

<2022.10.30>
尾花沢市環境セミナー

気候変動「これまで」と「これから」 ～地球温暖化による雨の降り方の変化への適応策～

気象庁 山形地方气象台
栗田 邦明

1. 地球温暖化による気候変動

これまでの変化（観測事実）

これからの変化（将来予測）

2. 山形県の最近の大雨災害

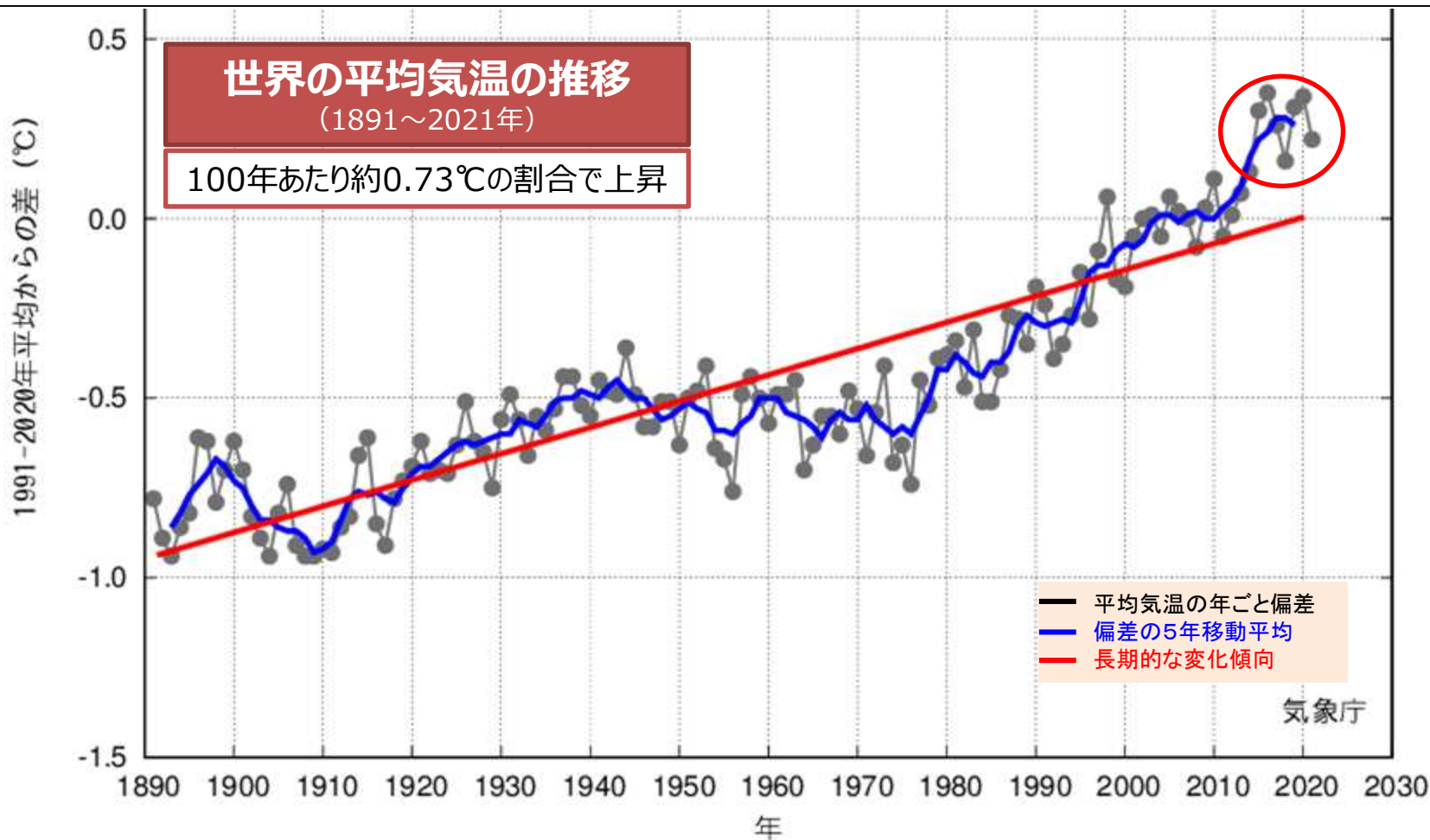
令和2年7月豪雨

（山形県の26日～29日の大雨）

令和4年8月3日から4日の豪雨

