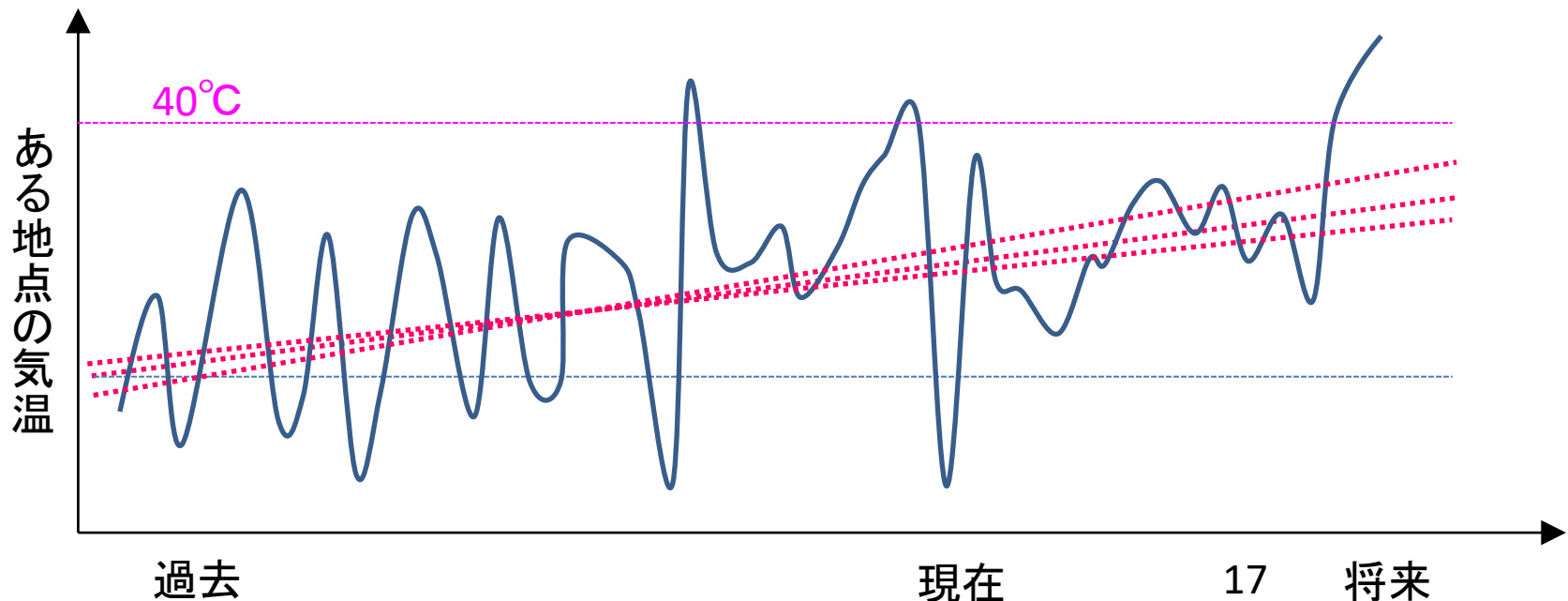
過去の経験を基に
仮定する

将来の人間活動起源の要素

- ✓ 温室効果気体の濃度(排出)
(オゾンの濃度変化)
- ✓ 二酸化硫黄の排出量変化
- ✓ 黒色炭素(すす)の排出量変化
- ✓ 土地利用変化 など

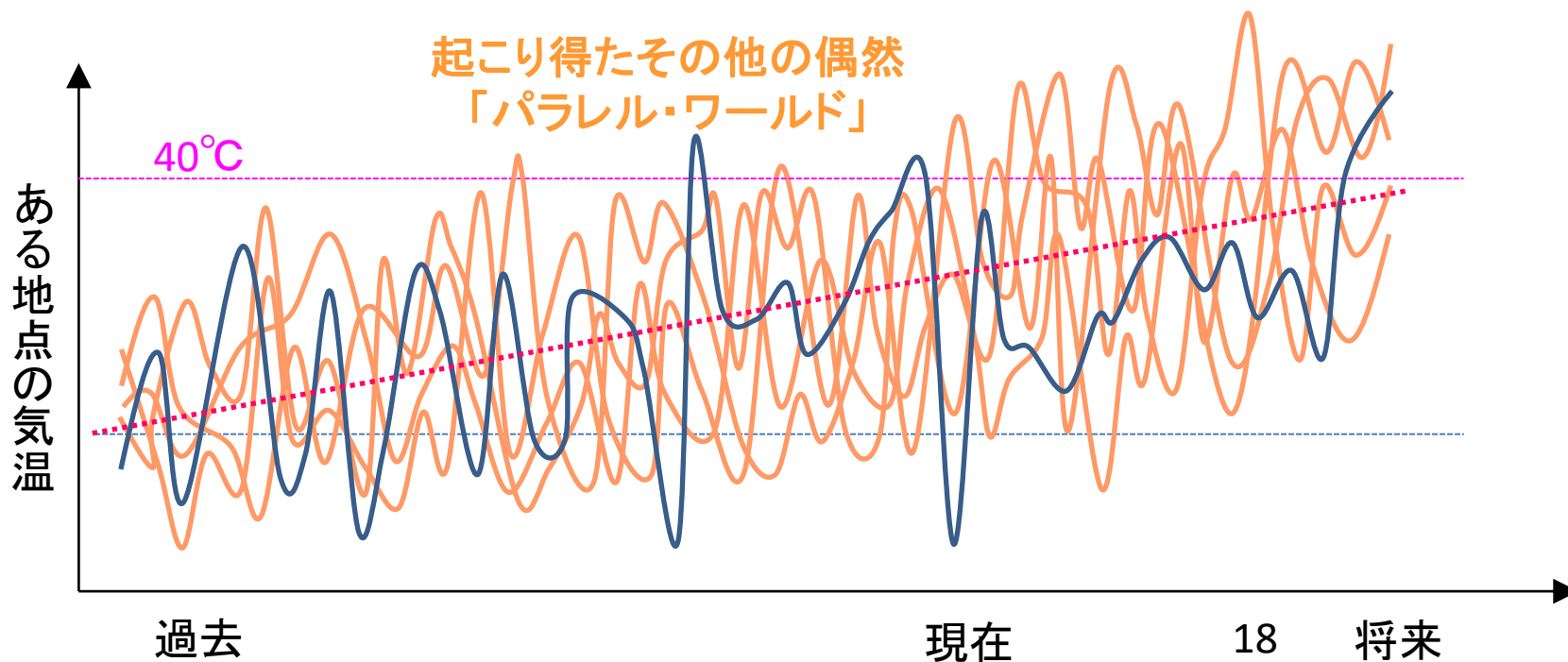
異常気象と気候変動の関係を証明するのは難しい

観測される現実の気候変動は、地球温暖化だけではなく、自然のゆらぎ(内部変動)が含まれているため、**観測1本だけでは真のトレンドを検出できない**。また、**発生頻度が低い現象の変化傾向を議論することができない**。



アンサンブルシミュレーション

- 気候モデルを用いて、実際の気候を模した**大量の実験**を行う。
- 平均を取ることで、自然のゆらぎ(内部変動)成分を相殺させる。
→**トレンド**の検出(Detection)
- ある閾値を超える頻度を数える→**異常気象の発生確率**の変化

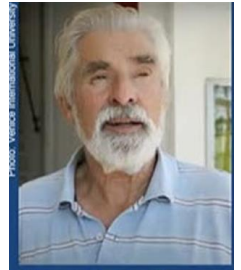




NOBELPRISET I FYSIK 2021
THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS 2021



Syukuro Manabe,



Klaus Hasselmann,
Germany

大気海洋から成る気候
モデルの基礎を作り、
二酸化炭素による地球
温暖化理論を提唱

多様な自然変動の
中から、人間起因
の影響を分離する
理論を確立

3. イベント・アトリビューション

■用語■

Attribute: 「～に帰する」「～のせいにする」

→観測された変化が、ある特定の要因のせいであることを証明する

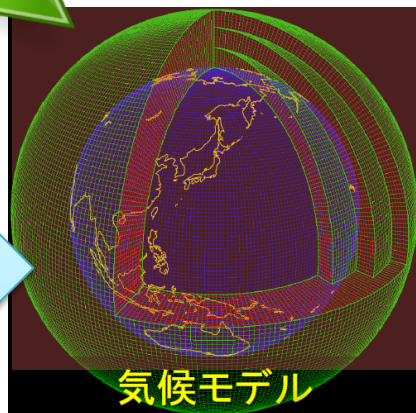
イベント・アトリビューションの基本アプローチ:

気候モデルを使って**温暖化した現実の気候**と**温暖化しなかった仮定した仮想の気候**を作り出す。

➤ 現在の自然起源の要素

- ✓ 太陽活動の変化
- ✓ 大規模火山噴火

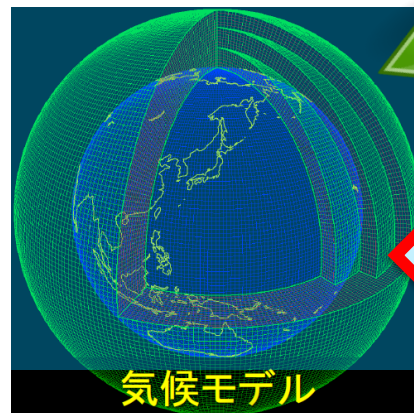
温暖化した
現在の地球



➤ イベント発生時の海洋の状況

- ✓ 海面水温
- ✓ 海水

温暖化しなかったと
仮定した仮想の地球



➤ 現在の自然起源の要素

- ✓ 太陽活動の変化
- ✓ 大規模火山噴火

温暖化トレンドを
除去した海洋の
状況

➤ 現在の人間活動起源の要素

- ✓ 温室効果気体の濃度(排出)
(オゾンの濃度変化)
- ✓ 二酸化硫黄の排出量変化
- ✓ 黒色炭素(すす)の排出量変化
- ✓ 土地利用変化 など

➤ 産業化前(1850年頃)の人間活動
起源の要素(推定値)

過去から現在までの人間活動の
影響を取り出す基本アプローチ



因果応報：疫学の考え方

医学的に言えること：

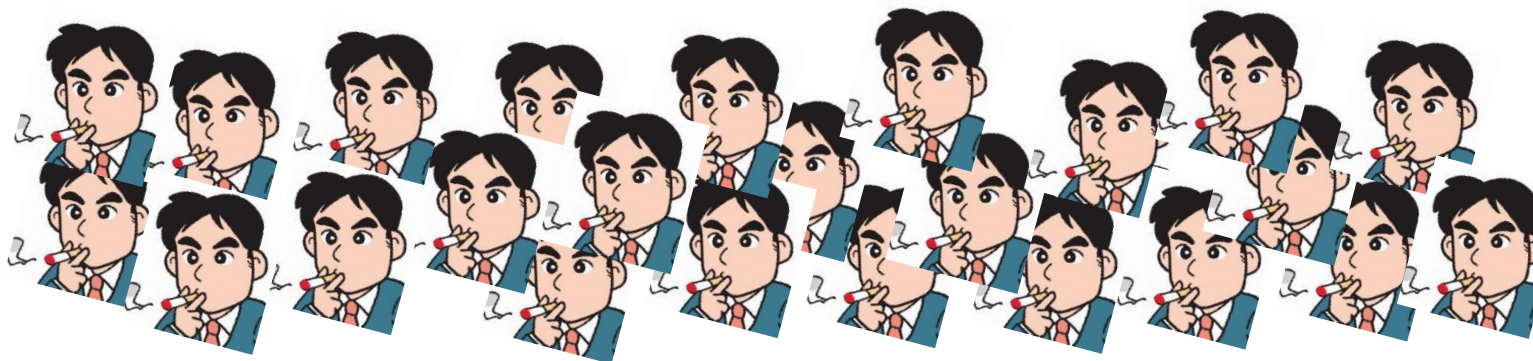
一般に、喫煙は健康を害しガンリスクを高める

断言できないこと：

毎日喫煙するW氏が肺ガンで亡くなったとき、喫煙が彼の寿命を縮めたと言えるかどうか — いかにもそう思えるが、ストレスや他の要因のせいかも。どうしたら確かめられるか？



もし、少しずつ異なる環境にいる(ただしふるまいは同じ)W氏がたくさんいたら？

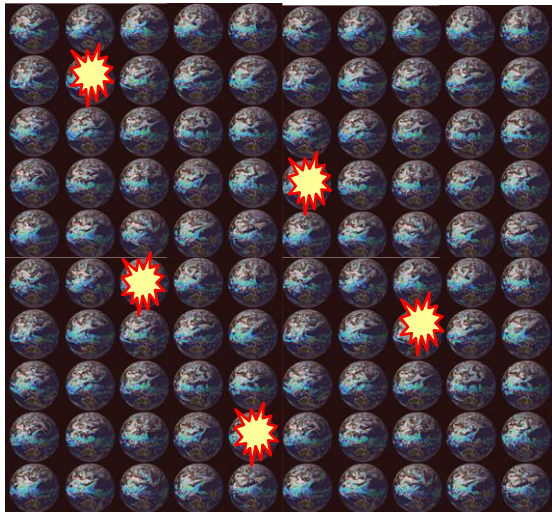


一般論ではなく、**特定の人物(W氏)に関する**、喫煙によるガンの発生リスクが推定できる

イベント・アトリビューションの基本アプローチ:

