



地球温暖化と気候変動

2024年2月6

福島地方气象台

調査官 桜井美菜子



- 0 昨年（2023年）を軽く振り返る
- 1 地球温暖化
- 2 今起こっていること
～ 観測データから、最近の研究から
- 3 将来予測 ～ 2通りのシナリオ
- 4 まとめ



0 昨年（2023年）を振り返る

・2023年（令和5年）の日本の天候は、年平均気温は全国的に高く、特に北・東・西日本で記録的な高温となった。

・2023年（令和5年）の日本の平均気温偏差は、統計を開始した1898年以降で最も高い。

・最近5年（2019年～2023年）は、全て歴代5位以内となる。

・日本の年平均気温は、100年あたり1.35℃の割合で上昇。1990年代以降、高温となる年が多くなっている。

・地球温暖化の進行に伴って、このような記録的な高温が発生しやすくなっている。

気象庁
Japan Meteorological Agency

報道発表
令和5年12月22日
気象庁

いのちとくらしをまもる
防災減災

2023年（令和5年）の天候のまとめ（速報）

- 日本の年平均気温及び日本近海の平均海面水温はいずれも、これまでの1位の記録を大きく上回って統計開始以降最も高い値となる見込みです。
- 世界の年平均気温も、これまでの1位の記録を大きく上回って統計開始以降最も高い値となる見込みです。世界各地で異常高温が発生し、各国の月平均気温や季節平均気温の記録更新が報告されました。

○日本の天候等について（別紙1-1、1-2参照）

- ・2023年の日本の年平均気温偏差^{※1}は+1.34℃（1～11月の期間から算出した速報値）で、統計開始以降最も高い値となった。これは、1946年の統計開始以降の+0.65℃を大幅に上回った。
- ・東・西日本では、夏・秋の3季節連続で、それぞれ1位タイの高温となり、東・西日本太平洋側では、それぞれ1位の少雨及び多量日照となった。
- ・2023年の日本近海では、10月～11月の期間から算出した速報値だった2021年並みの値となった。

気象庁
Japan Meteorological Agency

報道発表
令和6年1月4日
大気海洋部

いのちとくらしをまもる
防災減災

2023年（令和5年）の天候

2023年（令和5年）の日本の天候は、年平均気温は全国的に高く、特に北・東・西日本で記録的な高温となりました。秋は西日本太平洋側で記録的な少雨多照となりました。

2023年（令和5年）の日本の天候の特徴は以下のとおりです。

○年平均気温は全国的に高く、特に北・東・西日本で記録的な高温となりました。春から秋にかけて気温の高い状態が続き、低温は一時的だったため、年平均気温は全国的に高く、特に北・東・西日本でかなり高くなりました。1946年の統計開始以降、北・東日本では年平均気温が1位の高温、西日本では1位タイの高温となりました。北・東日本は春・夏・秋の3季節連続で季節平均気温が1位の高温となり、西日本では夏の平均気温が1位タイの高温となりました。

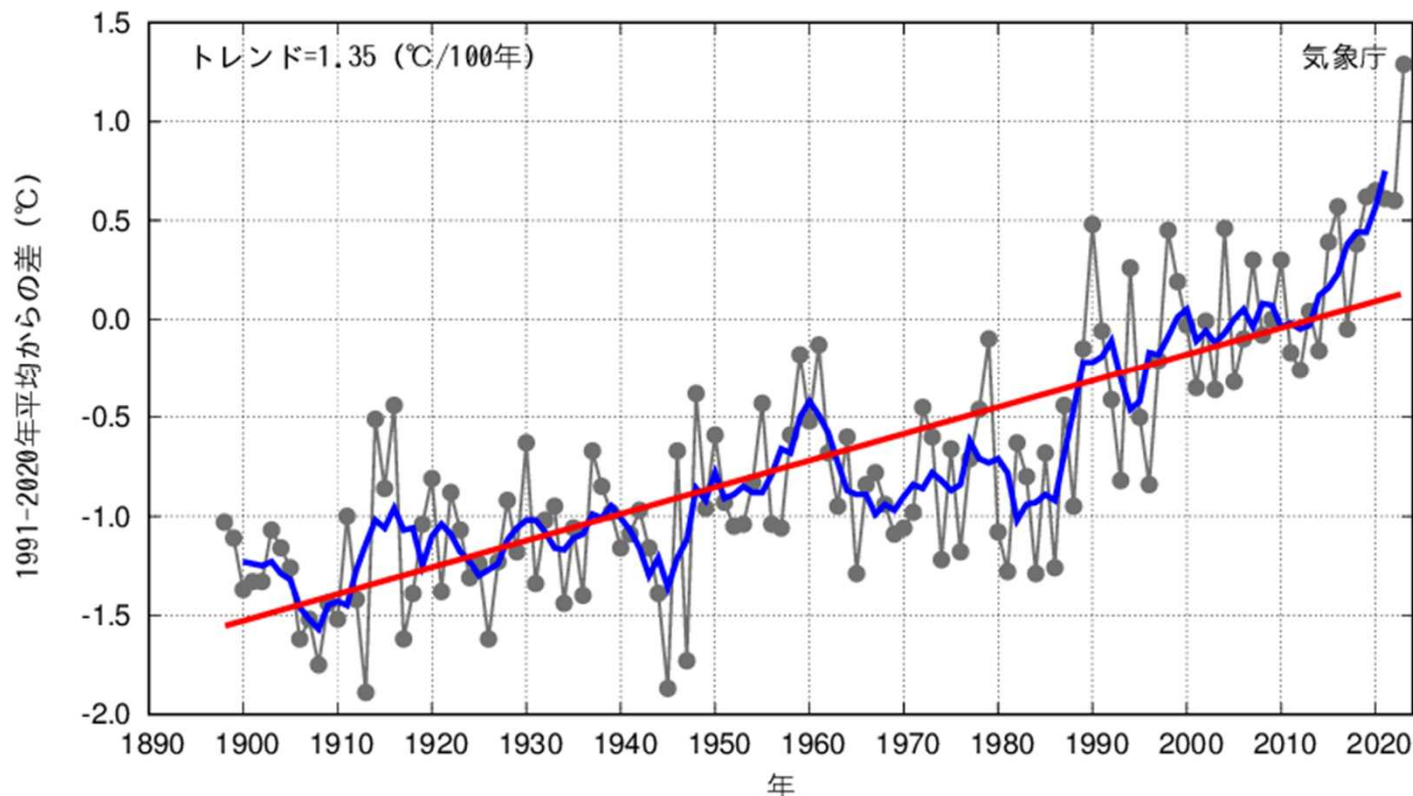
○秋は西日本太平洋側で記録的な少雨多照となりました。東・西日本太平洋側と沖縄・奄美では、秋雨前線や低気圧、台風の影響を受けにくく、高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、秋の降水量はかなり少なく、秋の日照時間はかなり多くなりました。特に西日本太平洋側では、秋の降水量年比が48%、秋の日照時間年比が120%となり、1946年の統計開始以降、秋として1位の少雨及び多照となりました。

別紙（概況、統計値等）[PDF形式:2.27MB]
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko2023_besshi.pdf

0 昨年（2023年）を振り返る



日本の年平均気温偏差



順位	年	平均気温偏差 (°C)
1	2023	+1.29
2	2020	+0.65
3	2019	+0.62
4	2021	+0.61
5	2022	+0.60
6	2016	+0.58
7	1990	+0.48
8	2004	+0.46
9	1998	+0.45
10	2015	+0.39