3. まとめ

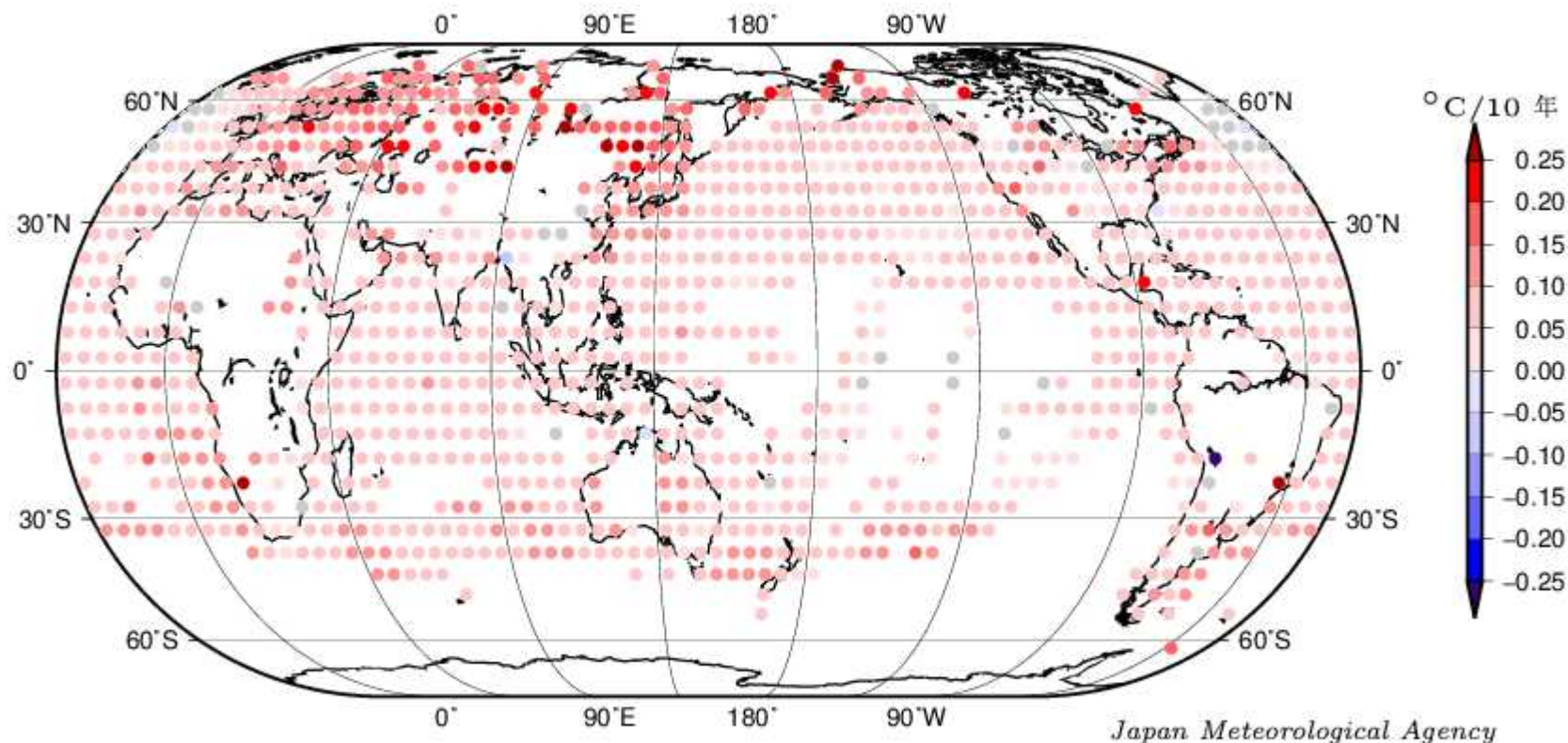
- 世界の年平均気温は、長期的には100年あたり約0.73℃の割合で上昇。
- 1990年代半ば以降、高温となる年が多く、最近8年（2014～2021年）で、統計開始以来の高温の記録1位～8位を占めている。



- 気温の長期変化傾向には、地域性があるが、**多くの場所で気温は上昇傾向。**
- 気温上昇の割合は、海上より陸上が大きく、特に、**北半球の高緯度の地域で顕著。**