大量の地球(アンサンブル)を作って異常気象の発生確率を比較

温暖化が進行している
現実の条件

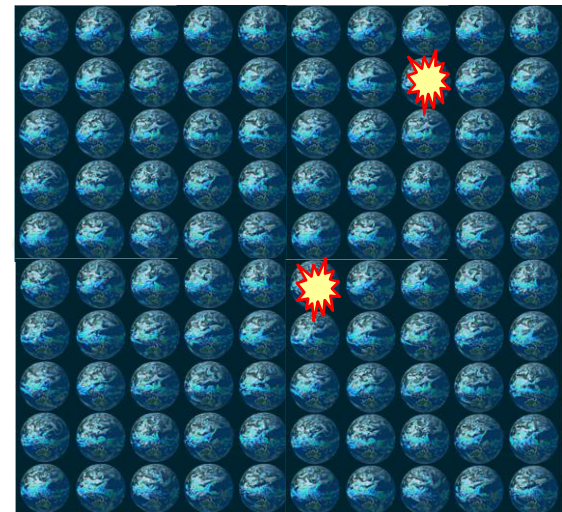


(例) 100メンバー中5メンバーで発生

$$5 \div 100 = 5\%$$

「20年に1度」のイベント

温暖化しなかったと
仮定した場合



(例) 100メンバー中2メンバーで発生

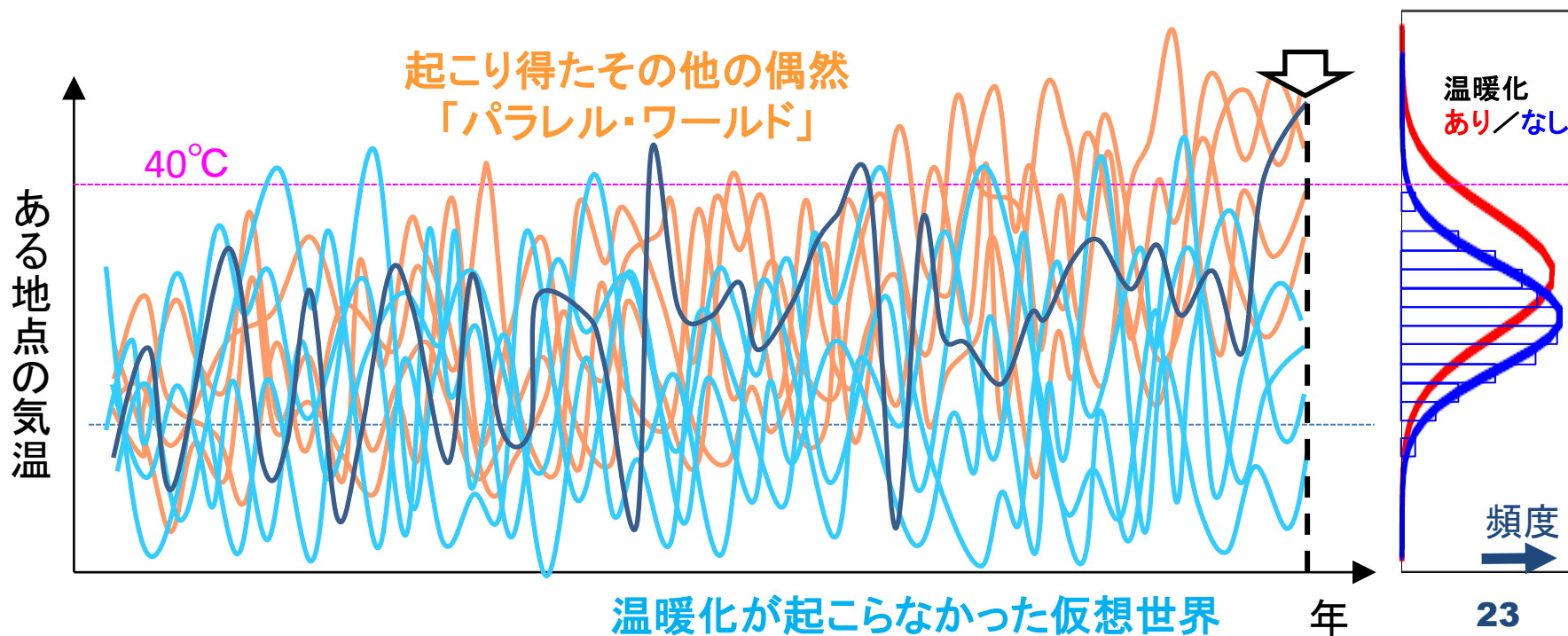
$$2 \div 100 = 2\%$$

「50年に1度」のイベント

イベント・アトリビューション (EA)

「この異常気象は温暖化のせいですか？」

- 気候モデルを用いて、過去の気候を模した**大量の実験**を行う。
- さらに**人間活動による温暖化が無い設定**で大量の実験を行う
- 目の前の異常気象イベントの発生確率が、人間活動によってどれだけ変わっていたかを、確率的に推定する



イベント・アトリビューション (EA)

「この異常気象は温暖化のせいですか？」

- 気候モデルを用いて、過去の気候を模した**大量の実験**を行う。
- さらに**人間活動による温暖化**のシナリオを実験を行う
- 目の前の異常気象イベントが**温暖化によって変わっているのか**

**高精度の
気候モデル
+
大量の実験**

気象研究所が開発した
大気大循環モデル(全球60kmメッシュ)
地域気候モデル(日本域20kmメッシュ)
各100サンプル

偶然
ド



スーパーコンピュータが不可欠
地球シミュレータ

ある地点の気温

温暖化が起こらなかった仮想世界

年

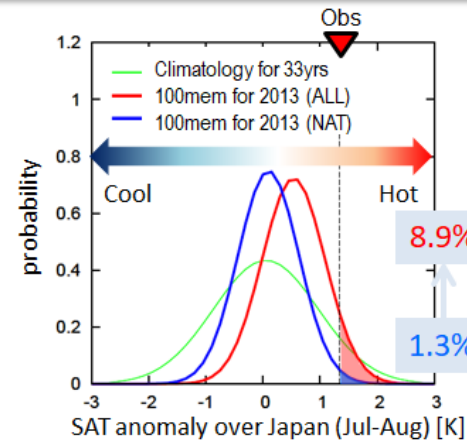
頻度
→

イベント・アトリビューションを適用した事例(日本)

■ 猛暑

- 平成25年夏の猛暑
- 平成30年7月猛暑
- 令和元年～2年の暖冬
- 令和4年6月下旬から7月初めの猛暑
- 令和5年7月下旬から8月上旬の猛暑

2013年夏 日本の猛暑



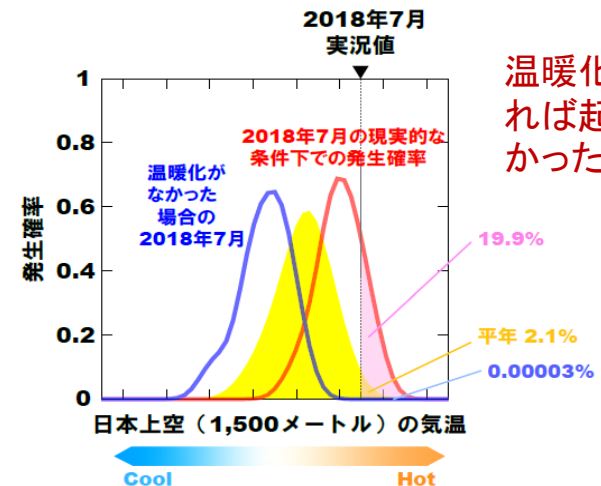
温暖化で発生確率が約7倍

Imada et al. (2014 BAMS)

■ 大雨・台風

- 平成29年7月九州北部豪雨
- 平成30年7月豪雨(西日本豪雨)
- 令和元年東日本台風
- 令和2年7月豪雨
- 令和3年8月の西日本～東日本の大雨
- 令和5年6月～7月上旬の大雨

2018年7月 日本の猛暑



温暖化がなければ起こり得なかった

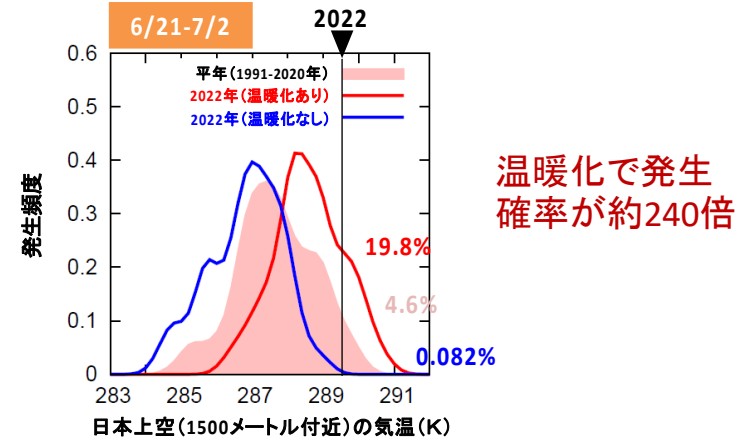
Imada et al. (2019)

イベント・アトリビューションを適用した事例(日本)

■ 猛暑

- 平成25年夏の猛暑
- 平成30年7月猛暑
- 令和元年～2年の暖冬
- 令和4年6月下旬から7月初めの猛暑
- 令和5年7月下旬から8月上旬の猛暑

2022年6月下旬から7月初めの猛暑

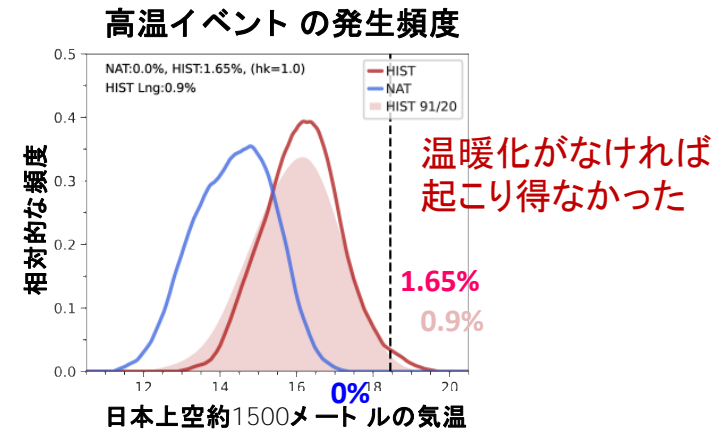


2022.9.6文部科学省・気象研報道発表

■ 大雨・台風

- 平成29年7月九州北部豪雨
- 平成30年7月豪雨(西日本豪雨)
- 令和元年東日本台風
- 令和2年7月豪雨
- 令和3年8月の西日本～東日本の大雨
- 令和5年6月～7月上旬の大雨

2023年7月下旬～8月上旬の猛暑



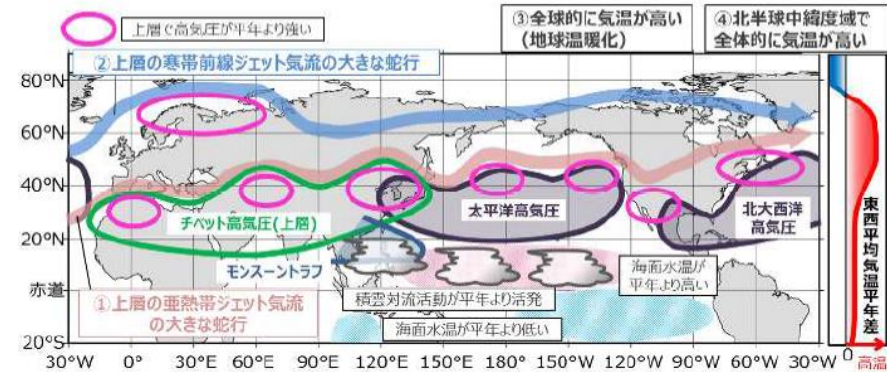
2023.9.19文部科学省・気象研報道発表

イベント・アトリビューションを適用した事例(日本)

■ 猛暑

- 平成25年夏の猛暑
- 平成30年7月猛暑
- 令和元年～2年の暖冬
- 令和4年6月下旬から7月初めの猛暑
- 令和5年7月下旬から8月上旬の猛暑

2段重ね高気圧(2018年7月の例)

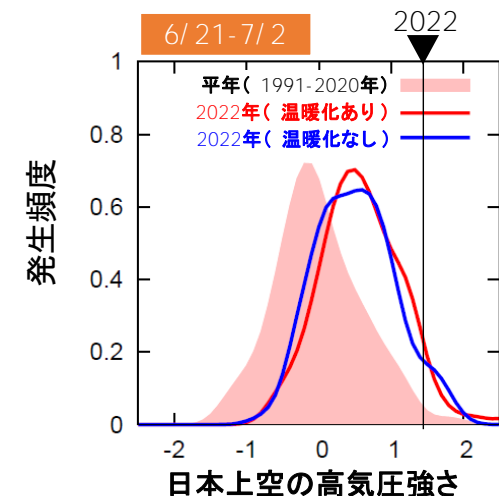


2022.9.6文部科学省・気象研報道発表

■ 大雨・台風

- 平成29年7月九州北部豪雨
- 平成30年7月豪雨(西日本豪雨)
- 令和元年東日本台風
- 令和2年7月豪雨
- 令和3年8月の西日本～東日本の大雨
- 令和5年6月～7月上旬の大雨