日本の年平均気温の経年変化（1898～2023年）

細線（黒）：各年の平均気温の基準値からの偏差、

太線（青）：偏差の5年移動平均値、

直線（赤）：長期変化傾向。

基準値は1991～2020年の30年平均値。



1 地球温暖化

1 地球温暖化とは？



地球の平均気温



＝温室効果ガスあり: 14°C

＝温室効果ガスなし: -19°C

温室効果ガス

戻る熱

逃げる熱

太陽からの熱



地球の大気は、**温室効果ガス**と呼ばれる、**宇宙に熱が逃げることを防ぐ気体**を含んでいます。

その結果、地球は温暖な気候を保っていますが、**温室効果ガスが増えすぎると、地球の気温が上がっていきます。**

これを「**地球温暖化**」といいます。

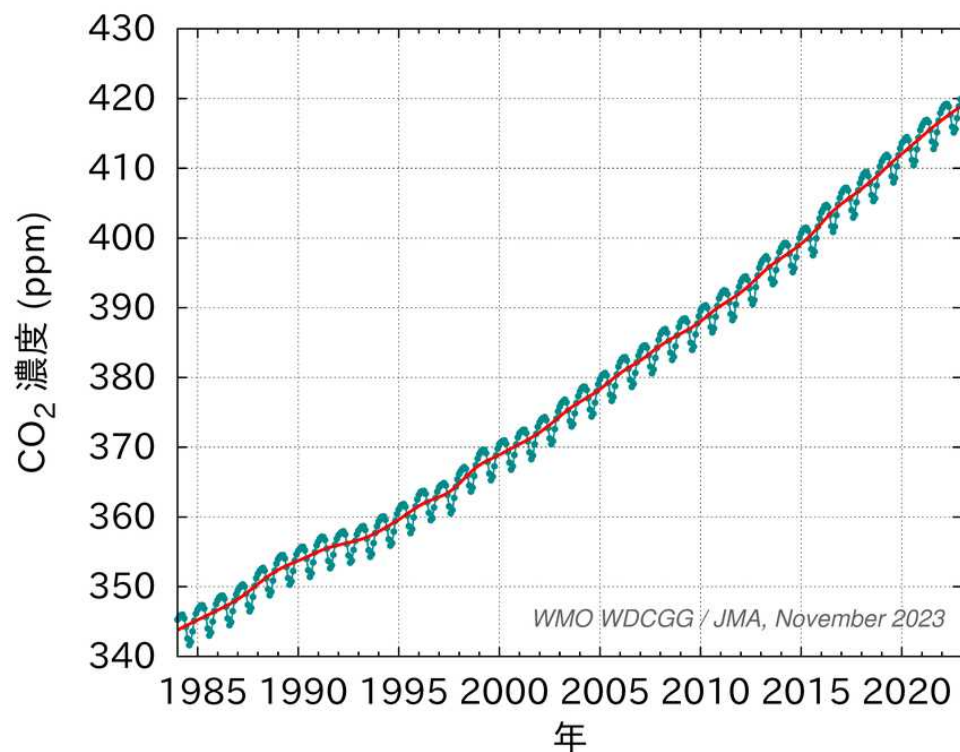
1 地球温暖化 二酸化炭素濃度の変化



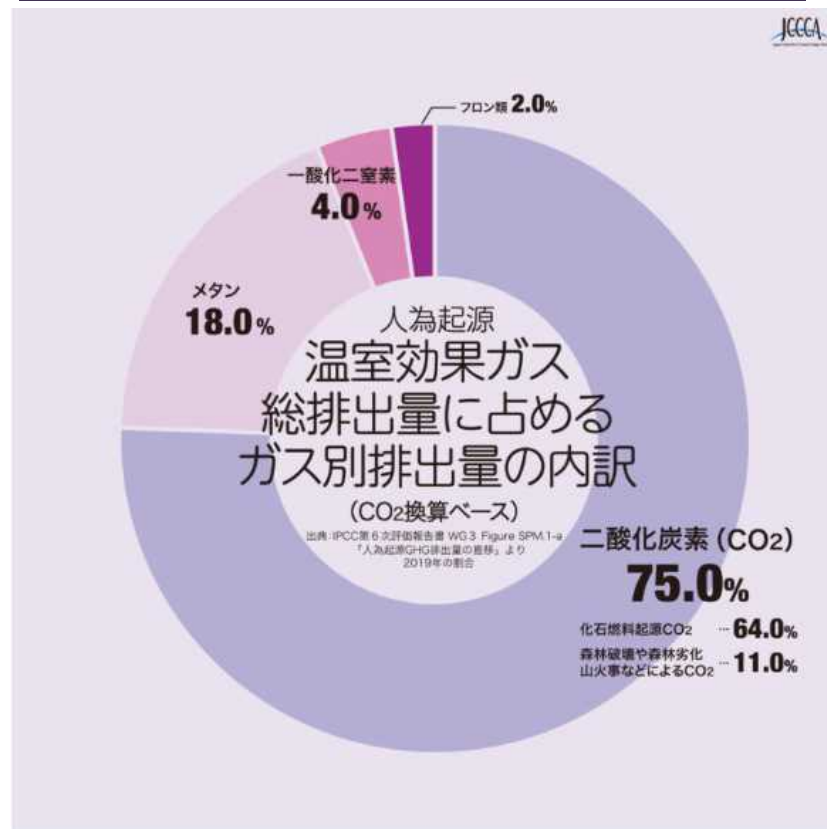
- 2022年の大気中の二酸化炭素の平均濃度は417.9ppmで、工業化以前(1750年頃、278ppm)の150%に達した。

WMO温室効果ガス年俵第19号 (2023年11月15日)

地球全体の大気中の二酸化炭素濃度



人為起源温室効果ガスの割合



青色線は月平均濃度、赤色線は季節変動を除去した濃度を示す。

左図: 気象庁HP「二酸化炭素濃度の経年変化」https://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/co2_trend.html

右図: 出典) IPCC第6次評価報告書「人為起源GHG排出量の推移」より全国地球温暖化防止活動推進センター (<https://www.jccca.org/>) より

1 地球温暖化

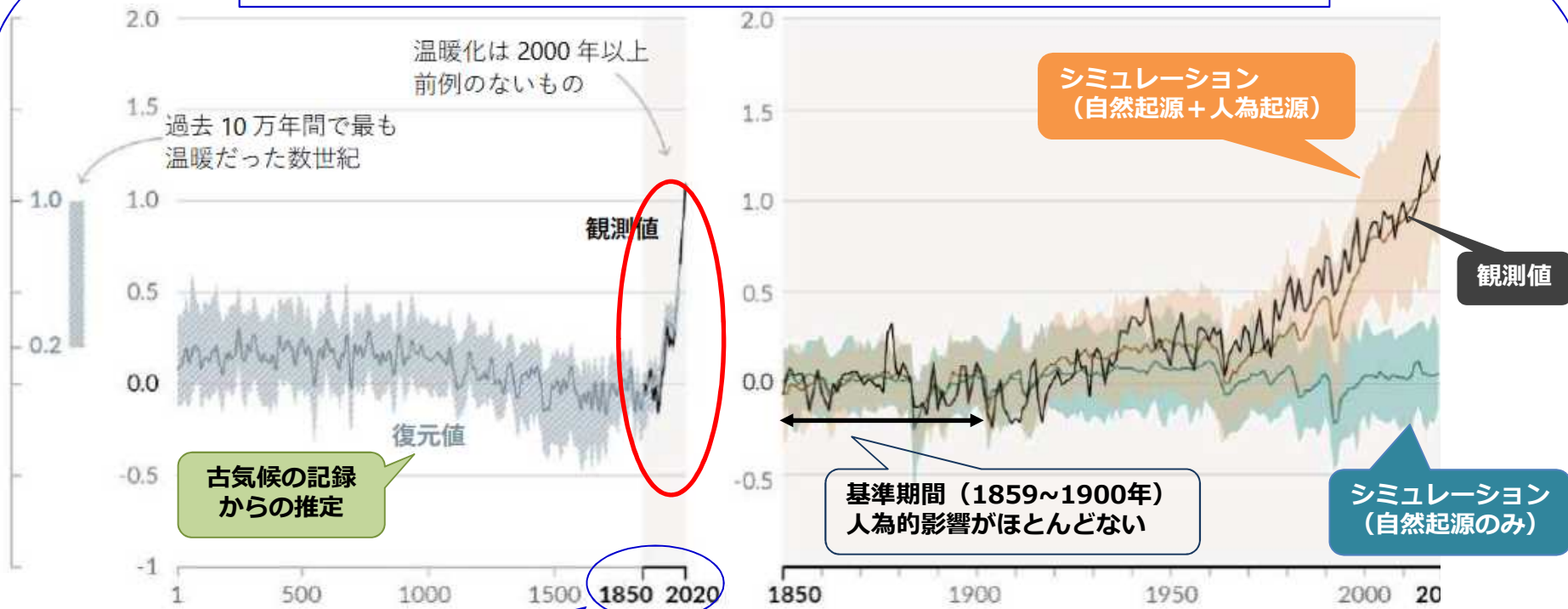


「人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」 <IPCC第6次評価報告書>

世界の平均気温の変化

左：過去2000年間

右：1850年以降



ここを拡大したのが右のグラフの範囲

IPCC AR6 WG1報告書「政策決定者向け要約」(暫定訳) 図SPM.1より (1850年~1900年を基準)

1 地球温暖化



「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」 <IPCC第6次評価報告書>

これまでの評価の遷移

■ 第5次評価報告書（2013）

- ✓ 気候システムの温暖化には疑う余地がなく、また1950年代以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものである。
- ✓ 人間による影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高い。

■ 第4次評価報告書（2007）

- ✓ 気候システムの温暖化には疑う余地がない。
- ✓ 20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の増加によってもたらされた可能性が非常に高い。