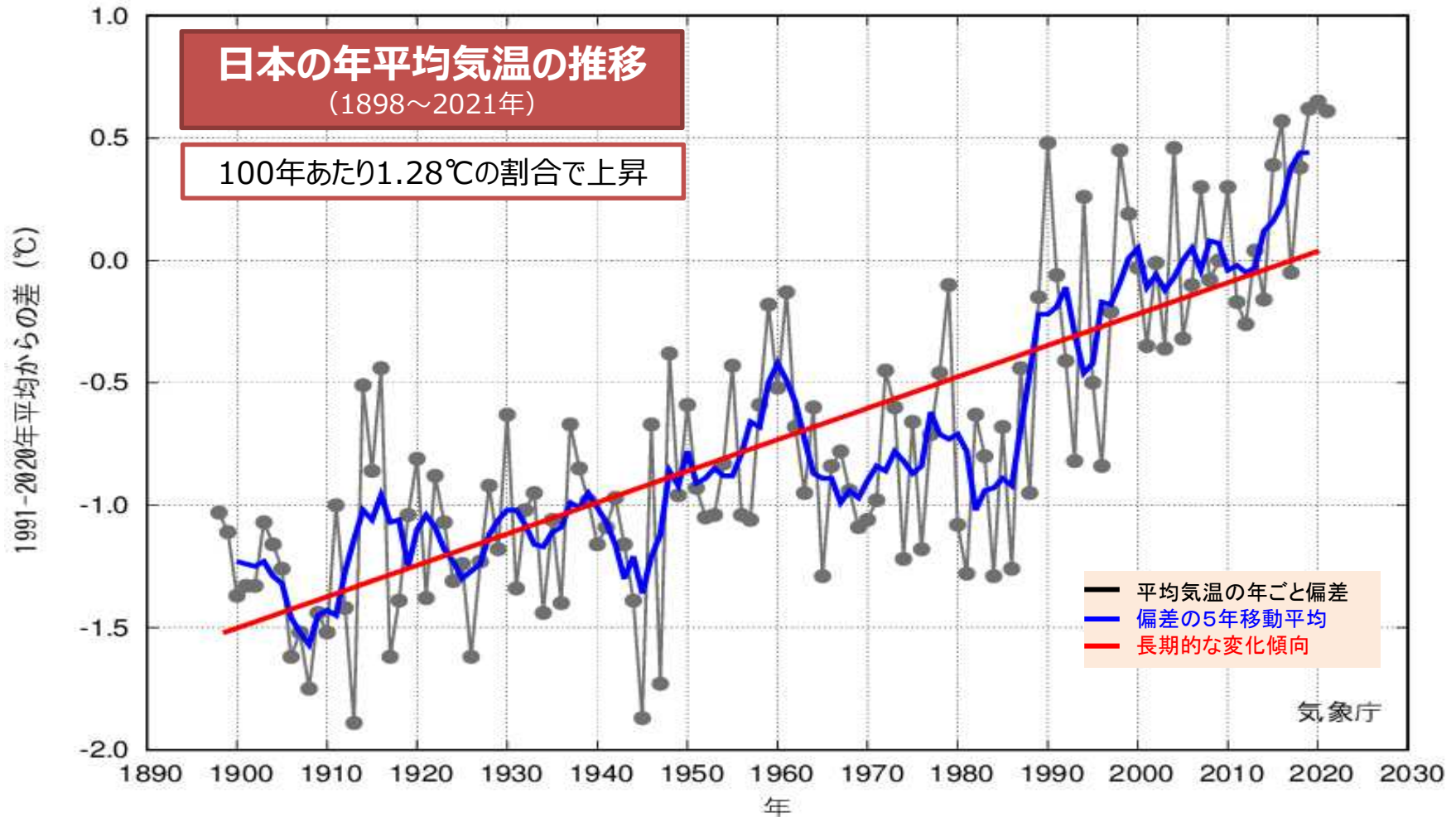
世界の年平均気温の長期変化傾向の分布

(1891-2021年)



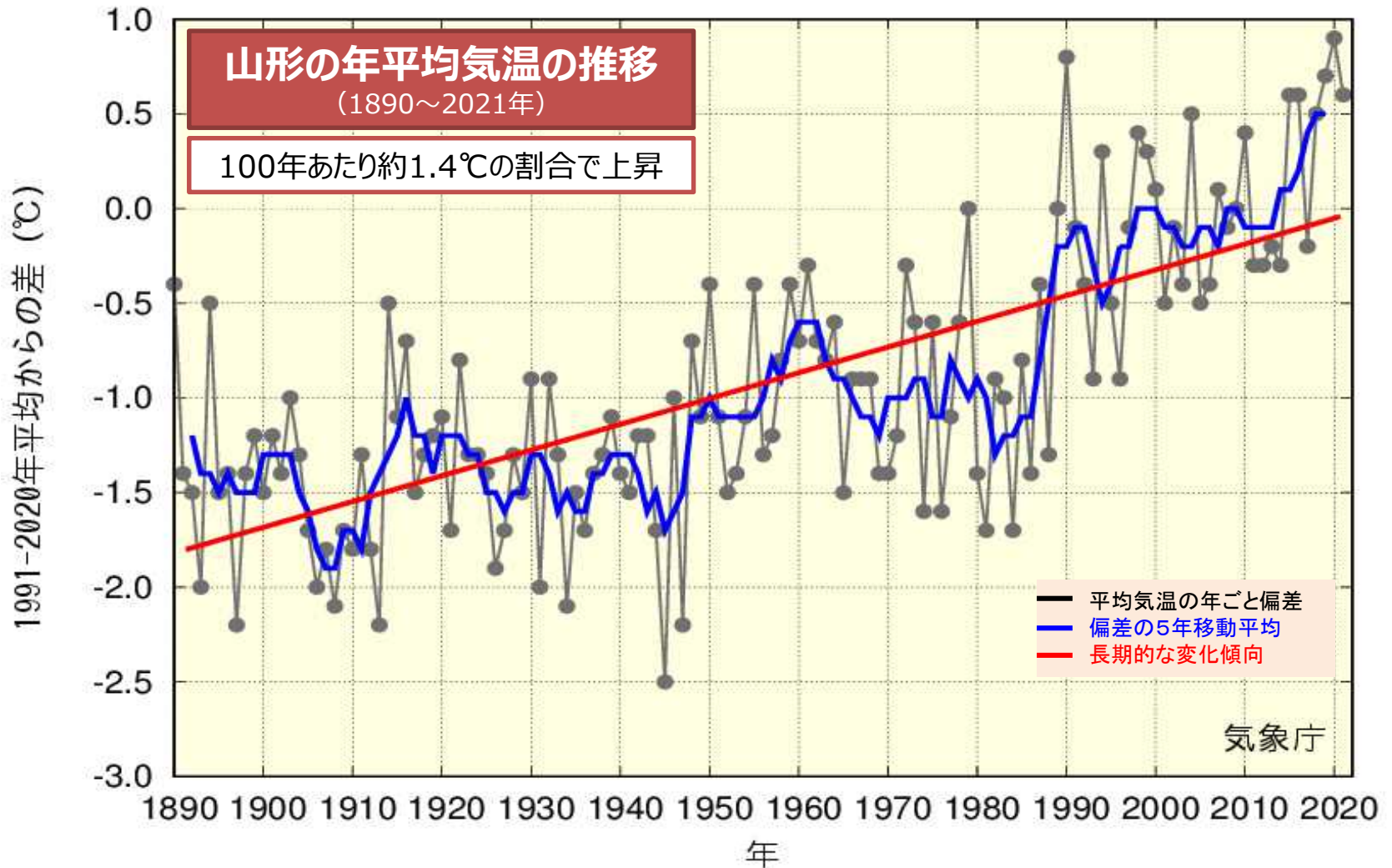
図中の丸印は、 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 格子で平均した 1891-2021 年の長期変化傾向（10 年あたり）を示す。
灰色は、信頼度 90 %で統計的に有意でない格子を示す。