2022年6月下旬から7月初めの猛暑
2段重ね高気圧の出現頻度に対する温暖化の影響



2022.9.6文部科学省・気象研報道発表

イベント・アトリビューションを適用した事例(日本)

平成29年7月九州北部豪雨

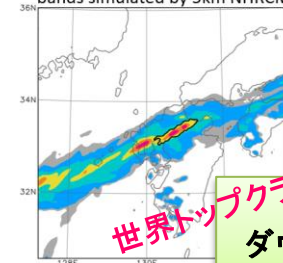
■ 猛暑

- 平成25年夏の猛暑
- 平成30年7月猛暑
- 令和元年～2年の暖冬
- 令和4年6月下旬から7月初めの猛暑
- 令和5年7月下旬から8月上旬の猛暑

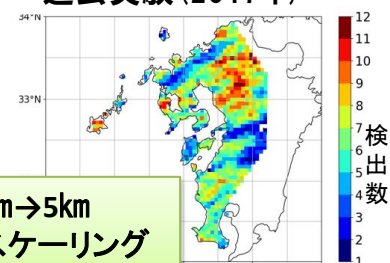
■ 大雨・台風

- 平成29年7月九州北部豪雨
- 平成30年7月豪雨(西日本豪雨)
- 令和元年東日本台風
- 令和2年7月豪雨
- 令和3年8月の西日本～東日本の大雨
- 令和5年6月～7月上旬の大雨

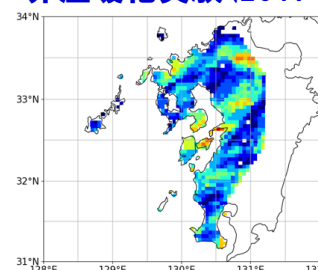
(a) A sample of quasi-stationary convective bands simulated by 5km NHRCM



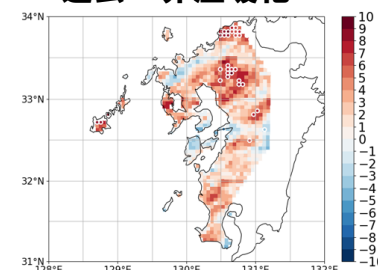
過去実験 (2017年)



非温暖化実験 (2017年)

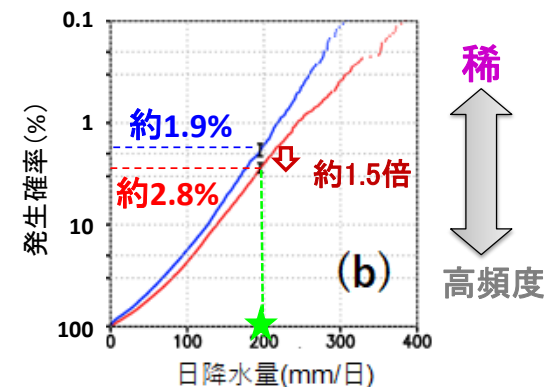
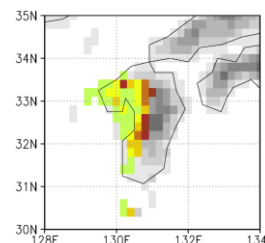


過去-非温暖化



By 渡邊俊一(気象研)、Kawase et al. 2022

平成29年7月九州北部豪雨



★: 過去実験(1981-2010)の統計で**50年に1度**レベルの雨量

イベント・アトリビューションを適用した事例(日本)

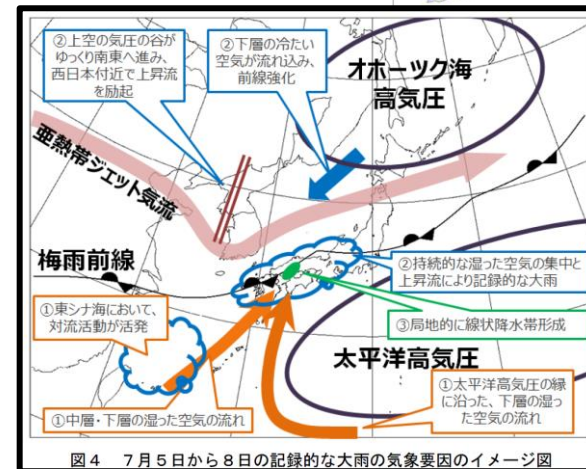
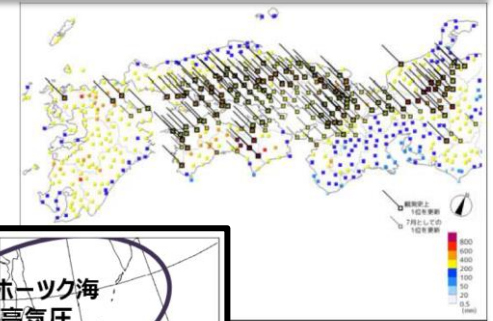
平成30年7月豪雨(西日本豪雨)

■ 猛暑

- 平成25年夏の猛暑
- 平成30年7月猛暑
- 令和元年～2年の暖冬
- 令和4年6月下旬から7月初めの猛暑
- 令和5年7月下旬から8月上旬の猛暑

■ 大雨・台風

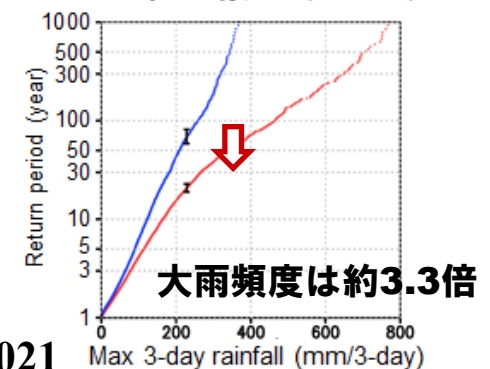
- 平成29年7月九州北部豪雨
- 平成30年7月豪雨(西日本豪雨)
- 令和元年東日本台風
- 令和2年7月豪雨
- 令和3年8月の西日本～東日本の大雨
- 令和5年6月～7月上旬の大雨



気象庁報道発表
(H30年8月10日)

図4 7月5日から8日の記録的な大雨の気象要因のイメージ図

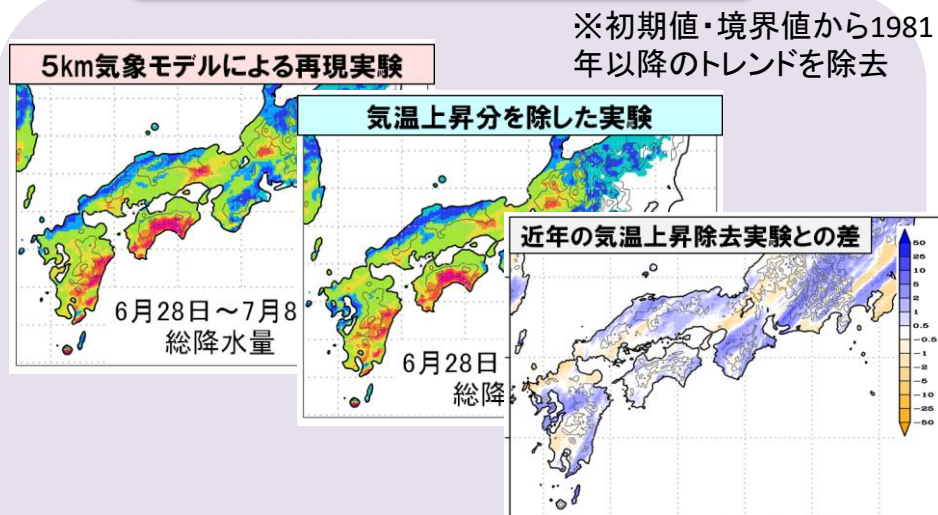
平成30年7月豪雨(瀬戸内)



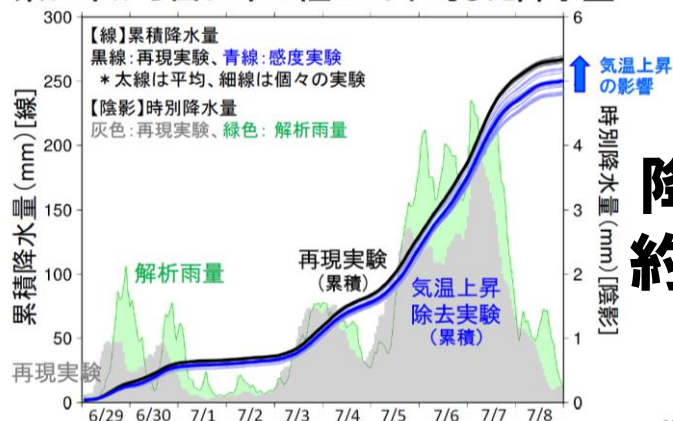
Kawase et al. 2021

平成30年7月豪雨(西日本豪雨)のイベント・アトリビューション

量的アプローチ



東日本から西日本の陸上で平均した降水量

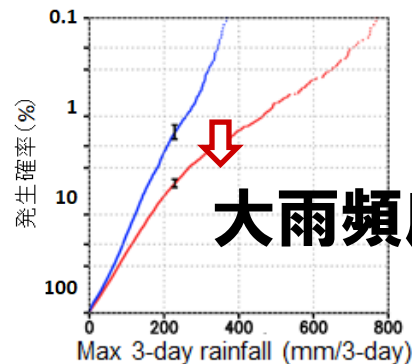


降水量は
約+6.7%

Kawase et al. 2019b

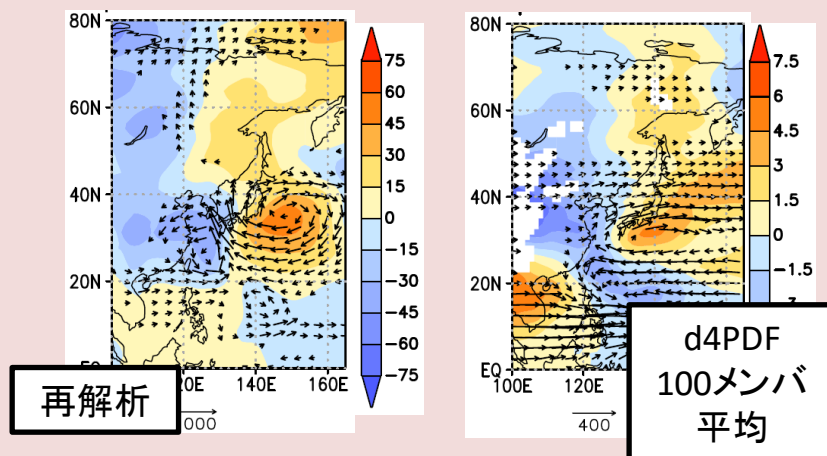
確率的アプローチ

平成30年7月豪雨(瀬戸内)



大雨頻度は約3.3倍

2018年6/29-7/8の気圧と水蒸気フラックス



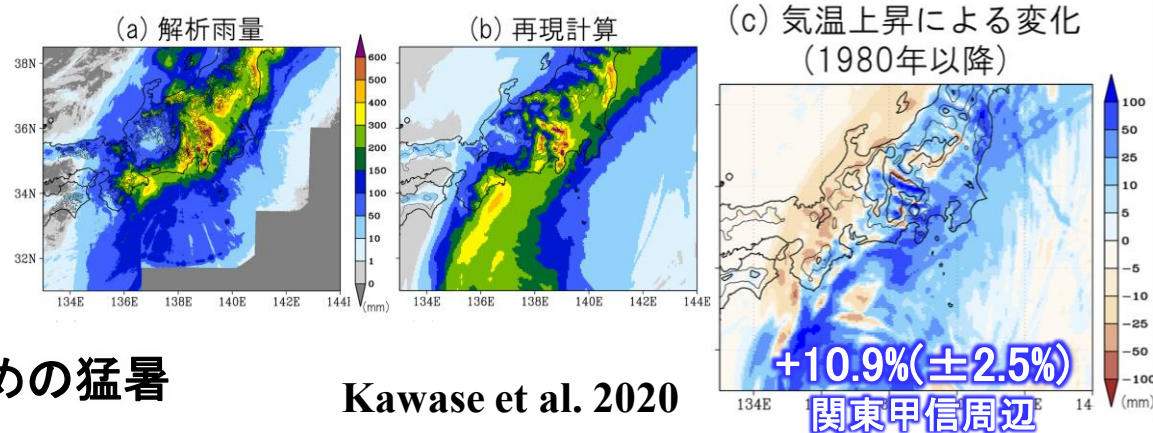
Imada et al. (2020)

イベント・アトリビューションを適用した事例(日本)