■ 第3次評価報告書（2001）

- ✓ 過去50年間に観測された温暖化の大部分は、温室効果ガス濃度の増加によるものであった可能性が高い。

■ 第2次評価報告書（1995）

- ✓ 識別可能な人為的影響が全球の気候に現れている。

■ 第1次評価報告書（1990）

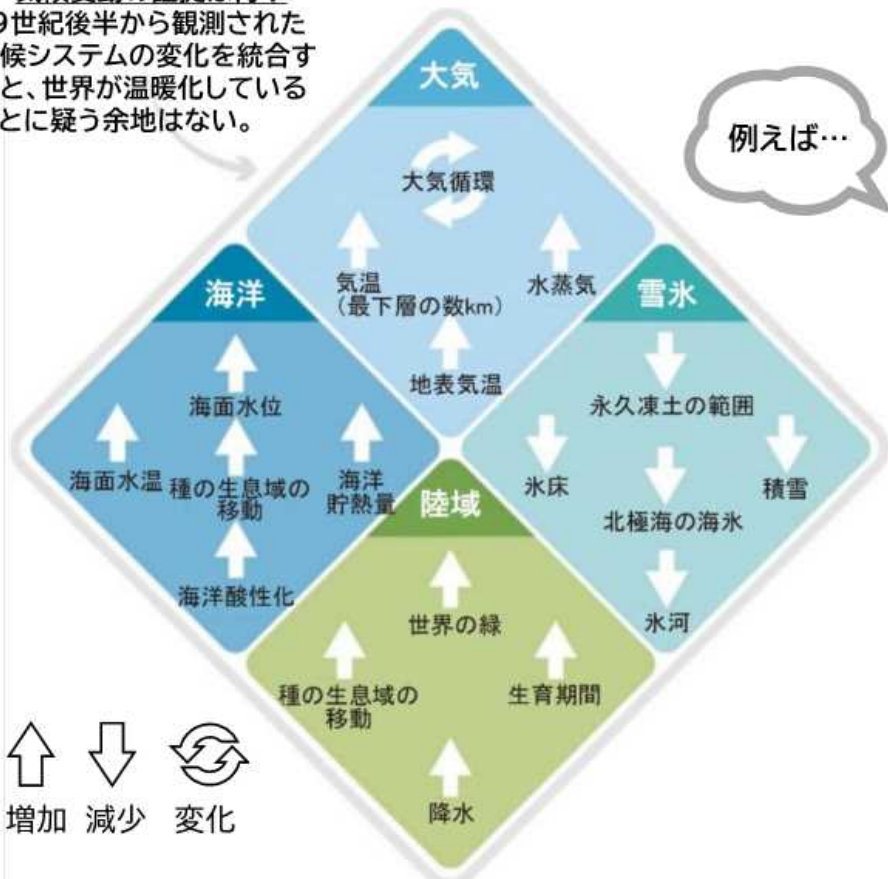
- ✓ 人為起源の温室効果ガスは気候変化を生じさせる恐れがある。

1 地球温暖化 気候の構成要素（気候システム）の変化



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ます。

気候変動の証拠は何？
19世紀後半から観測された気候システムの変化を統合すると、世界が温暖化していることに疑う余地はない。



海面水位上昇

1900年以降、
少なくとも過去3000年で
最も急速に上昇

世界平均気温

1970年以降
少なくとも過去2000年で例
がない上昇速度

海洋の昇温

最終氷期終末期(1.1万年前)
よりも急速に昇温

晩夏の北極海の海水

2011~2020年
少なくとも過去1000年で
最も少ない

海洋酸性化

過去数十年の表層の酸性化*は
過去200万年でも異例

*「酸性化」はpHの低下を意味する。

氷河の後退

1950年代以降
世界全体で後退
少なくとも過去2000年で
前例がない

↑ 増加
↓ 減少
↻ 変化

図 過去数十年に気候システムで観測された顕著な変化の例
出典:AR6 WG1 FAQ2.2 図1

1 地球温暖化 ここまでのまとめ



「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ます。」

<IPCC第6次評価報告書>

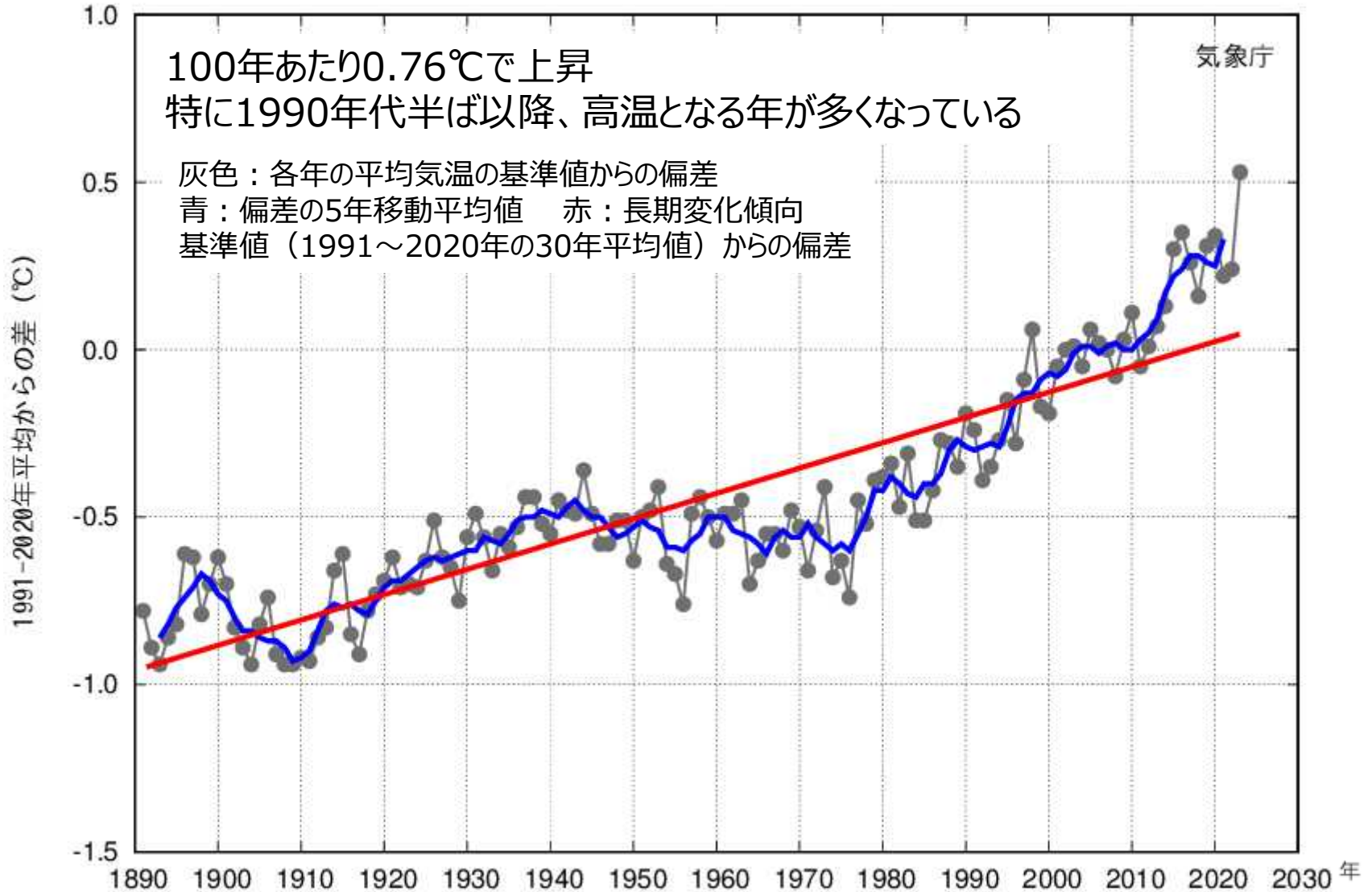
地球温暖化に伴う気候の変化は、
「いつか起きること」ではなく、
「もう起きていること」。



2 今起こっていること



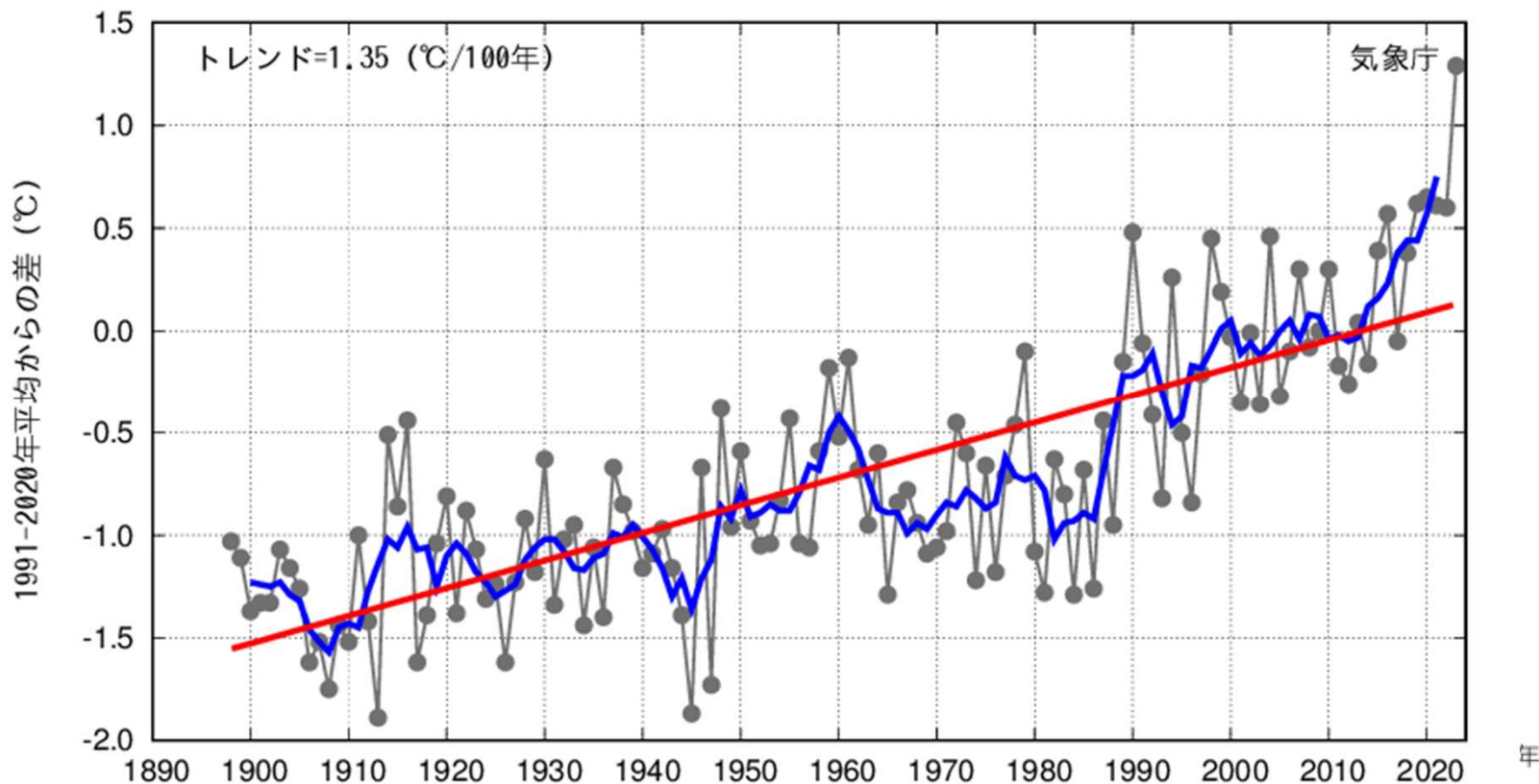
世界の年平均気温偏差の経年変化 (1891～2023年速報値)