- 日本の年平均気温は、**100年あたり約1.3℃の割合**で長期的に**上昇**。
- 日本は、世界の平均気温よりも**上昇する割合が大きい**。



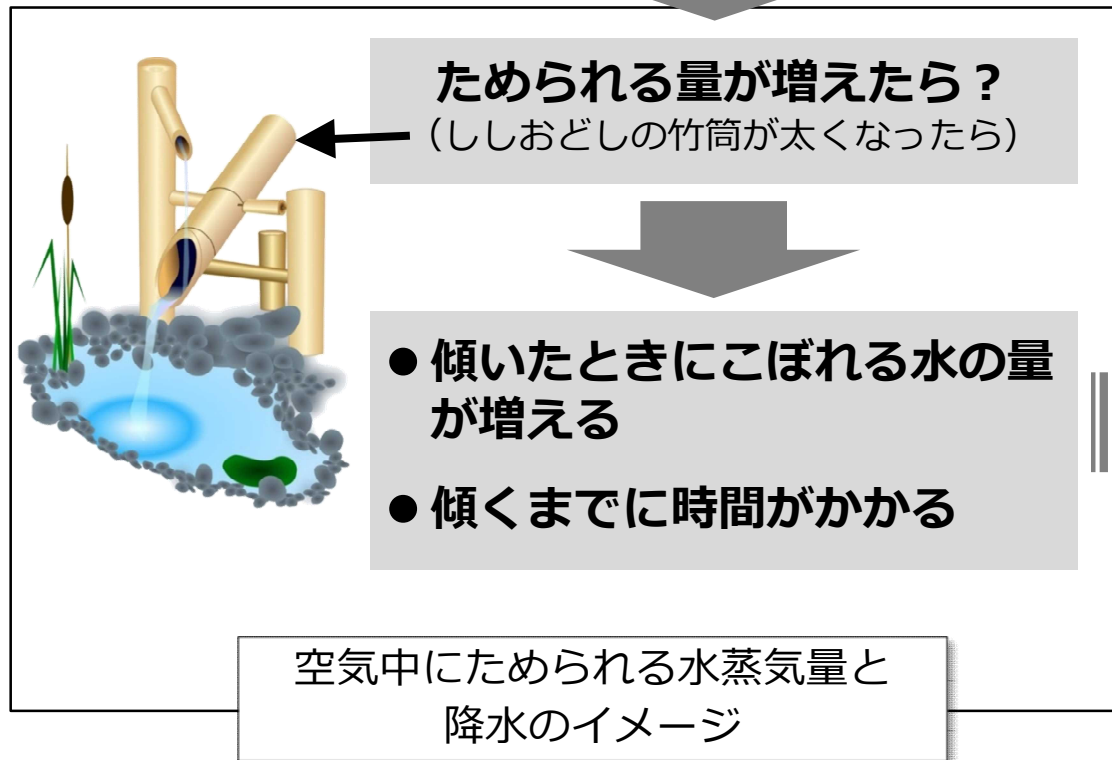
都市化の影響が比較的小さい以下の国内15観測地点の観測データ（1898-2020年）に基づく。
網走、根室、寿都、**山形**、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、多度津、宮崎、名瀬、石垣島