令和元年東日本台風

■ 猛暑

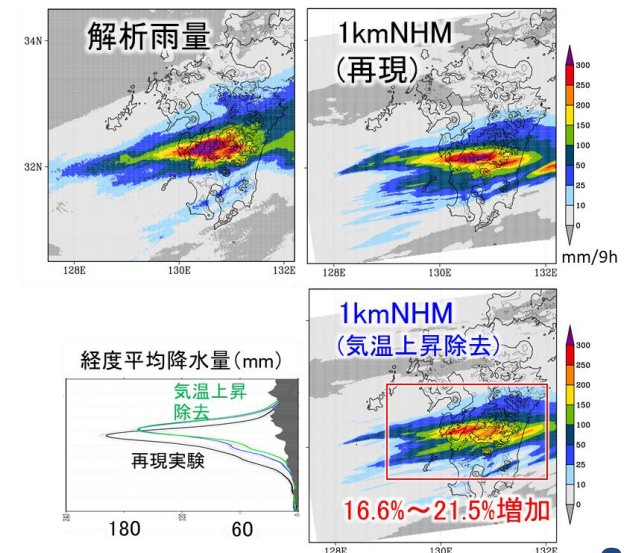
- 平成25年夏の猛暑
- 平成30年7月猛暑
- 令和元年～2年の暖冬
- 令和4年6月下旬から7月初めの猛暑
- 令和5年7月下旬から8月上旬の猛暑



令和2年7月豪雨

■ 大雨・台風

- 平成29年7月九州北部豪雨
- 平成30年7月豪雨(西日本豪雨)
- 令和元年東日本台風
- 令和2年7月豪雨
- 令和3年8月の西日本～東日本の大雨
- 令和5年6月～7月上旬の大雨



イベント・アトリビューションを適用した事例(日本)

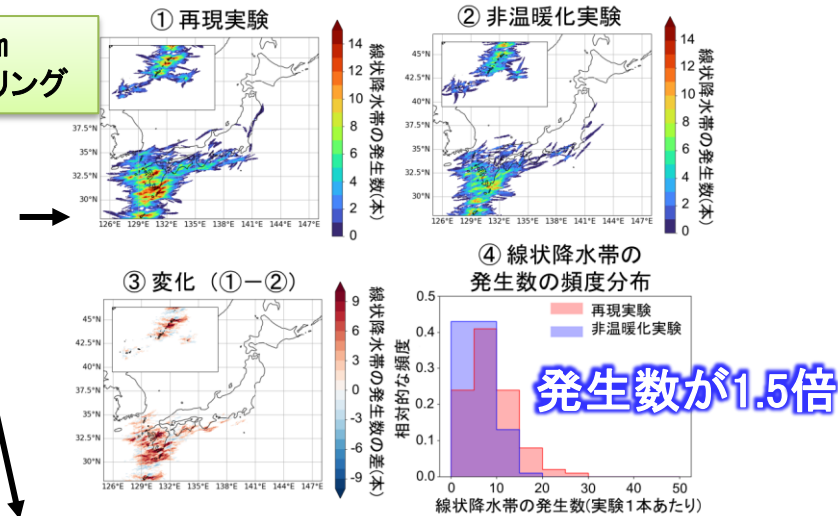
令和5年6月～7月上旬にかけての線状降水帯

■ 猛暑

- 平成25年夏の猛暑
- 平成30年7月猛暑
- 令和元年～2年の暖冬
- 令和4年6月下旬から7月初めの猛暑
- 令和5年7月下旬から8月上旬の猛暑

世界トップクラス
20km→5km
ダウンスケーリング

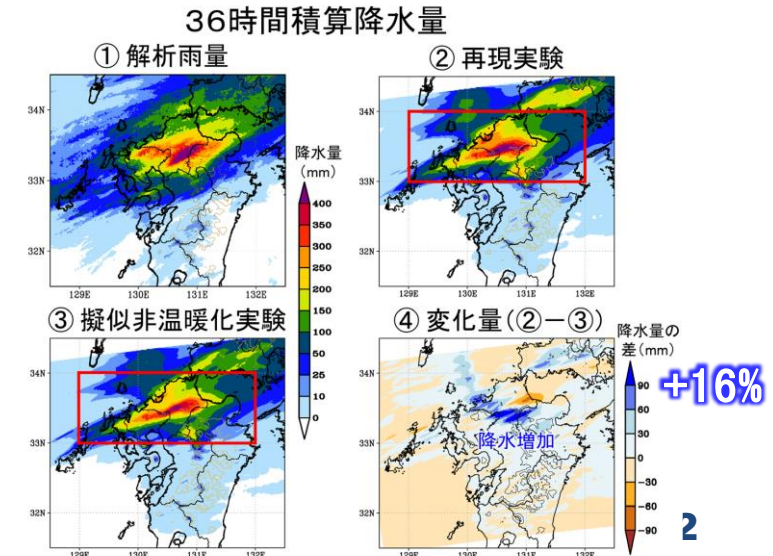
2023.9.19文部科学省
・気象研報道発表



■ 大雨・台風

令和5年7月9～10日の九州の大雨

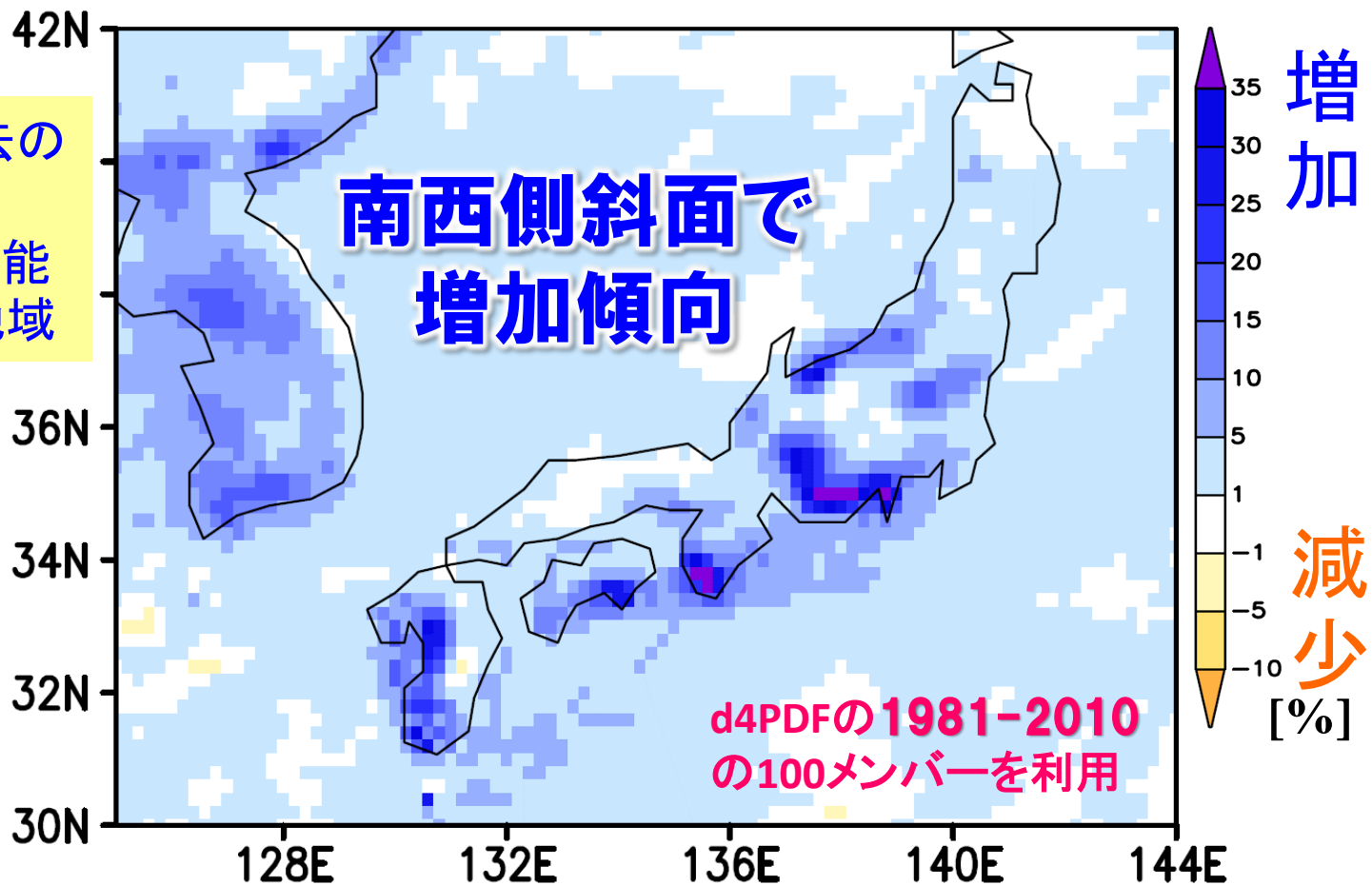
- 平成29年7月九州北部豪雨
- 平成30年7月豪雨(西日本豪雨)
- 令和元年東日本台風
- 令和2年7月豪雨
- 令和3年8月の西日本～東日本の大雨
- 令和5年6月～7月上旬の大雨



地球温暖化に伴う大雨頻度の一般的な変化傾向

『温暖化あり』実験－『温暖化なし』実験

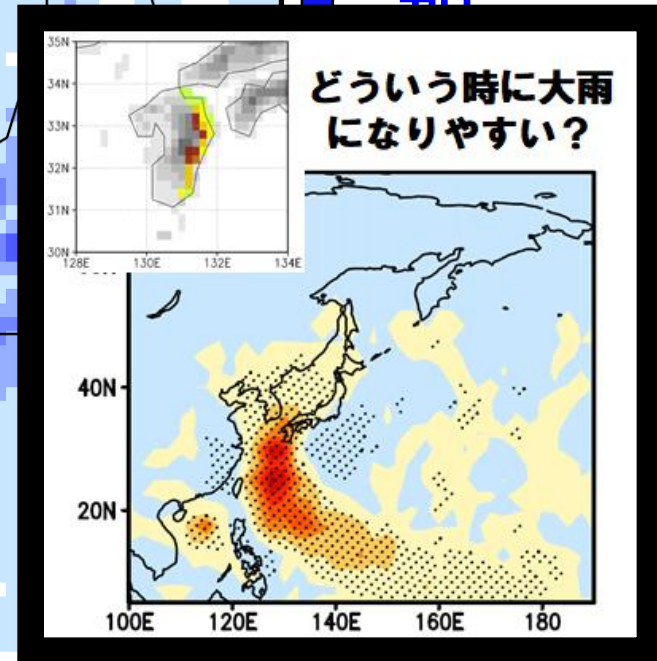
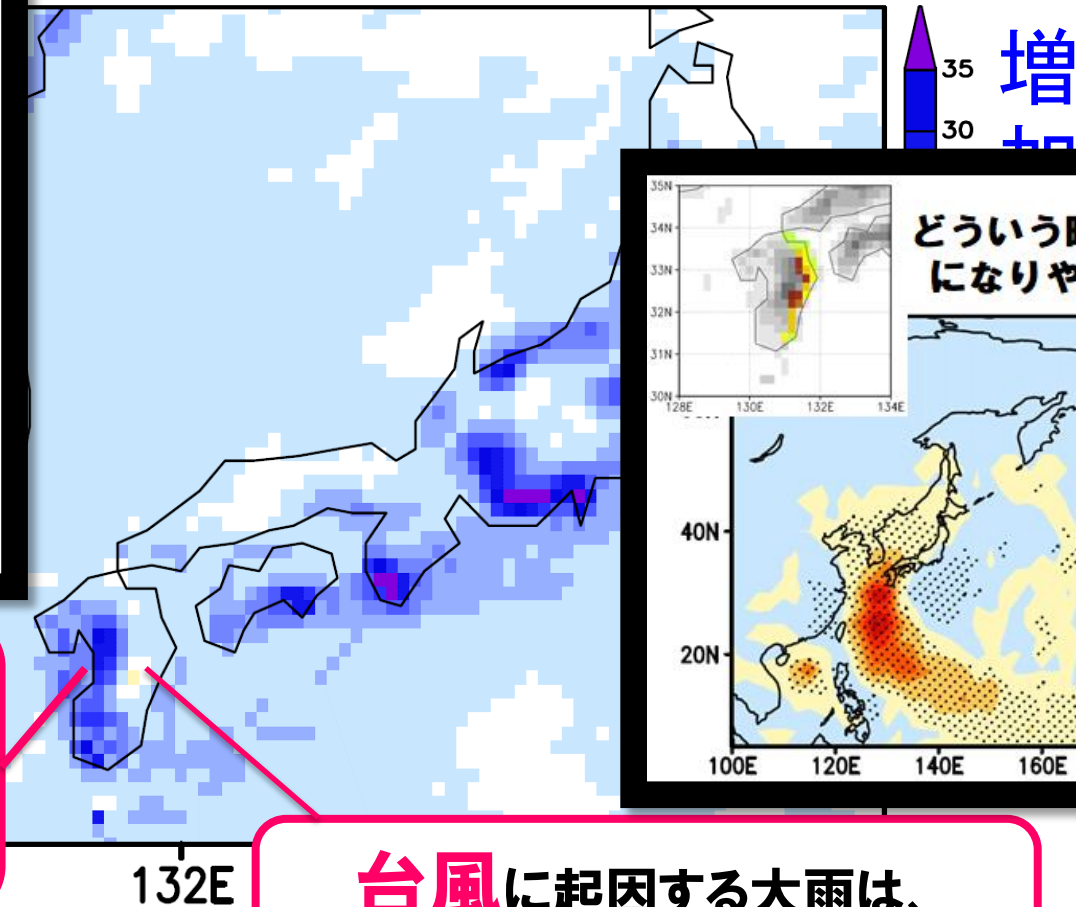
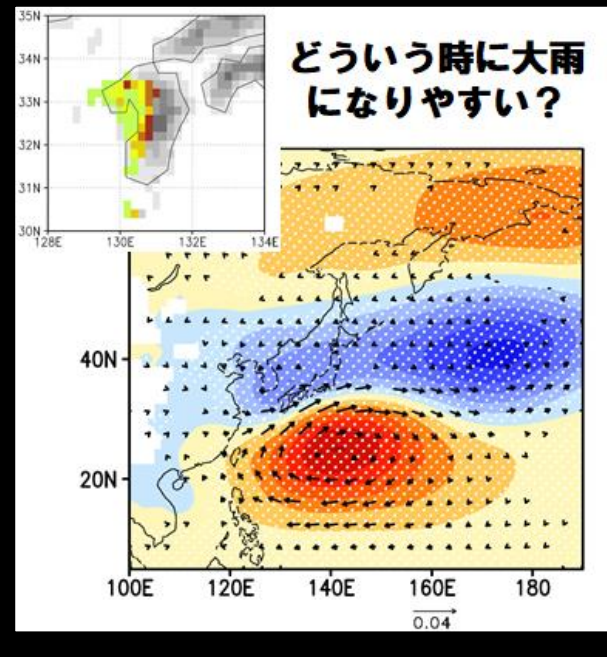
大雨日数(100mm/day以上)の変化(7月)