日本の年平均気温偏差の経年変化（1891～2023年）

100年あたり1.35℃の割合で長期的に上昇



日本（国内15地点平均）の年平均気温偏差（1891～2023年）

都市化の影響が比較的小さい以下の15観測地点のデータによる

網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、多度津、宮崎、名瀬、石垣島

灰色：各年の値 青：5年移動平均 赤：長期的な変化傾向



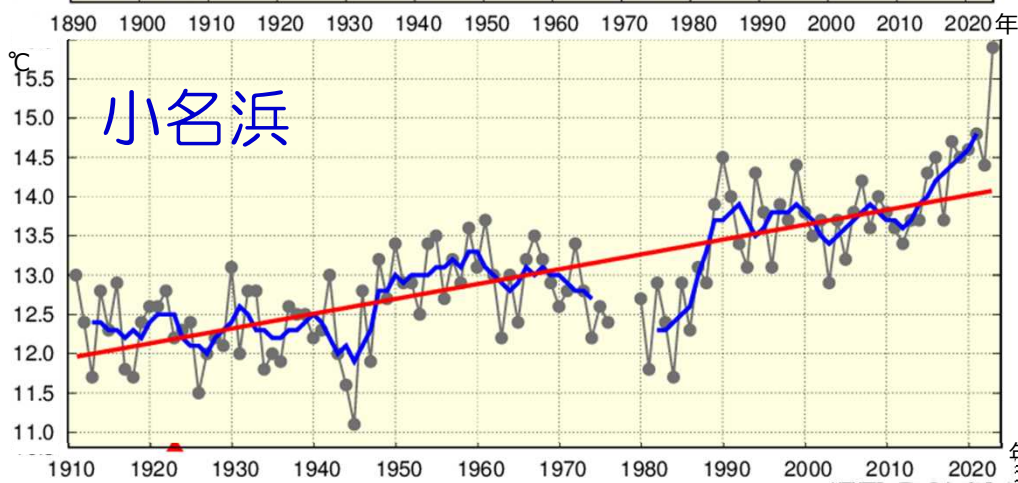
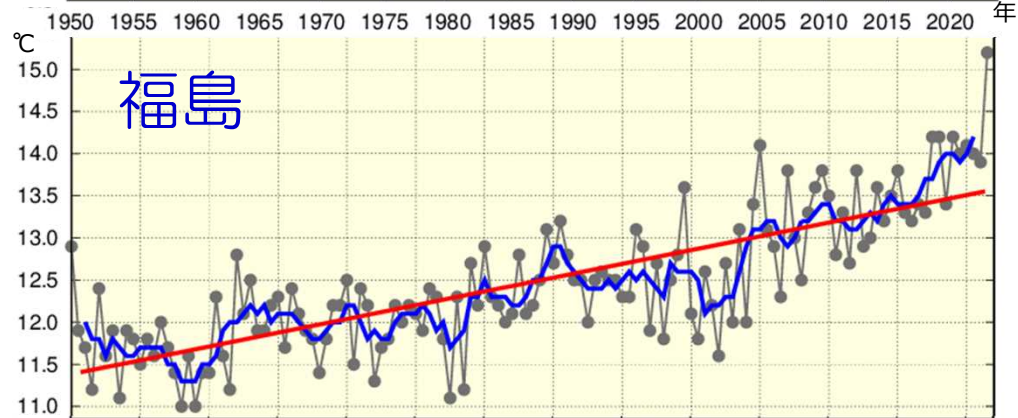
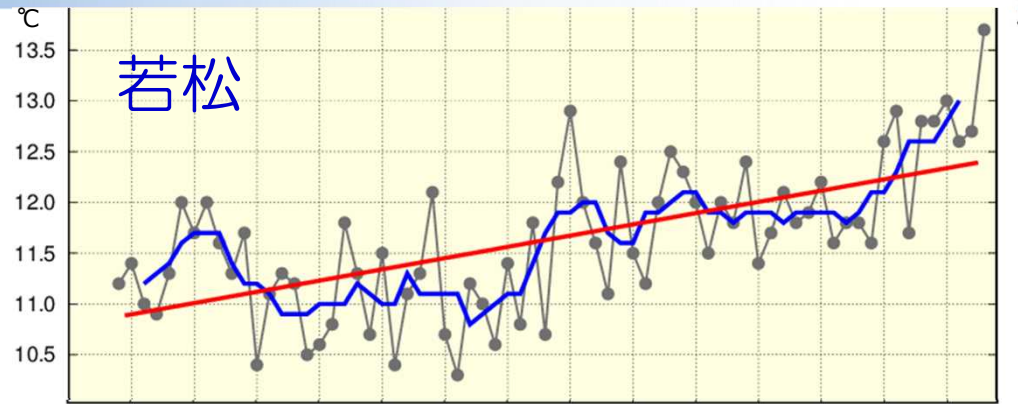
福島県の年平均気温の経年変化

統計開始～2023年
上から、若松、福島、小名浜

気温は上がる傾向にあります

トレンド
若松2.2 (°C/100年)
福島1.6 (°C/100年)
小名浜1.9 (°C/100年)

縦軸：気温 横軸：年
灰色：各年の値 青：5年移動平均
赤：長期的な変化傾向

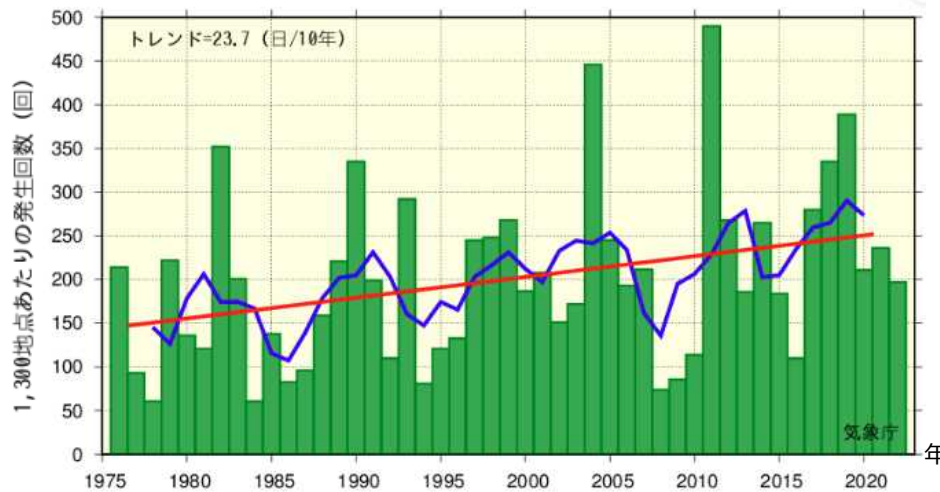




全国の大雨・短時間強雨の年間発生回数

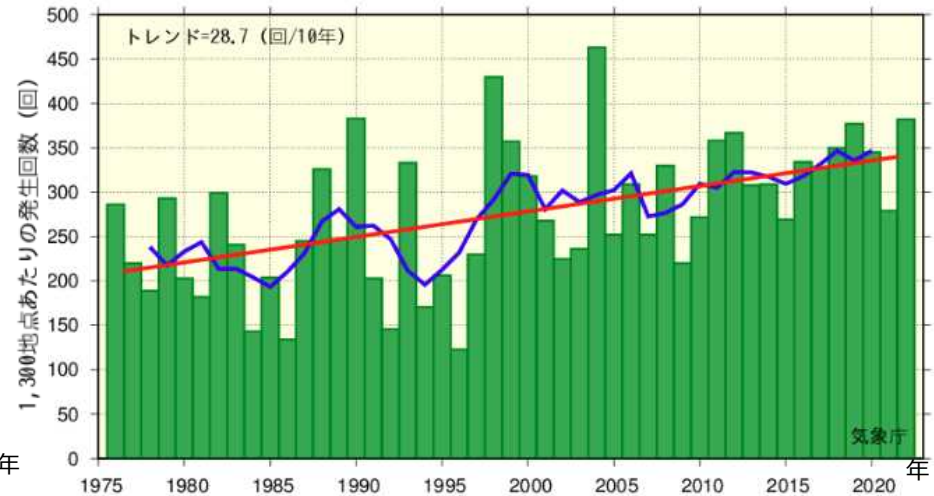
長期的に増加している

日降水量200mm以上の年間日数
(1901～2021年)



全国のアメダス約1,300地点のデータに基づく。棒グラフ(緑色)は各年の値、折れ線(青色)は5年移動平均値、直線(赤色)は長期変化傾向(信頼水準99%で統計的に有意)を示す。

1時間降水量50mm以上の年間発生回数
(1976～2022年)