- 山形の年平均気温は、**100年あたり約1.4℃の割合**で長期的に**上昇**。
- 1990年以降、高温となる年が多くなっている。





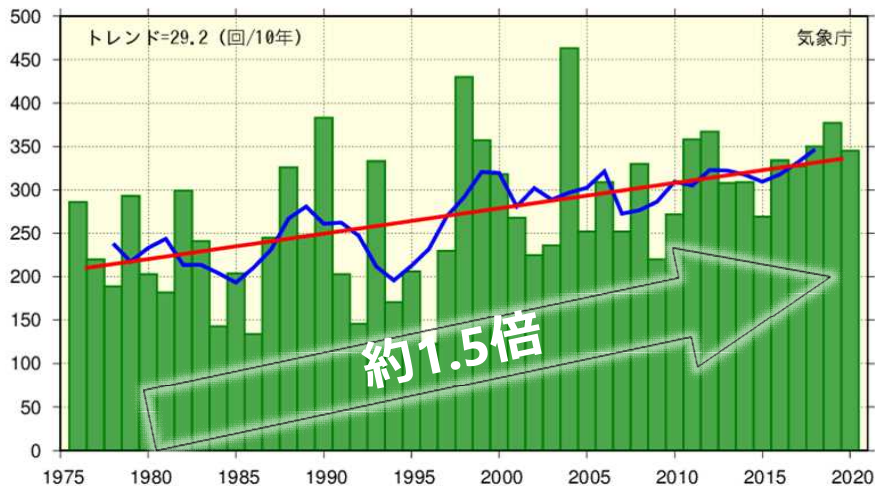
気温が高くなると、空気中にためられる水分量（水蒸気量）が増える



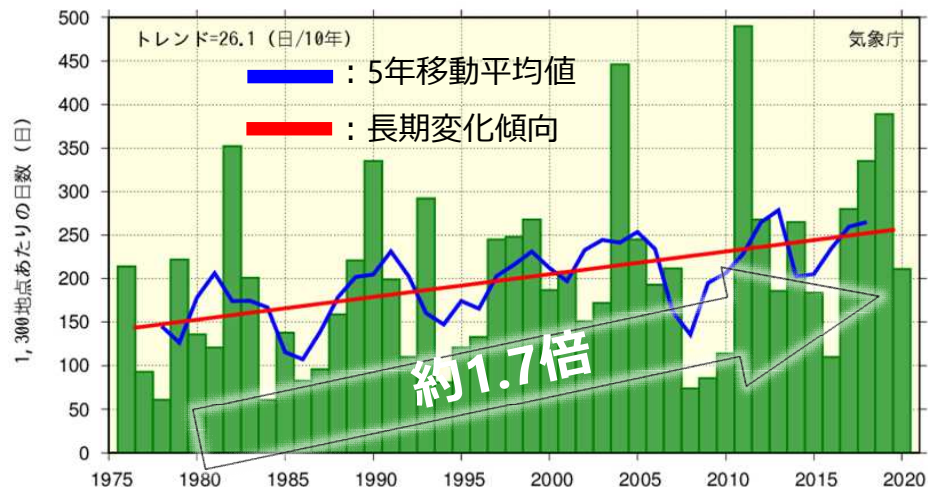
- 非常に激しい雨が増える
- 雨の降る日が減る

極端な現象

1時間降水量50mm以上の年間発生回数 (アメダス)



日降水量200mm以上の年間日数 (アメダス)

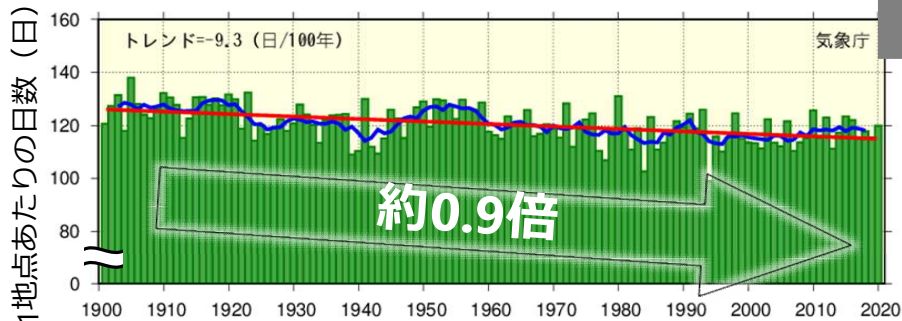


非常に激しい雨（1時間に50ミリ～80ミリの雨）が降ると、都市部では地下室や地下街に雨水が流れ込んだり、マンホールから水が噴出したりする



- 短時間強雨などの大雨の頻度増加
- 大雨の頻度が増える反面、雨がほとんど降らない日も増加

日降水量1.0mm以上の年間日数 (全国の51地点)