地球温暖化に伴う大雨頻度の一般的な変化傾向

『温暖化あり』実験－『温暖化なし』実験

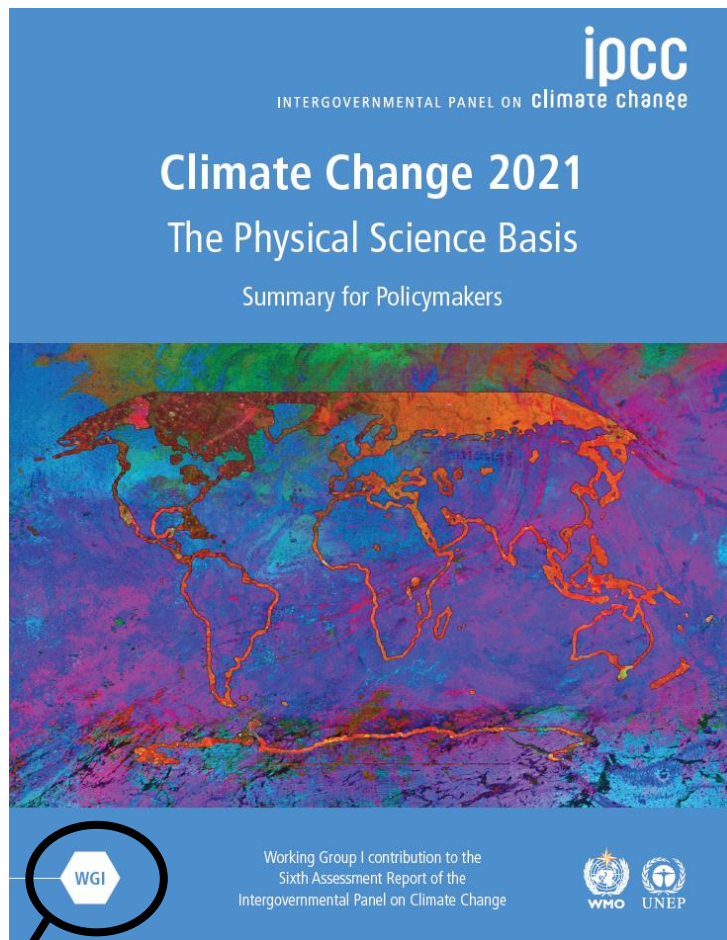
大雨日数(100mm/day以上)の変化(7月)



南西からの水蒸気移流に伴う**梅雨型**の大雨は温暖化の影響が検出されやすい

台風に起因する大雨は、温暖化の影響が検出されにくい

国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 第6次評価報告書(AR6)が2021年8月に受諾



IPCC AR6 SPM (政策決定者向け要約)

第一作業部会(WG1)＝自然科学的根拠

WG2＝影響・適応・脆弱性、 WG3＝気候変動の緩和

人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。

大気、海洋、雪氷圏及び生物圏において、広範囲かつ急速な変化が現れている。

人為起源の気候変動は、世界中の全ての地域で、多くの気象及び気候の極端現象に既に影響を及ぼしている。
イベント・アトリビューション

向こう数十年の間に温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に、工業化前から1.5℃/2℃以上上がる。

極端な高温や大雨の増加、強い熱帯低気圧の割合が増加、並びに北極域の海氷の縮小などが今後も進む。

欧州WWAによる即時性と不確実性の評価を重視したEA



Latest analyses



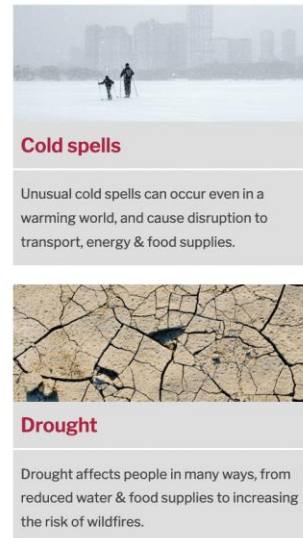
Interplay of climate change-exacerbated rainfall, exposure and vulnerability led to widespread impacts in the Mediterranean region



Climate change more than doubled the likelihood of extreme fire weather conditions in Eastern Canada



Extreme heat in North America, Europe and China in July 2023 made much more likely by climate change



- 2015年に発足したWorld Weather Attributionでは、世界各地の極端現象をモニターし、発生から1週間前後でEAの結果をHPで公表する取り組みを行っている。
- 毎回ラージアンサンブル計算を実施する代わりに、極値統計を用いた簡易的手法で評価。
- マルチモデル・マルチメソッド。不確実性の幅を評価することに重点を置いている。
- ケースによっては脆弱性や暴露を考慮して被害額を算出することもある。
- 日本の極端現象が対象となったこともあり(平成30年7月豪雨、令和元年東日本台風)、日本のメディアがこれに反応して報道した例もある。

欧州WWAによる即時性と不確実性の評価を重視したEA

極端な気象現象と 気候変動をどう報道するか

ジャーナリスト向けガイド

ベン・クラーク
オックスフォード大学
フリーデリケ・オットー
インペリアル・カレッジ・ロンドン



目次

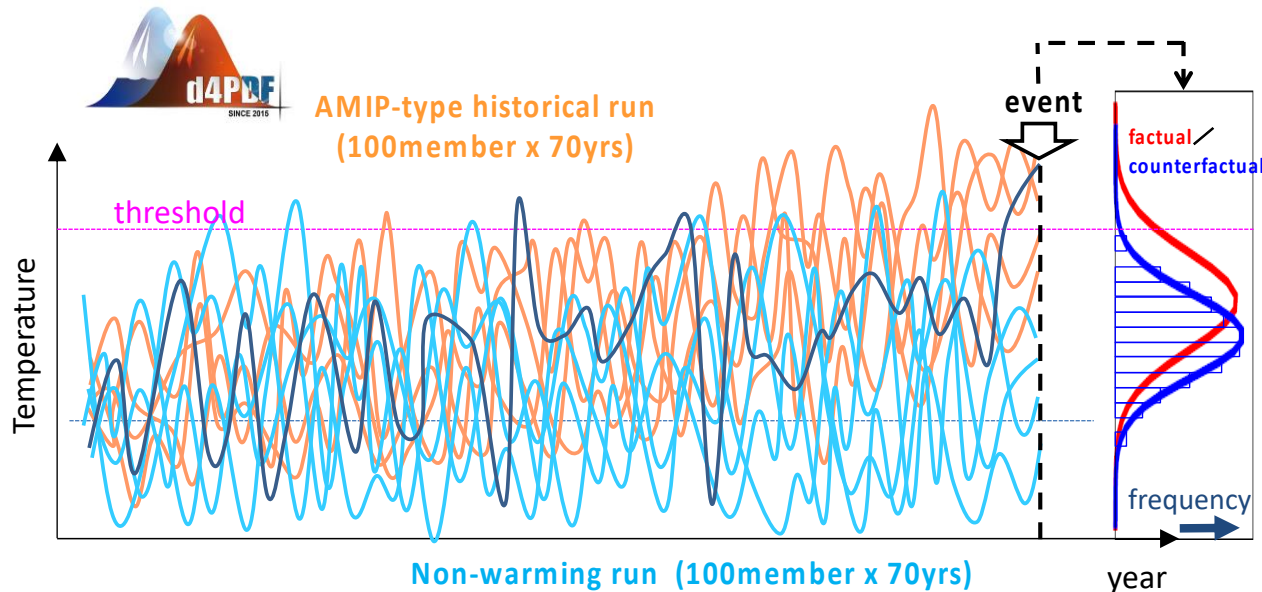
序文	4
WWAメディアガイド日本語訳リリースに寄せて	6
はじめに	8
イベント・アトリビューション研究 概要	10
イベント・アトリビューション研究 事例	14
アトリビューション研究がない 場合における極端現象の報道の仕方	18
熱波	20
洪水	22
熱帯低気圧 (ハリケーン、台風、サイクロン)	24
大雪	26
干ばつ	28
火災	30
極端現象と気候変動 1 ページチェックリスト	32

- 2015年に発足したWorld Weather Attributionでは、世界各地の極端現象をモニターし、発生から1週間前後でEAの結果をHPで公表する取り組みを行っている。
- 毎回ラージアンサンブル計算を実施する代わりに、極値統計を用いた簡易的手法で評価。
- マルチモデル・マルチメソッド。不確実性の幅を評価することに重点を置いている。
- ケースによっては脆弱性や暴露を考慮して被害額を算出することもある。
- 日本の極端現象が対象となったこともあり(平成30年7月豪雨、令和元年東日本台風)、日本のメディアがこれに反応して報道した例もある。

迅速なEvent Attributionのための手法開発(日本版)

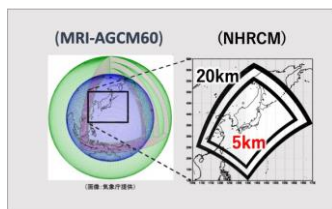
予測型EA

d4PDFを延長する際に境界条件として必要な観測情報を、気象庁予測値に差し替えて、異常気象が発生する前から計算を開始



- ✓ d4PDF-type AGCM large ensemble simulations
- ✓ Utilize JMA's seasonal prediction as BCs (SST, sea ice) instead of the observation.
- ✓ Prepare large ensemble prediction in advance before the season of extreme events

Forced by observed SST/sea ice



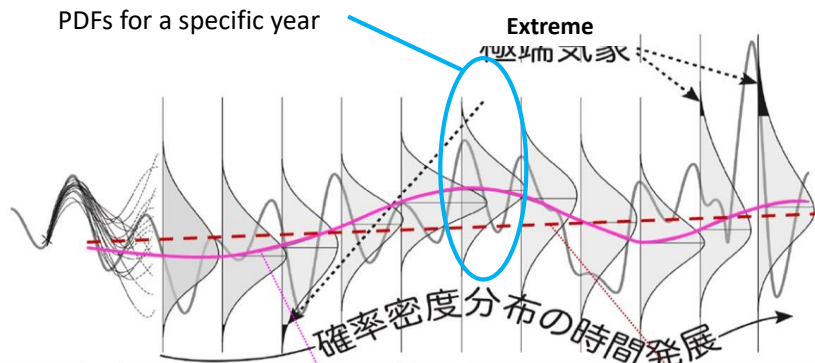
SST/sea ice from JMA seasonal forecast

Dynamical downscaling

機動的Event Attribution手法の開発(日本版)

機動的EA

World Weather Attribution手法の改良版。極値統計を駆使してPDFを推定。



Gaussian

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

GEV

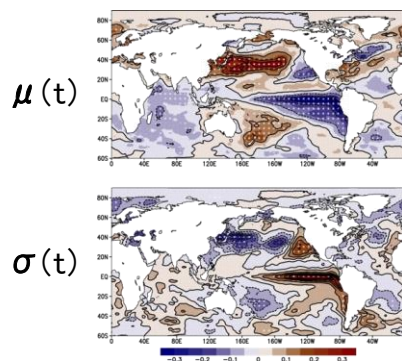
$$P(x) = \exp\left[-1 + \left(1 + \frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-\xi}\right]$$