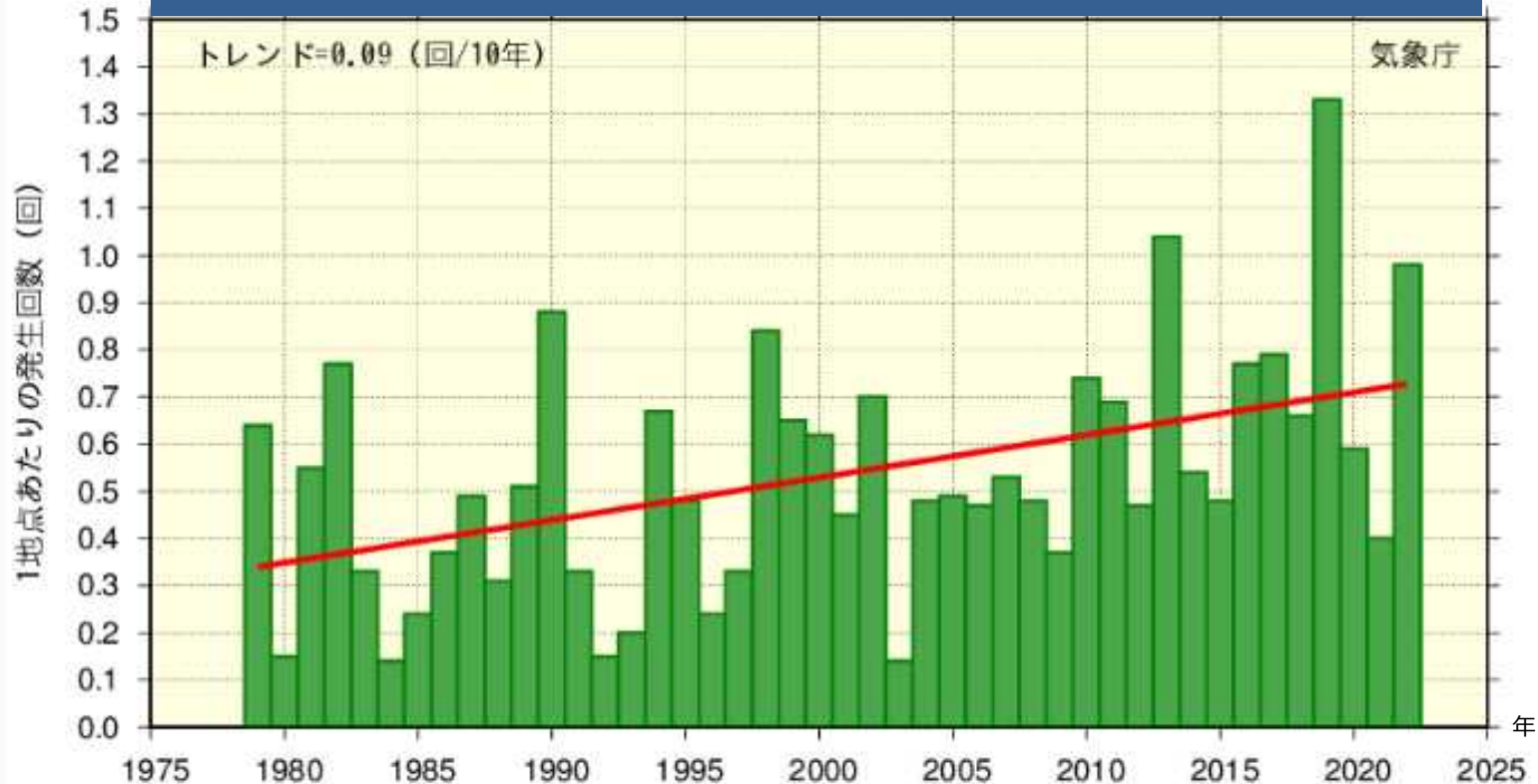
全国のアメダス約1,300地点のデータに基づく。棒グラフ(緑色)は各年の値、折れ線(青色)は5年移動平均値、直線(赤色)は長期変化傾向(信頼水準99%で統計的に有意)を示す。



東北地方の短時間強雨の年間発生回数

長期的に増加している

1時間降水量30mm以上の年間発生回数（東北地方）
（1979～2022年）



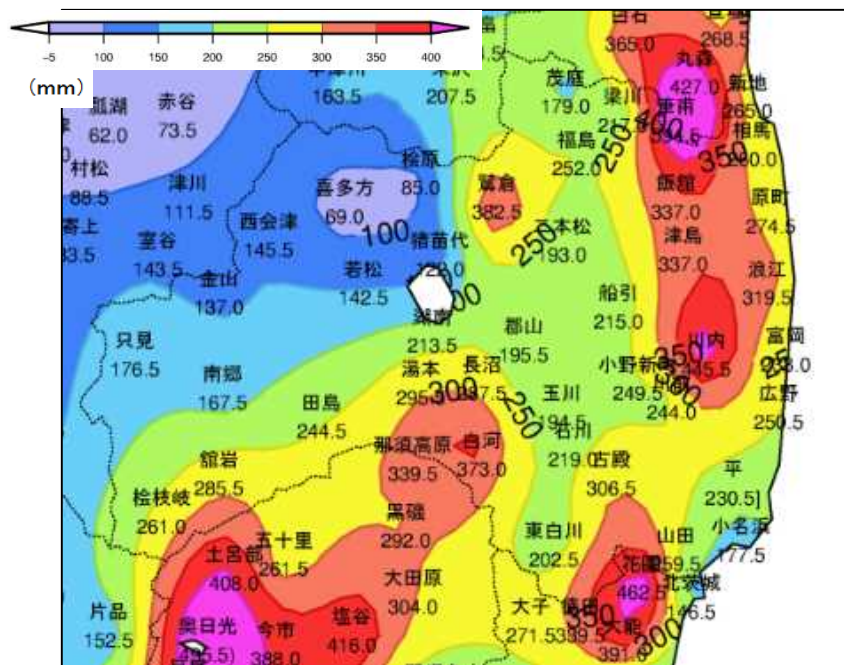
東北地方のアメダスによる観測値を1地点あたりに換算した値。棒グラフ（緑色）は各年の値、直線（赤色）は長期変化傾向（信頼水準99%で統計的に有意）を示す。



2019年10月12日を中心に、福島県でも記録的な大雨となった。 阿武隈川など河川の氾濫や土砂災害が多数発生した。

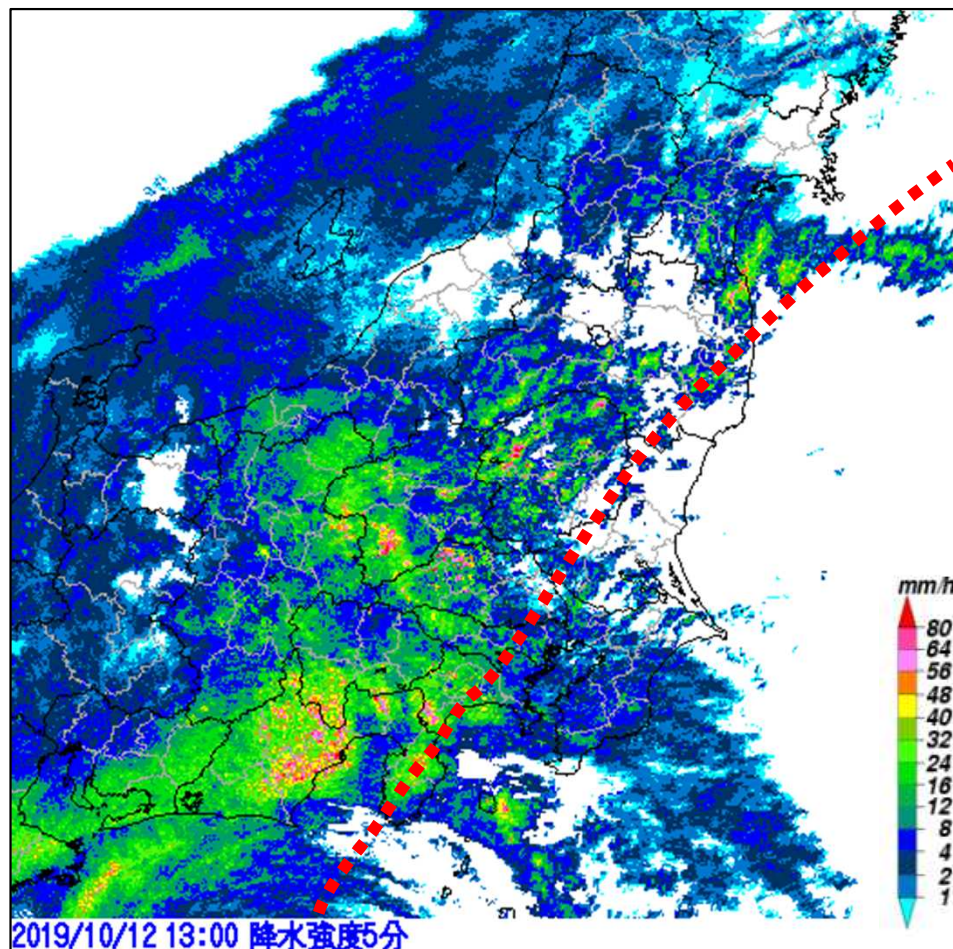
福島市内では、床上浸水、床下浸水、道路冠水、土砂崩れ、河川決壊、堤防などの損壊のほか、農地や工場、上水道などへの被害が発生した。(福島市HPより)

<https://www.city.fukushima.fukushima.jp/kikikanri-g/kikikanri/higajjoukyou.html>