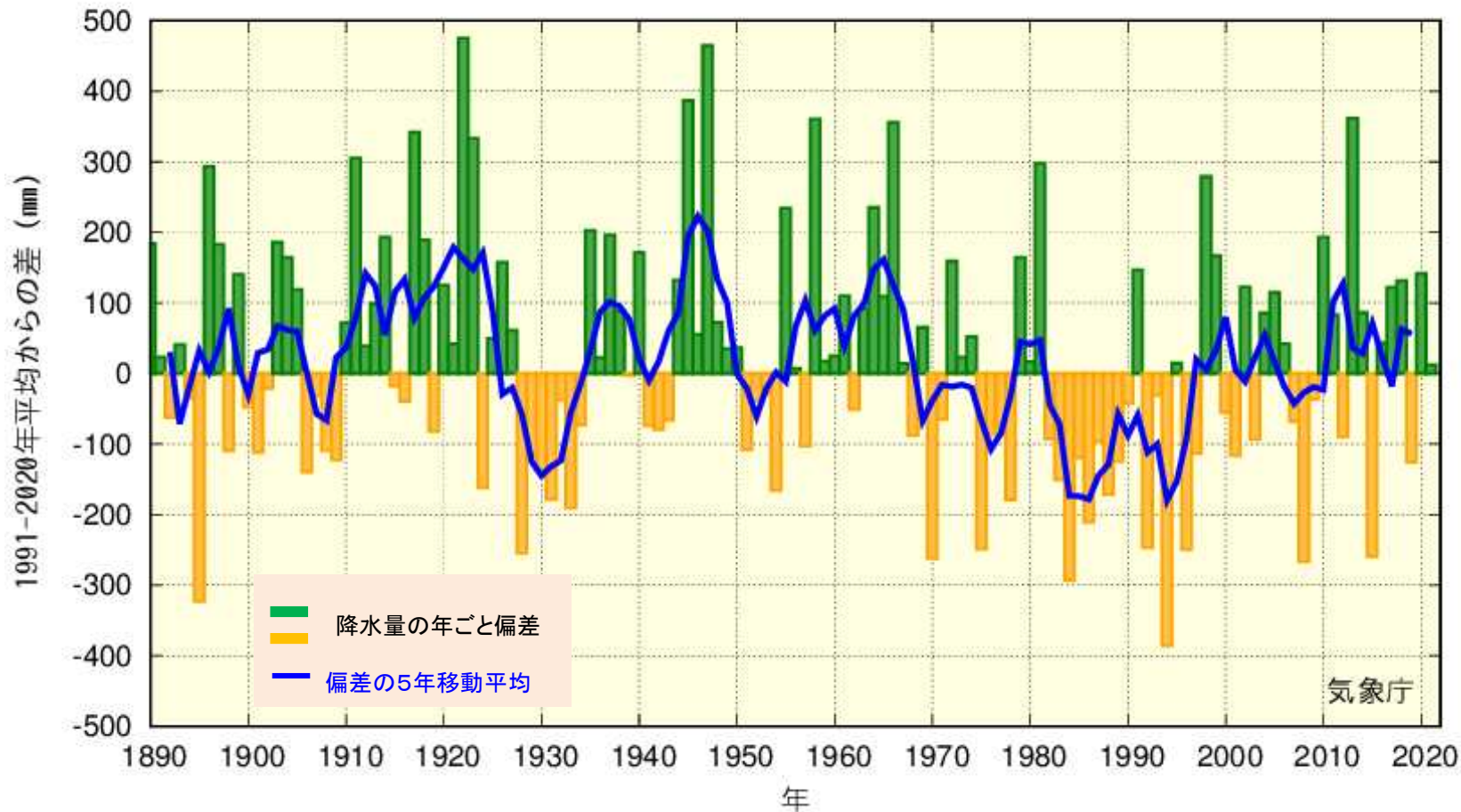


極端な現象

➤ 山形を含む東北日本海側の年降水量には、有意な変化傾向は見られない。

東北日本海側の年降水量平年差の推移

(1890~2021年)