μ : location parameter (\sim mean)
 σ : scale parameter (\sim standard deviation)
 ξ : shape parameter (\sim skewness)

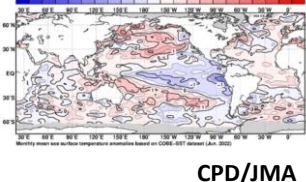
Estimate parameters μ , σ , ξ as a function of the specific SST pattern

Example: 2022 early summer hot extreme in Japan

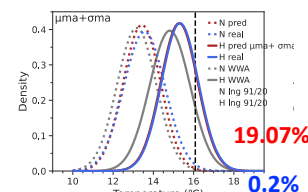
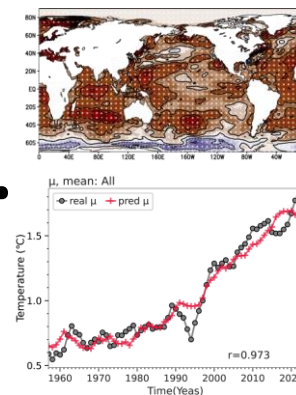
Temporal regression of SST
 on $\mu(t)$ and $\sigma(t)$
 (Non-warming run)



2022 SST pattern



Regression of SST on $\Delta\mu(t)$
 (5-year running mean)



Blue: original, Red: New
 Gray: w/o considering SST
 pattern
 (solid) HIST
 (broken) non-W
 (shaded) climatological

農業分野への活用例

プレスリリース

(研究成果) 地球温暖化による穀物生産被害は過去30年間で平均すると世界全体で年間424億ドルと推定

情報公開日:2018年12月11日(火曜日)

農研機構
国立環境研究所
気象庁気象研究所

ポイント

農研機構は、(国研)国立環境研究所および気象庁気象研究所と共同で、地球温暖化が主要穀物の過去30年間(1981-2010年)の平均収量に与えた影響を、世界全体について評価しました。なお、収量は単位面積あたり生産量です。その結果、温暖化によりトウモロコシ、コムギ、ダイズの世界平均収量がそれぞれ4.1%、1.8%、4.5%低下したと推定されました。金額換算ではトウモロコシ223億ドル、コムギ136億ドル、ダイズ65億ドルと推計され、近年の温暖化による被害額は合計で年間424億ドルに上ると見積もられました。本成果から、世界平均収量で見ると、既に温暖化による穀物生産被害が生じており、温暖化への適応策の開発・普及が緊急に必要であることが示唆されました。

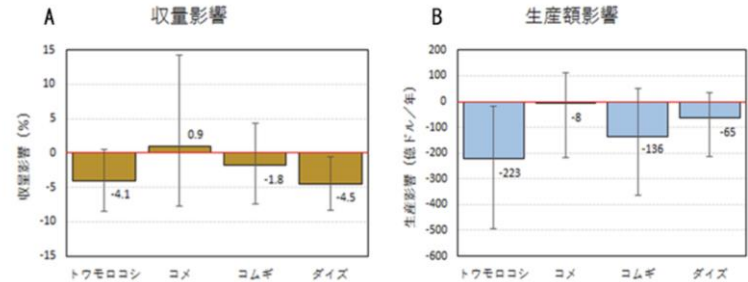


図1 温暖化による近年の収量影響と生産額影響(被害額)

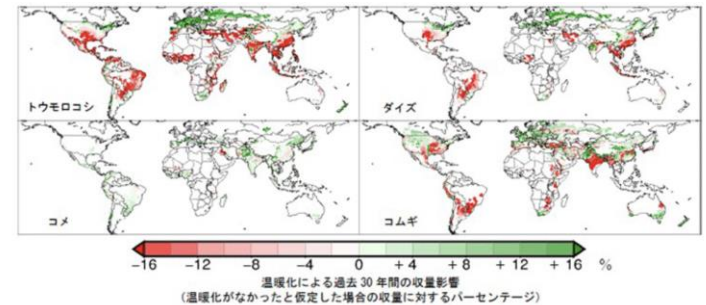


図2 温暖化による収量影響の推定値 これまでの温暖化が過去30年間

JIRCAS 国際農研 農研機構 国立環境研究所 東京大学 2023年11月22日

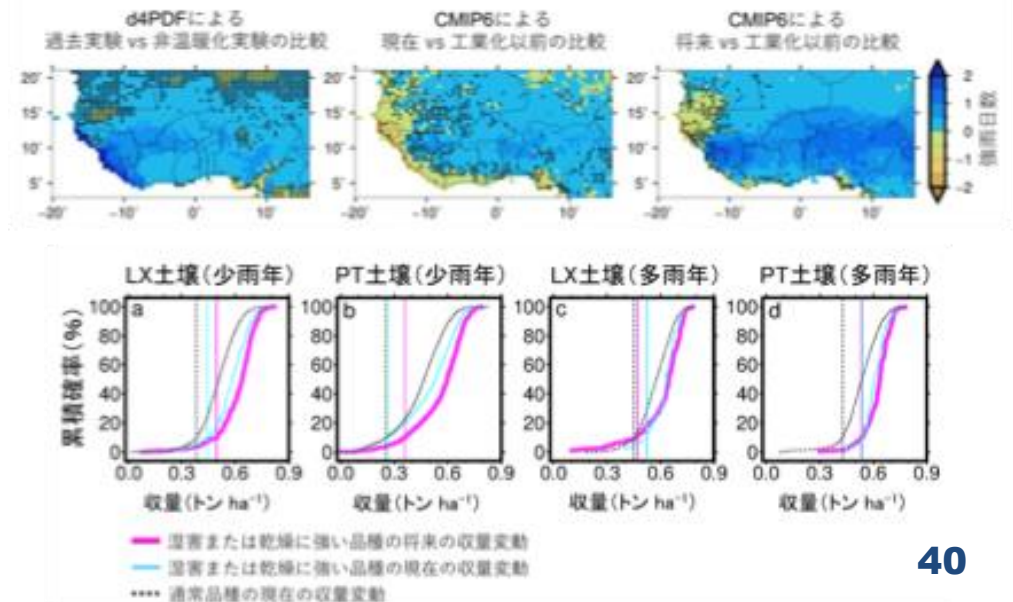
西アフリカ半乾燥地域の重要作物ササゲに対する
気候変動の影響を収量予測モデルにより推定
—干ばつとともに過湿への対策が必要になることを示唆—

(農政クラブ、農林記者会、農業技術クラブ、文部科学記者会、科学記者会、大学記者会(東京大学)、筑波研究学園都市記者会同時配付)

2023年11月22日(水)
国際農研
農研機構
国立環境研究所
東京大学
ブルキナファソ農業環境研究所

ポイント

- 西アフリカの重要作物ササゲの圃場栽培データに基づき、乾燥や過湿条件での収量予測精度を改善
- 気候変動により西アフリカ半乾燥地域では降雨頻度が増すと予測され、過湿になりやすい土壌では多雨年にササゲ収量が低下すると推定
- 西アフリカ半乾燥地域では干ばつだけでなく、過湿への対策も必要になることを示唆

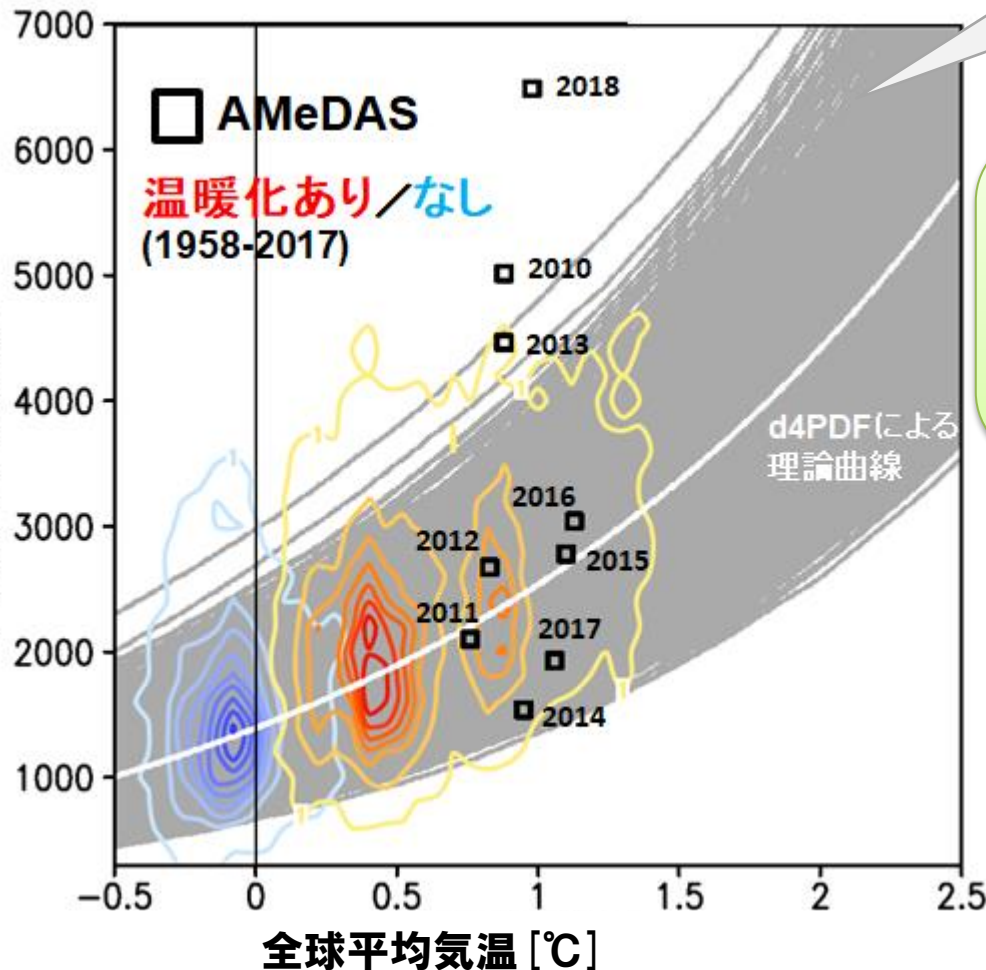


4. 将来の異常気象

温暖化とともに増加する日本の猛暑地点数

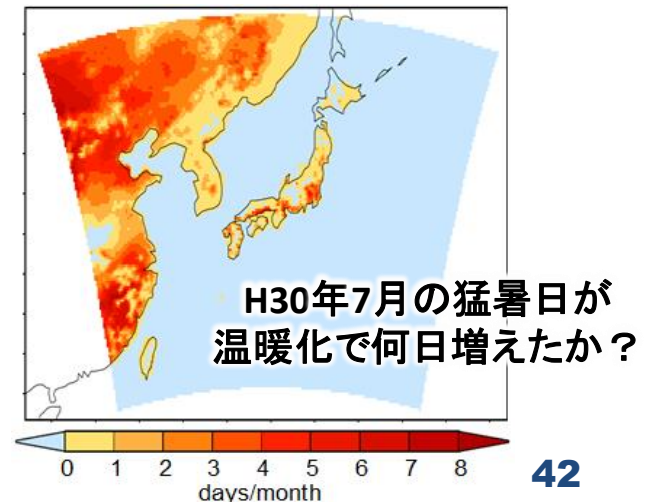
20km解像度モデルから見積もられた
猛暑日の延べ地点数と全球平均気温の関係

日最高気温35度以上を記録した延べ地点数
(アメダス地点数に換算)



全球気温上昇と比例して日本
平均気温も増加すると仮定し
た場合の猛暑地点数の変化

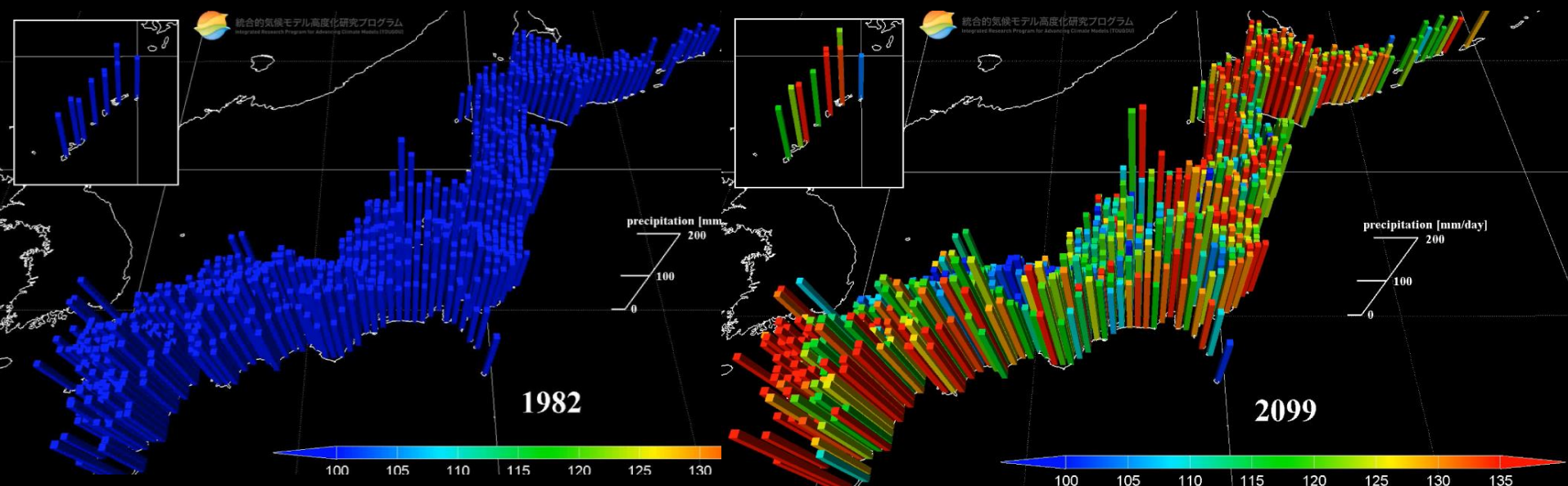
パリ協定の1.5度目標が達成
されたとしても3000地点以上、
2度目標でも4000地点以上！
(現在の1.4倍、1.8倍に相当)