2019年10月11日15時～13日6時の総降水量分布図（アメダス）

福島県内の多いところで500mmを超えるなど、平年の10月1か月分の雨量を大きく上回る大雨となった。



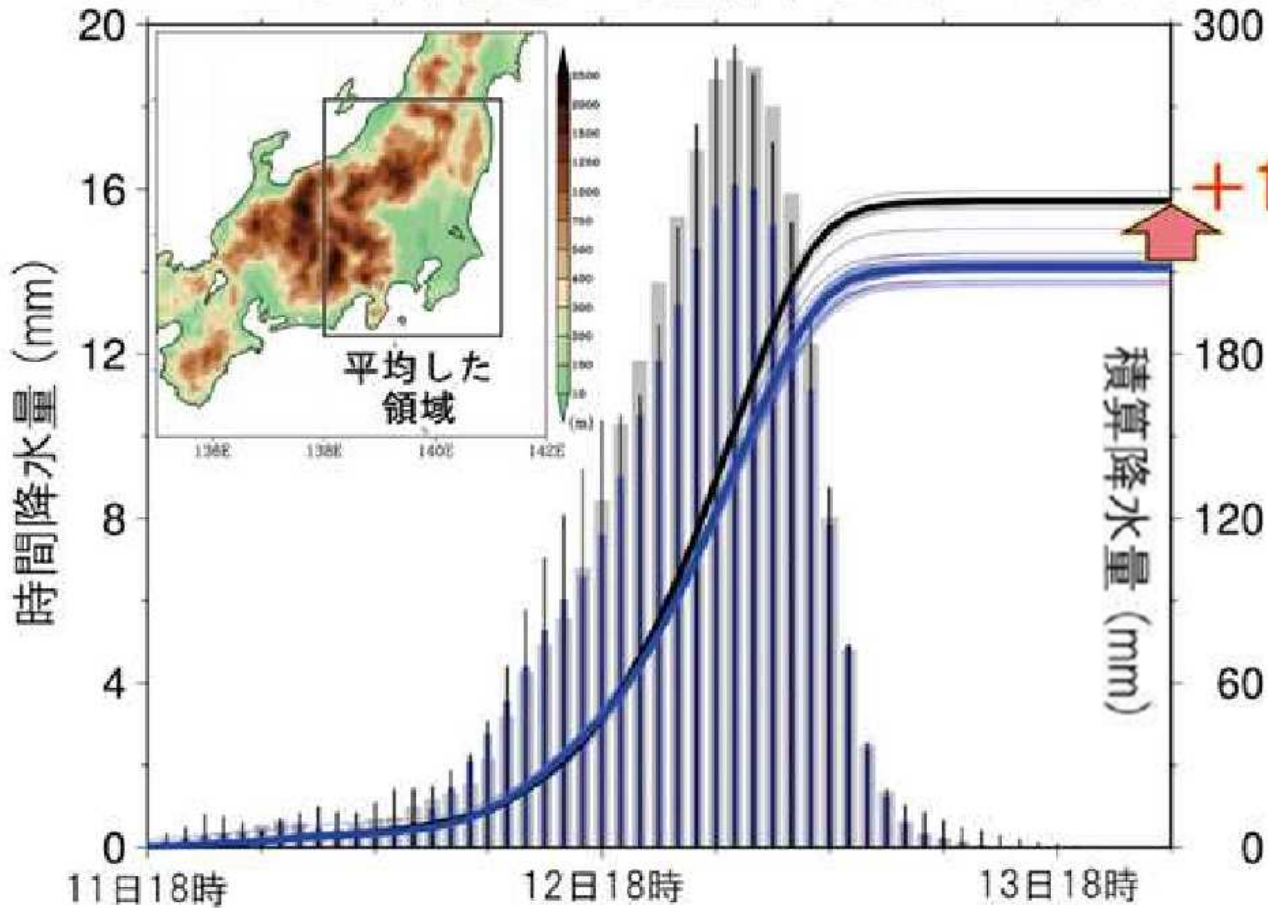
レーダー画像 2019/10/12 13:00 降水強度5分 12日13時00分～13日3時00分

2 今起きていること 最近の研究から① 令和元年東日本台風



最近の研究では、図中に示した領域の**総降水量**は、昭和55年（1980年）以降の**気温及び海面水温の上昇（およそ1.0℃）によって10.9%増加**していたと評価。「気象業務はいま2021」より

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/hakusho/2021/index.html>



積算降水量（折れ線グラフ）は、青よりも黒の方が10.9%多い。
時間降水量（棒グラフ）は青の方が短い。
↓
もし1980年以降の気温上昇がなければ、もう少し降水量は少なかったと考えられる。

令和元年東日本台風の通過に伴う関東地方周辺での降水量の時系列
灰色・黒：2020年10月のデータで再現 青色：1980年以降の気温上昇を除去



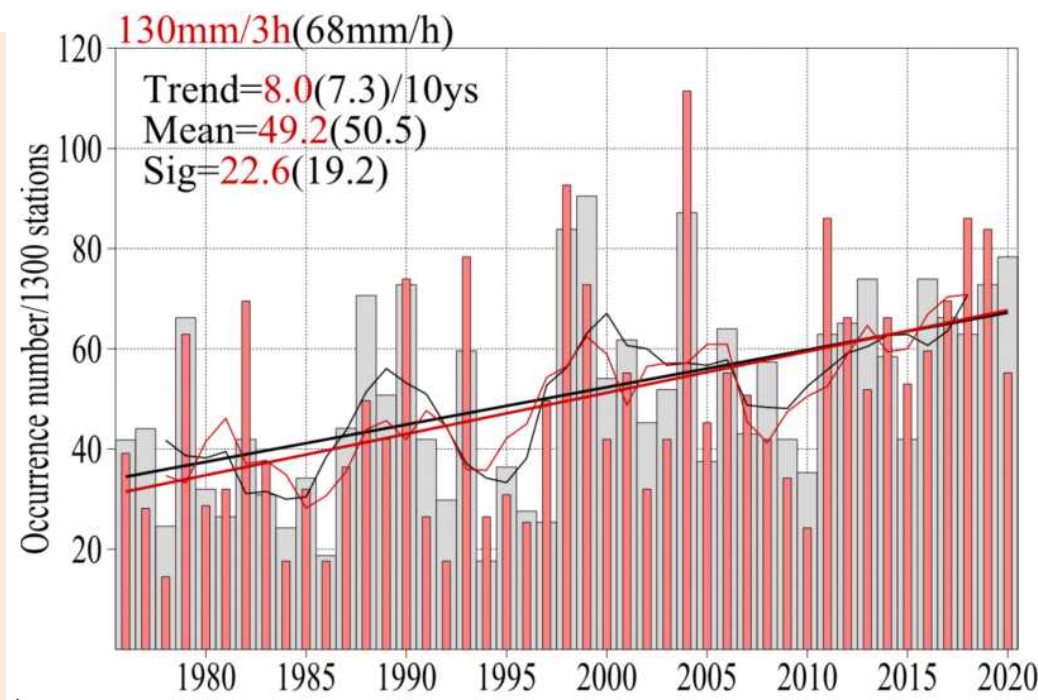
集中豪雨の発生頻度がこの45年間で増加している ～特に梅雨期で増加傾向が顕著～

1976年から2020年のアメダスデータを用いて調べたところ、

- ・集中豪雨[※]の発生頻度は大きく増加
- ・年間の発生頻度は約2.2倍
- ・月別では7月の発生頻度が約3.8倍
- ・梅雨期の集中豪雨事例の増加傾向が顕著

といった傾向が明らかになった。

※ここでは3時間で130ミリ以上の降水を集中豪雨としている。



アメダス1300地点当たりの年単位の発生回数の経年変化
 赤：集中豪雨（3時間積算降水量130ミリ以上）
 黒：短時間強雨（1時間積算降水量68ミリ以上）
 細線：5年移動平均 太線：長期変化傾向(Trend)
 Mean：年平均回数 Sig：標準偏差

報道発表資料（気象研究所令和4年5月20日）
https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R04/040520/press_release040520.pdf