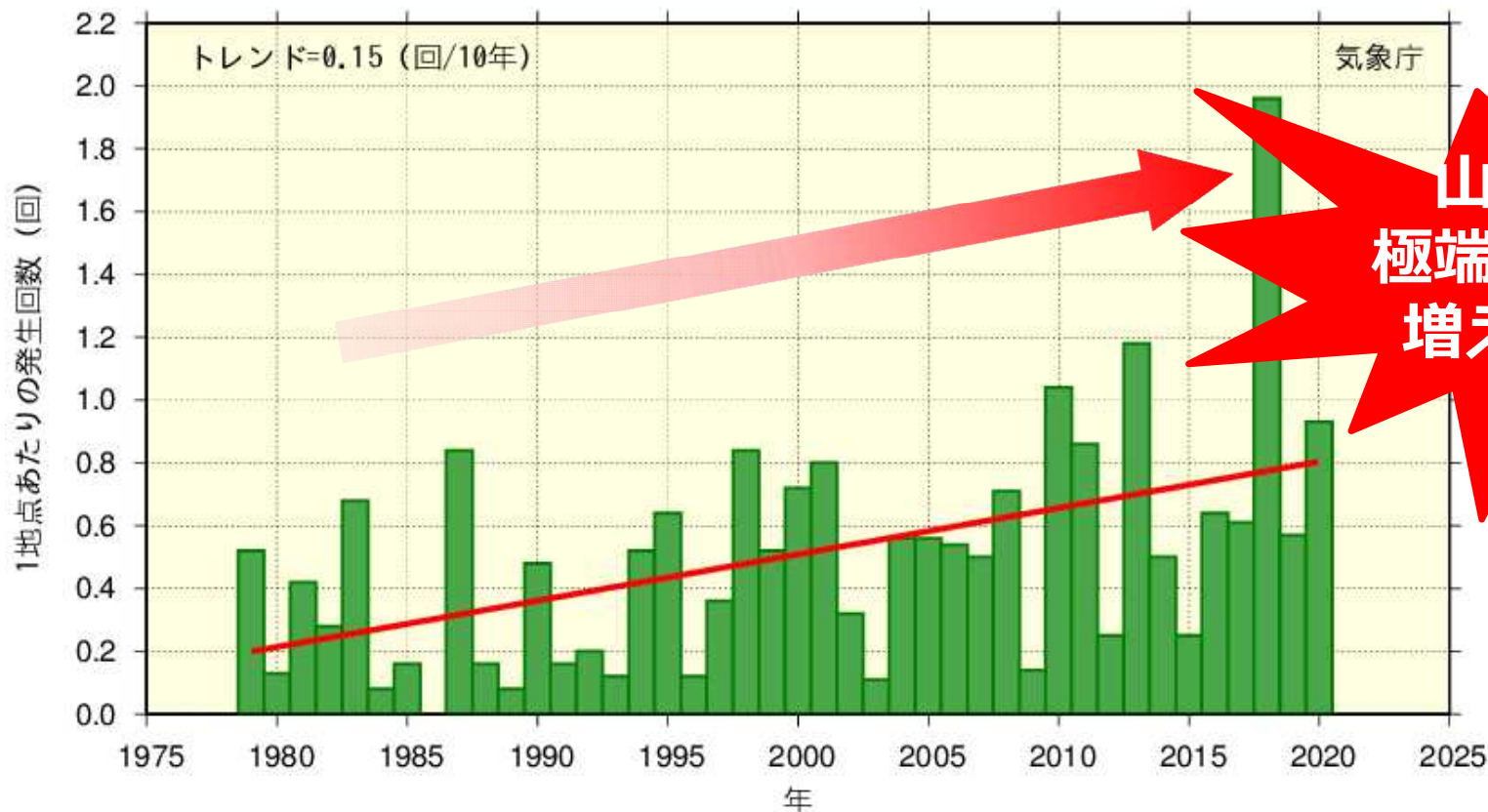


東北日本海側：青森、秋田、山形の3観測地点の平均

雨の降り方のこれまでの変化：極端な降水の頻度

- 山形県の短時間強雨の年間発生頻度は、長期的に増加している。
- 激しい雨が増えるなど、極端な降水のリスクが高くなっている。

1時間降水量30mm以上の年間発生回数（山形県アメダス地点平均）
（1979～2020年）



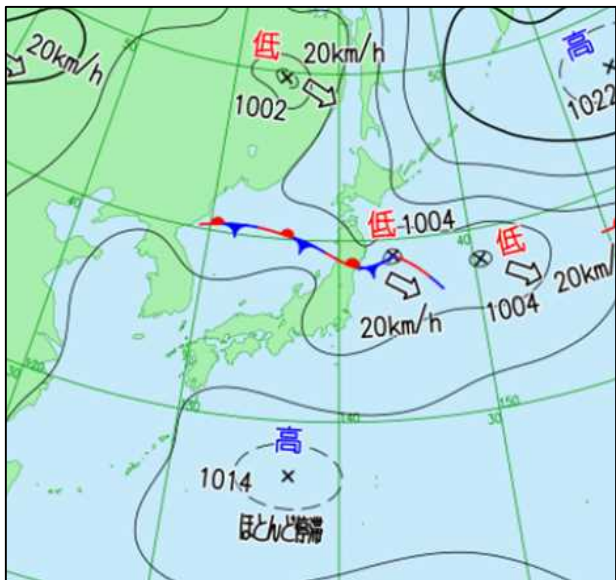
山形でも
極端な現象が
増えている

棒グラフ（緑）はアメダス1地点あたりの発生回数を表す
直線（赤）は長期変化傾向を表す

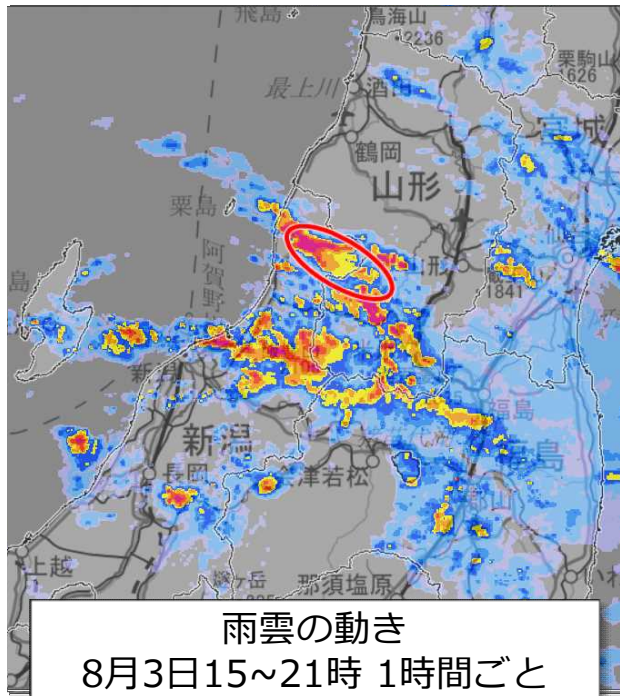
令和4年8月3日から4日の豪雨

東北地方に停滞した前線や低気圧に向かって、暖かく湿った空気が流れ込み、大気の状態が非常に不安定となり**線状降水帯が発生**、山形県初の**大雨特別警報を発表**する等、置賜を中心にこれまで経験のない大雨となった。