年最大日降水量の変化(150年連続実験)



※ 31年間の中央値の変化、20km領域モデル

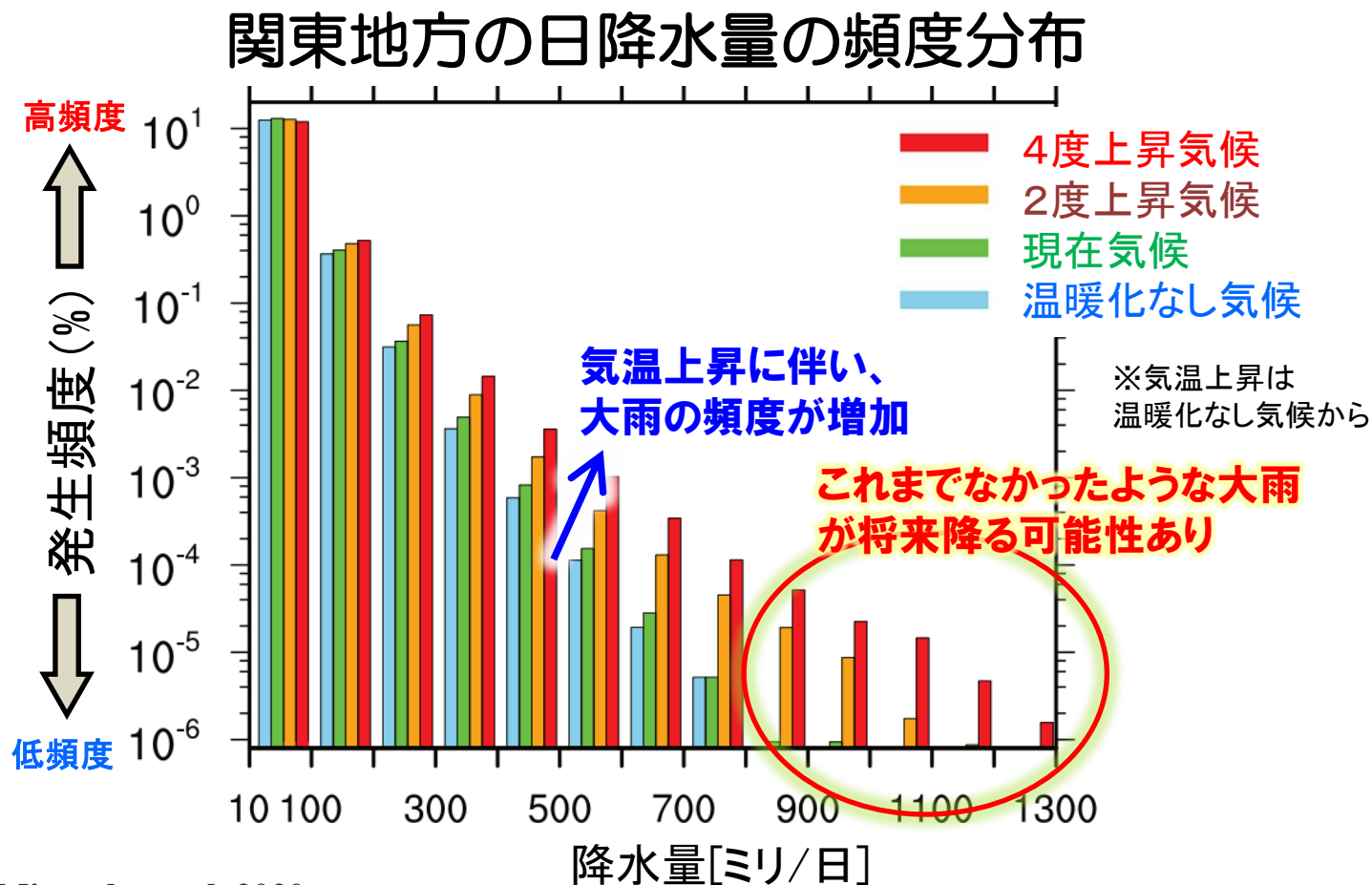


動画: https://www.youtube.com/watch?v=Y_Gq0EmlBic

統合 気候 youtube



極端な大雨の将来変化（関東地方）

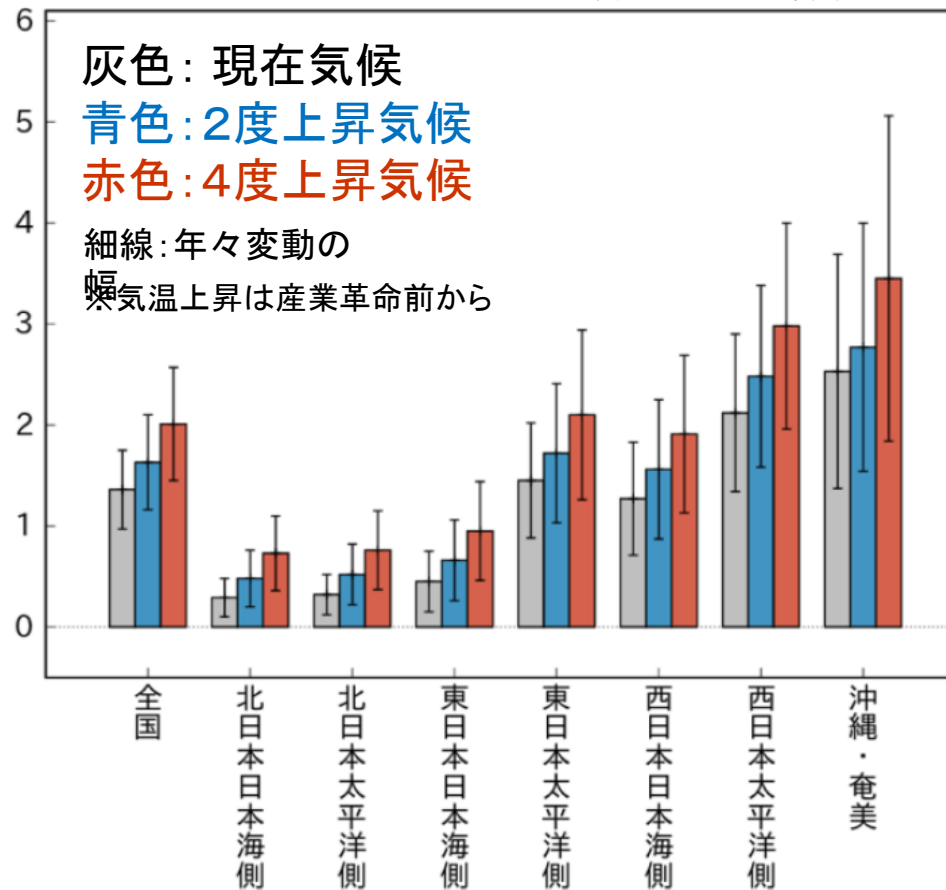


Miyasaka et al. 2020

日降水量100ミリ以上の日数の変化(地域別)



1地点あたりの年間発生回数



いずれの地域も気温の上昇とともに大雨日数が増加

4度上昇では、東日本の太平洋側の日数が、現在の西日本の太平洋側の日数とほぼ同程度になる



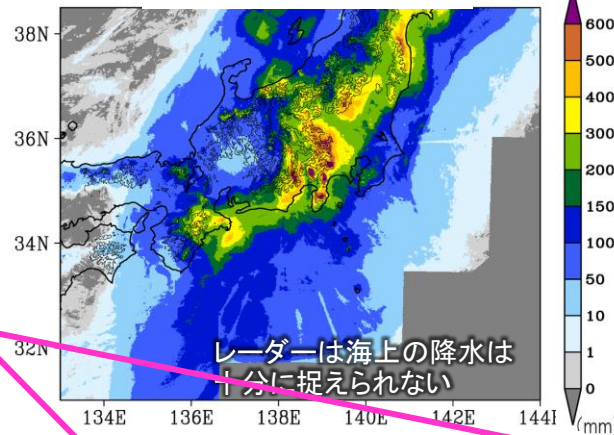
(日本の気候変動2020)

令和元年東日本台風の大雨に対する影響

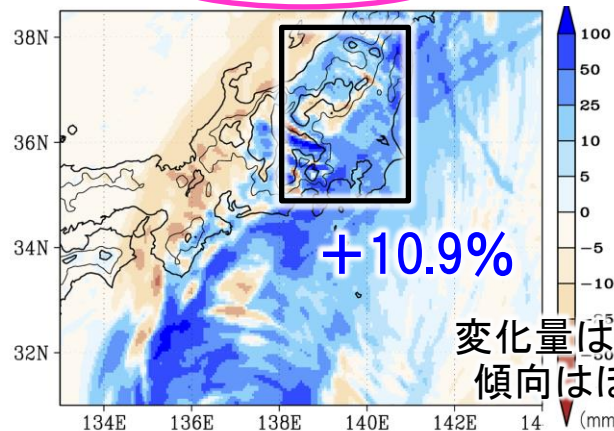
天気予報モードで現象を正確に再現した上で、気温だけ温暖化が進行する以前の状態に戻す

温暖化なしの世界の定義の仕方によっても結果は変動するが、気温上昇によって令和元年東日本台風の雨量が増加したことは明らか。

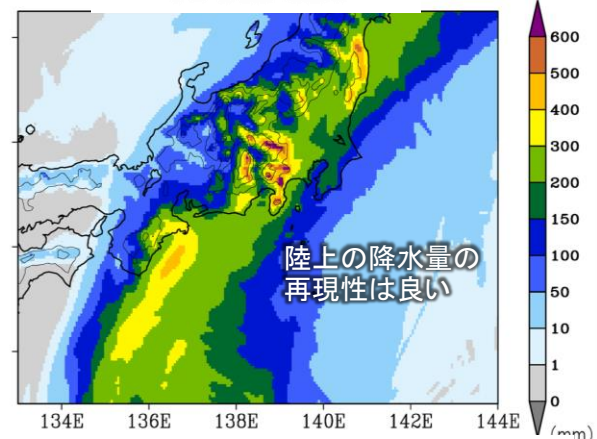
解析雨量



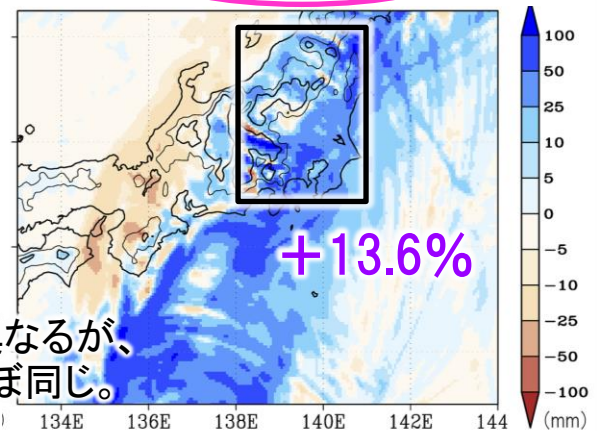
気温&海面水温上昇による変化
(1980年以降)



再現実験



気温&海面水温上昇による変化
(産業革命以降)