3 将来予測

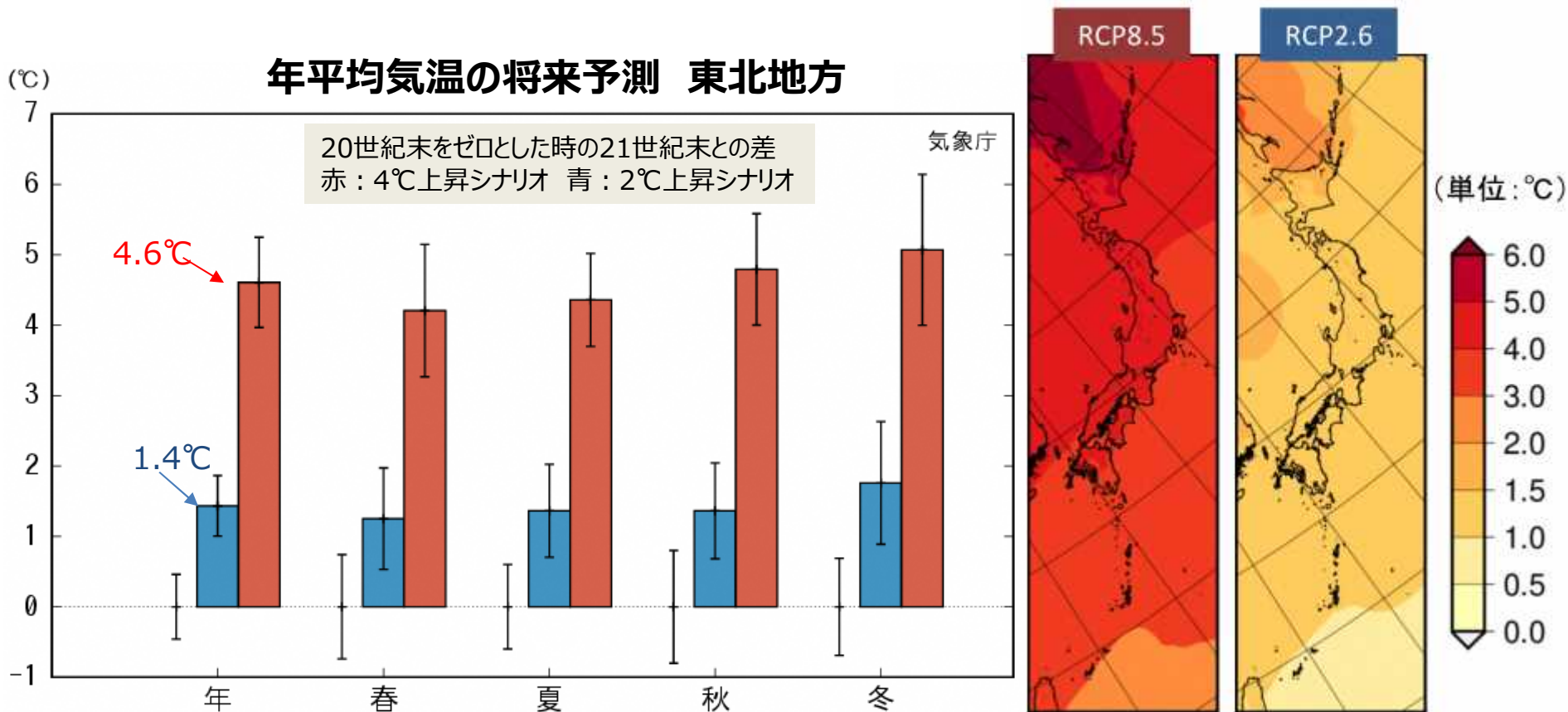


- **20世紀末から21世紀末の間**に起きる気候の変化の予測
 - ✓ 20世紀末：1980～1999年平均
 - ✓ 21世紀末：2076～2095年平均
- **2通りの設定（2通りのシナリオ）**で予測
 - **4℃上昇シナリオ（RCP8.5）**
21世紀末の世界平均気温が工業化以前と比べて約4℃上昇。
追加的な緩和策をとらなかった世界。
 - **2℃上昇シナリオ（RCP2.6）**
21世紀末の世界平均気温が工業化以前と比べて約2℃上昇。
パリ協定の2℃目標が達成された世界。

3 将来予測 ～東北地方の平均気温の将来予測 気温



- 東北地方の年平均気温は、**4℃上昇シナリオ(RCP8.5)**で約**4.6℃**、**2℃上昇シナリオ(RCP2.6)**で約**1.4℃**上昇。
- 冬の方が気温の上昇が大きい。

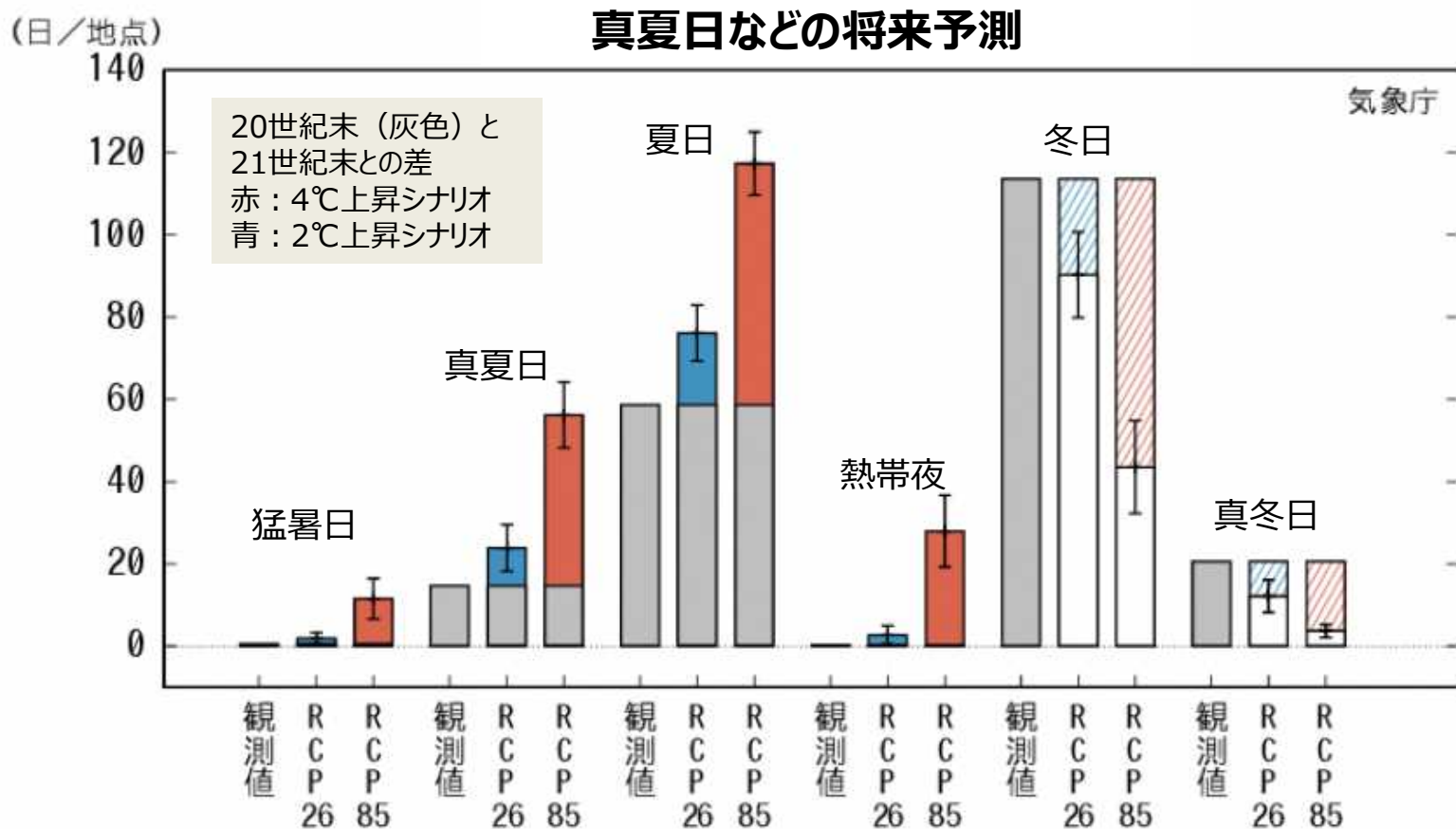


予測される変化（20世紀末と21世紀末の差）を棒グラフ、年々変動の幅を細い縦線で示す。
棒グラフの色は、青が2℃上昇シナリオ（RCP2.6）に、赤が4℃上昇シナリオ（RCP8.5）に、それぞれ対応する。
棒グラフが無いところに描かれている細い縦線は、20世紀末の年々変動の幅を示している。

3 将来予測 ～東北地方の平均気温の将来予測 真夏日



- ・4℃上昇シナリオ(RCP8.5)では真夏日が約42日、熱帯夜が約28日増加。
- ・2℃上昇シナリオ(RCP2.6)では真夏日が約9日、熱帯夜が約2日増加。



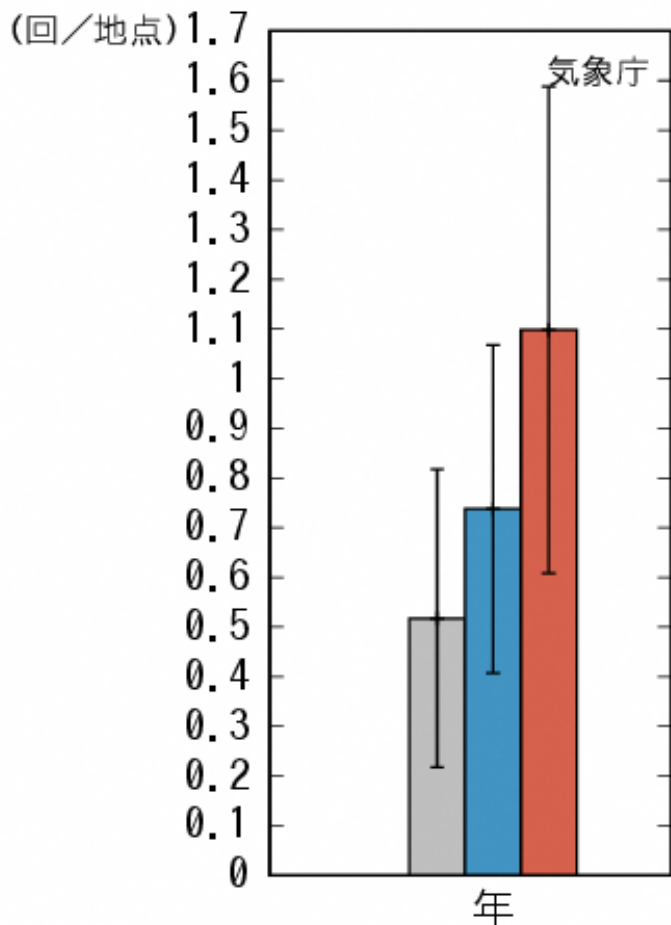
棒グラフは、灰色部分が20世紀末の観測値、塗りつぶし及び斜線部分が将来変化量(※)、細縦線は年々変動の幅を示す。
(赤色はRCP8.5シナリオ、青色はRCP2.6シナリオに基づく予測。斜線部分は減少する予測を意味する。) ※気候モデルで予測した21世紀末(2076～2095年)の気候から気候モデルで再現した20世紀末(1980～1999年)の気候を引いた値

3 将来予測 ～東北地方の雨の降り方



大雨の回数

1日に100mm以上の雨の降る日は、
4℃上昇シナリオ (RCP8.5) で約2.1倍
2℃上昇シナリオ (RCP2.6) で約1.4倍

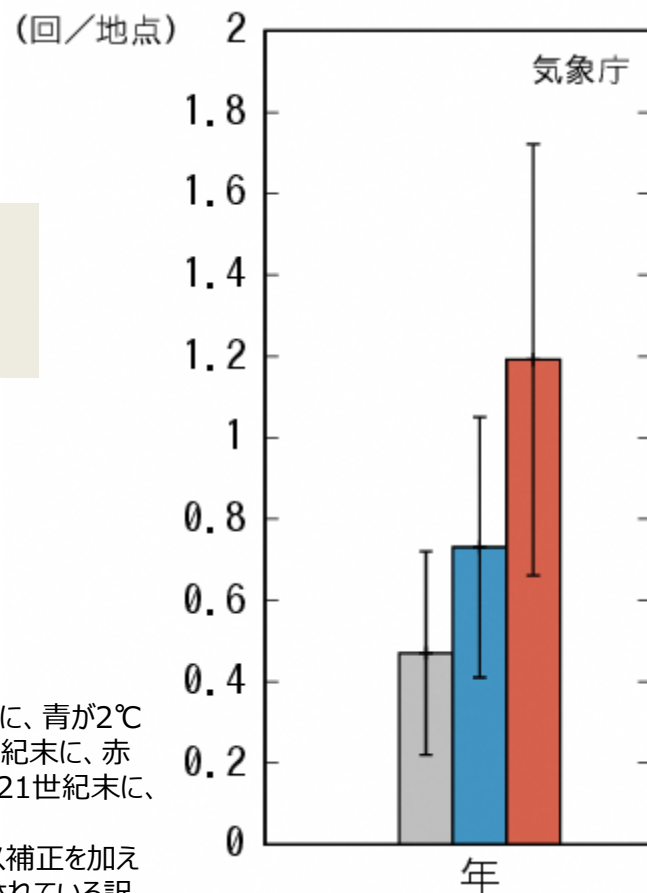


20世紀末 (灰色) と
21世紀末との差
赤：4℃上昇シナリオ
青：2℃上昇シナリオ

棒グラフの色は、灰色が20世紀末に、青が2℃
上昇シナリオ (RCP2.6) の21世紀末に、赤
が4℃上昇シナリオ (RCP8.5) の21世紀末に、
それぞれ対応する。
ただし、20世紀末の値にはバイアス補正を加え
ているものの完全にバイアスが除去されている訳
ではなく、観測値とは値が異なることに注意。

短時間強雨の回数

1時間に30mm以上の雨の降る回数は、
4℃上昇シナリオ (RCP8.5) で約2.5倍
2℃上昇シナリオ (RCP2.6) で約1.6倍





3 将来予測 ～福島県の将来予測

20世紀末（1980-1999年）から21世紀末（2076-2095年）までの約100年間に起きると予測される変化

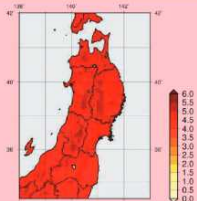
4℃上昇シナリオ RCP8.5

追加的な緩和策を取らなかった場合

気温の変化

これまでの変化よりもはるかに大きく気温が上昇します。

年平均気温 (福島県)	約 4.5℃ 上昇
真夏日 (福島県)	約 44日 増加
熱帯夜 (福島県)	約 26日 増加



年平均気温の変化 (4℃上昇シナリオ)

雨の降り方の変化

気温が上がるほど雨の降り方も極端になります。

1時間に30mm以上の雨の回数 (東北地方)	約 2.5倍 に増加
雨の降る日数 (全国)	約 8日 減少

地域単位の降水の定量的な予測は不確実性が高いことに注意

雪の変化

気温が上昇するほど雪は減ります。東北日本海側の年最深積雪は

約**70%**減少します。

2℃上昇シナリオ RCP2.6

パリ協定の2℃目標が達成された場合

気温の変化

4℃上昇シナリオよりはかなり小さいものの、気温の上昇は続きます。

年平均気温 (福島県)	約 1.4℃ 上昇
真夏日 (福島県)	約 11日 増加
熱帯夜 (福島県)	約 2日 増加



年平均気温の変化 (2℃上昇シナリオ)

雨の降り方の変化

雨の降り方もこれまでよりは極端になります。

1時間に30mm以上の雨の回数 (東北地方)	約 1.6倍 に増加
雨の降る日数 (全国)	有意な 変化なし

地域単位の降水の定量的な予測は不確実性が高いことに注意

雪の変化

東北日本海側の年最深積雪は約**30%**減少します。

温室効果ガスの排出量次第で将来の気候は変わります



3 将来予測 ～福島県の将来予測

福島市の年平均気温は、現在13.4℃です。
RCP8.5（4℃上昇）シナリオでは
4.5℃上昇し17.9℃の予測です。
これは、現在のどの地域に相当するでしょう？
①～⑤から一つ選んでください！

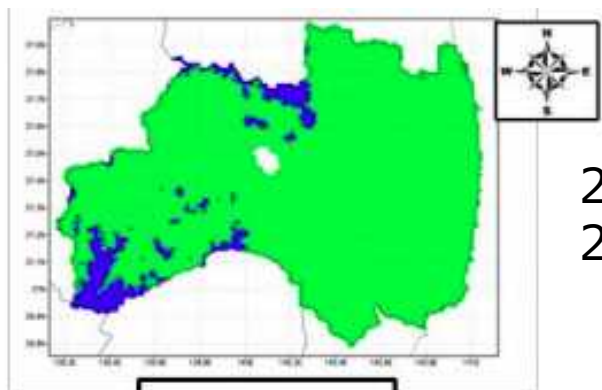


3 将来予測 ～福島県の将来予測 フルーツ王国は？



リンゴ (ふじ)

中通りと浜通りの現在の栽培適地は、高温影響地域となる
(高温対策が必要となる)。



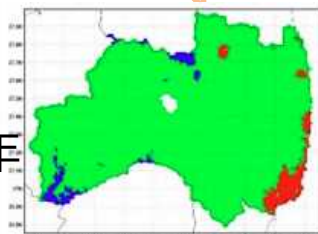
現状

リンゴの栽培適地

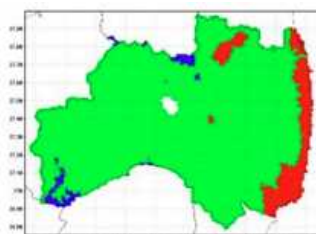
- 低温影響地域(適応要)
- 適地
- 高温影響地域(適応要)



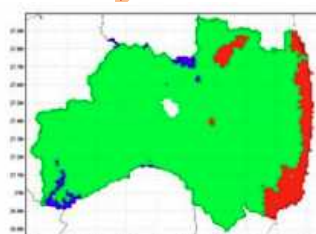
2021-
2040年



2030年期 SSP1-2.6

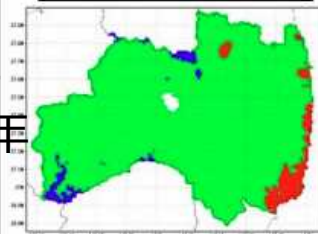


2030年期 SSP2-4.5

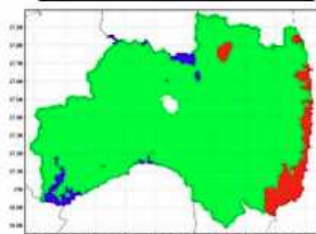


2030年期 SSP5-8.5

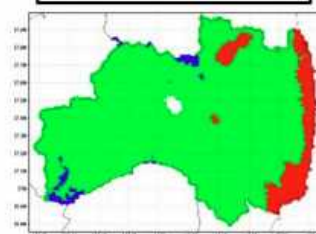
2041-
2060年



2050年期 SSP1-2.6

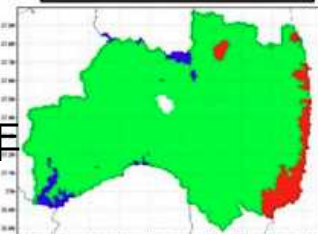


2050年期 SSP2-4.5

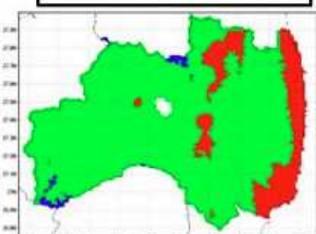


2050年期 SSP5-8.5

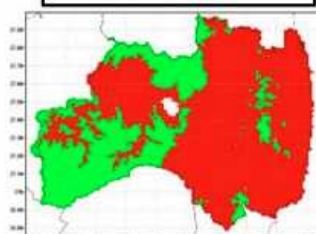
2081-
2100年



2100年期 SSP1-2.6



2100年期 SSP2-4.5



2100年期 SSP5-8.5

福島県の気候変動と影響の予測 令和5年3月福島大学
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/ontai/fukushima-lccac-climatechange-yosoku.html>



- 気候変動（地球温暖化に伴う気候の変化）はすでに起きています。
- 温室効果ガスの排出量によって、将来の気候は変わります。
- 2°C上昇シナリオが達成できても地球温暖化は進みます。
- 「リスクの高い時代に生きている」との認識が不可欠です。
- （本日は触れませんが）緩和策と適応策にしっかりと取り組んでいくことが必要です。



ご清聴に感謝申し上げます