変化量は異なるが、傾向はほぼ同じ。

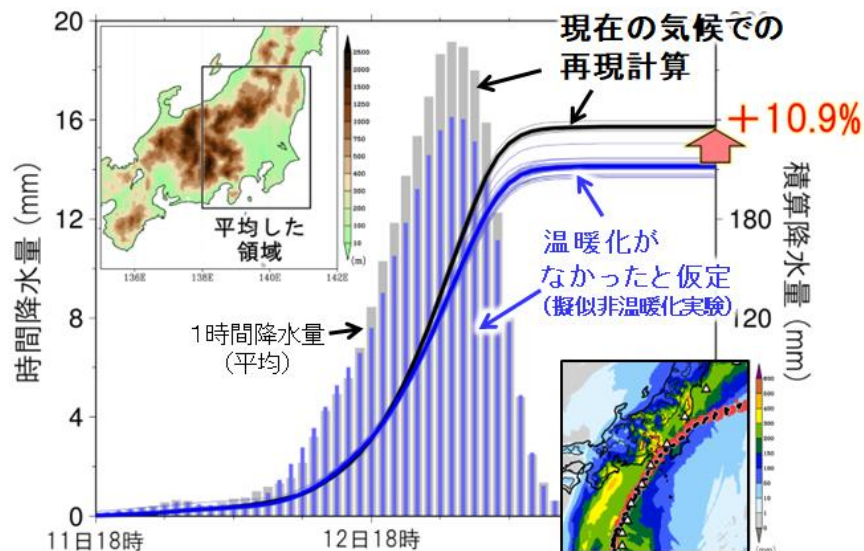
『温暖化あり』実験
マイナス
『温暖化なし』実験

東北や北陸、関東甲信で、温暖化により降水量が増加

将来、令和元年東日本台風と同じような台風が来たら・・

天気予報モードで現象を正確に再現した上で、**気温だけ温暖化が進行する以前の状態に戻す**

天気予報モードで現象を正確に再現した上で、**気温だけ上昇させる**



- 気温及び海面水温の上昇に伴う水蒸気量の増加
- 海面水温の上昇に伴う台風の強化

※ 工業化以降の気温上昇で見積もると13.6%の増加

さらに温暖化が進んだ将来に襲来したら・・・

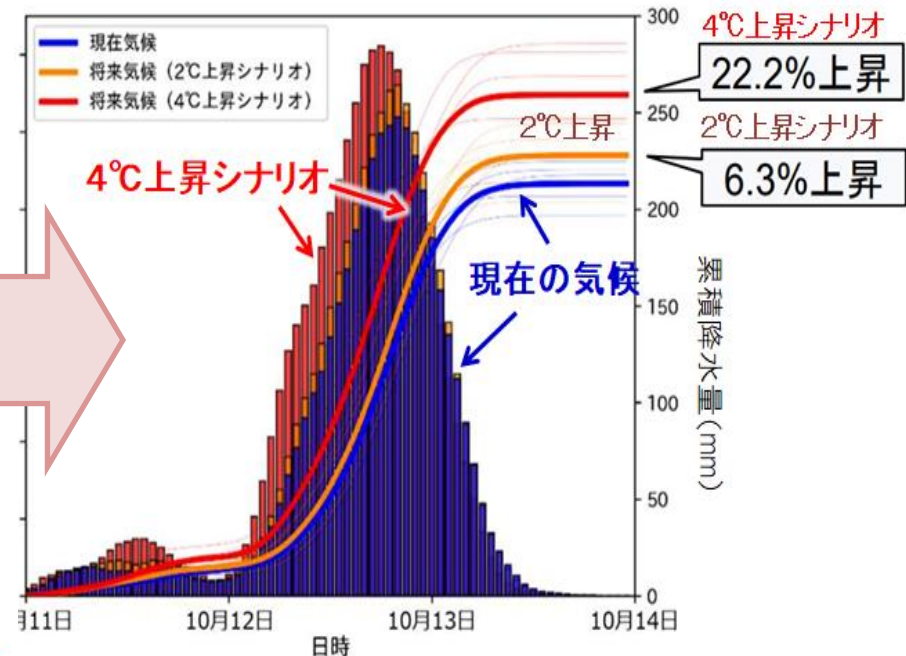
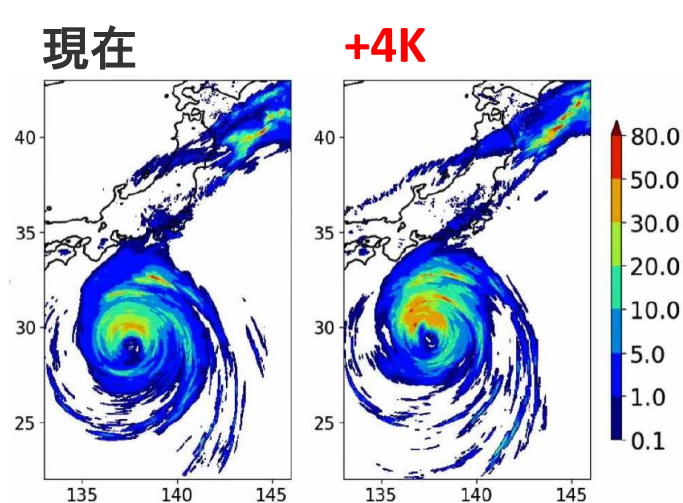


図10 関東・東北地方において平均した時間降水量・累積降水量の変化

将来、令和元年東日本台風と同じような台風が来たら・・・



時間降水量[mm]

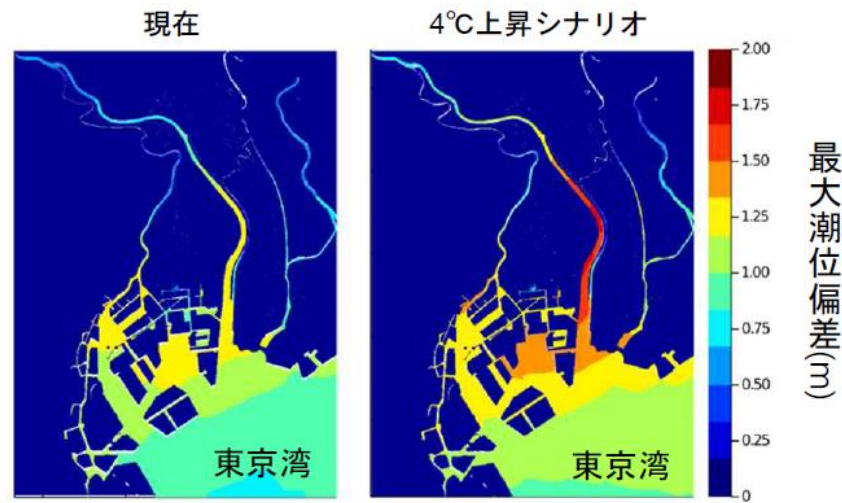


図4 高潮による最大潮位偏差の変化

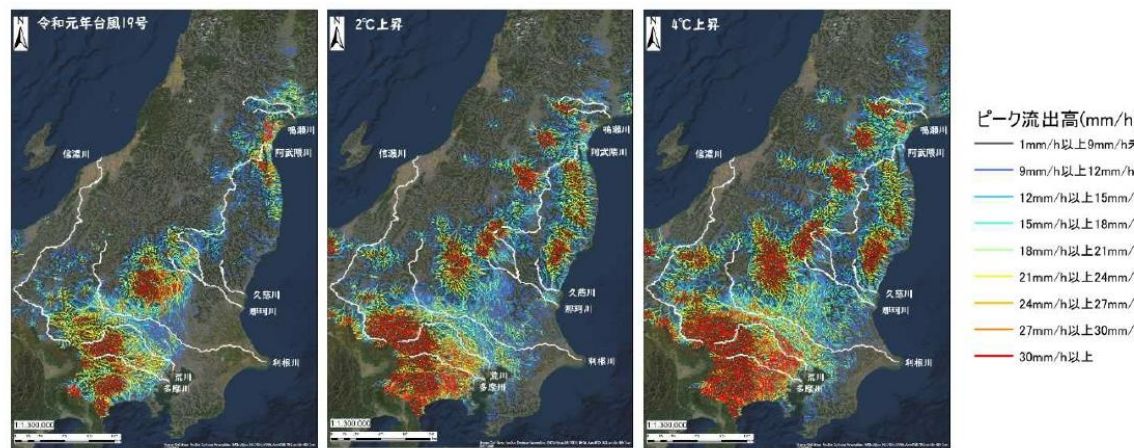


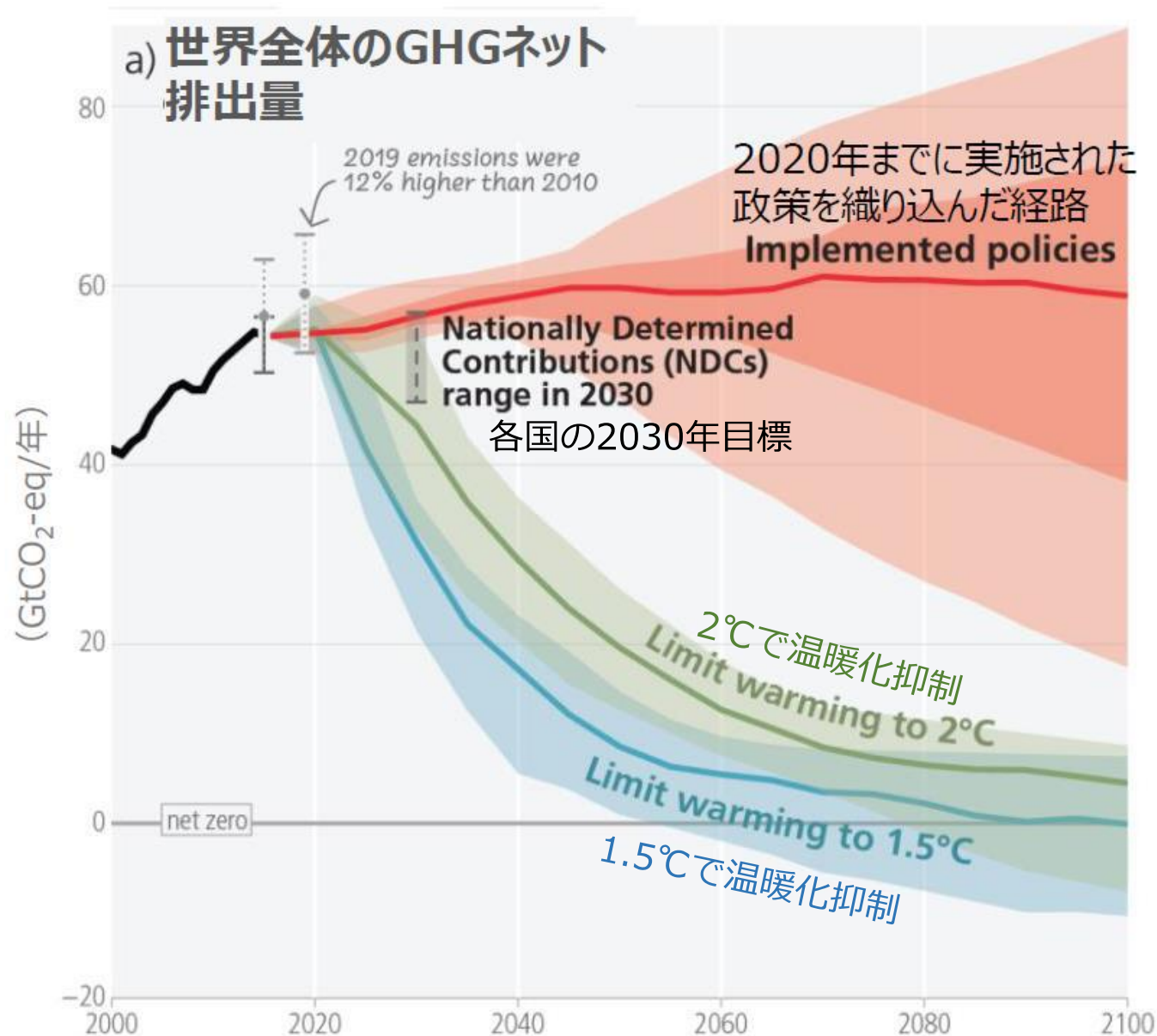
図13 ピーク流出高の変化 (RRI、2°C上昇、4°C上昇シナリオは5ケースの平均を示す)



環境省2020

気象学者と水文学者が連携してアトリビューション研究に取り組む体制が強化されつつある。
暴露や脆弱性まで考慮した災害リスクのイベント・アトリビューション研究へ

1.5度目標達成はいばらの道



IPCC AR6 SYR,
Fig. SPM.5a

おわりに

□ イベント・アトリビューションの意義

- ◆ Event Attributionの結果を社会に対して迅速に情報発信することで、**気候変動問題に対する一人一人の実感を促す**
- ◆ **問題解決に向けた行動**(国が打ち出す緩和策への理解、災害に対する危機意識の向上)につなげる一助に

□ 実感を高めるために(アクションブルEA)

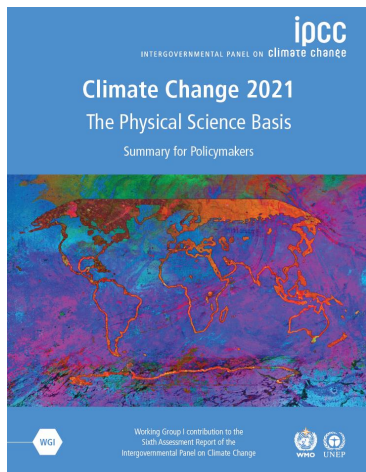
- ◆ 他分野の研究者との連携を強化し、個人個人が実感しやすい**身近な変数**に焼き直す(熱中症搬送者数、浸水面積、農作物の収穫高、被害額 etc...)
- ◆ 異常気象発生直後に社会が求めるタイミングで**迅速に情報発信**
- ◆ 将来もし同じような自然現象が起こったら・**想像力**を掻き立てる**将来の情報**

参考

参考資料

書籍以外は
WEBから
閲覧可能

Climate Change 2021



日本の気候変動2020



地球温暖化予測情報第9巻



勢力を増す台風



気候変動監視レポート2022