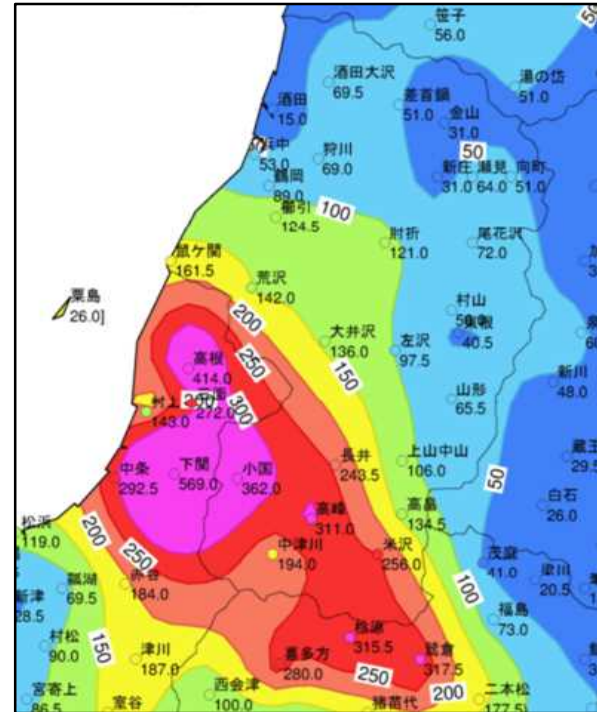
4日8時まで**24時間雨量は小国352mm、飯豊町高峰306mm、米沢256mm、長井241mm**などで**観測史上1位**を更新した。**最上川上流等の河川氾濫や浸水害、土砂災害**により、住宅、鉄道や道路、農地、ライフライン等に多くの被害が発生した。



令和4年8月3日
18時の天気図



雨雲の動き
8月3日15~21時 1時間ごと

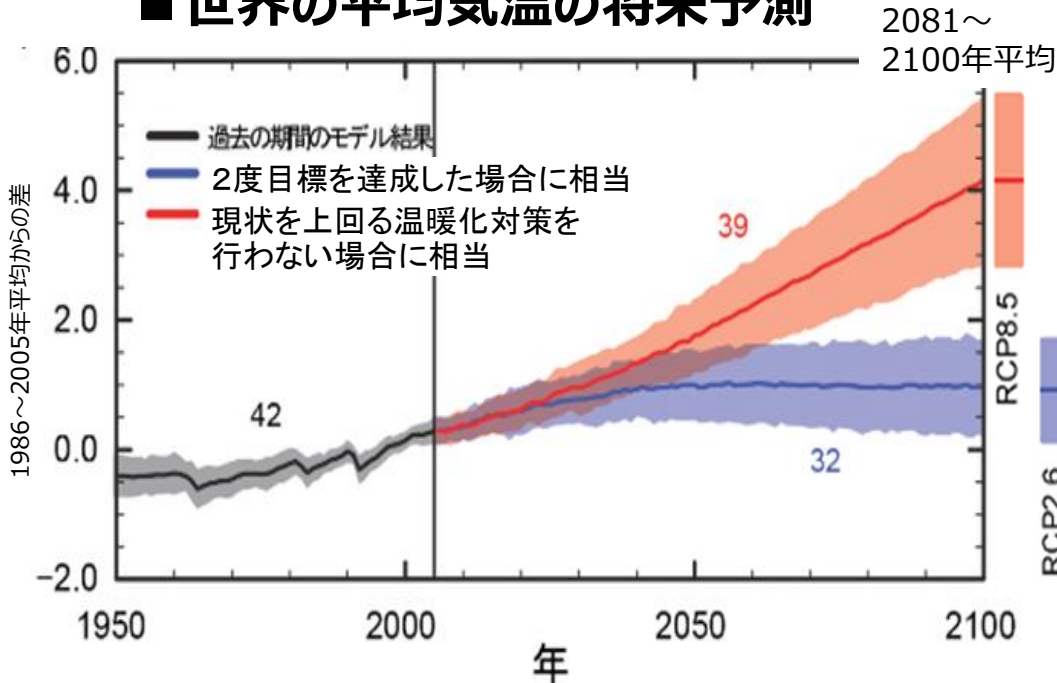


8月2日12時から
8月5日12時までの
総降水量(単位:mm)

新潟県下越から山形県置賜にかけて**線状降水帯が発生**し、非常に激しい雨や猛烈な雨が、同じ場所で降り続いた。山形県では初の**大雨特別警報が発表**となった。

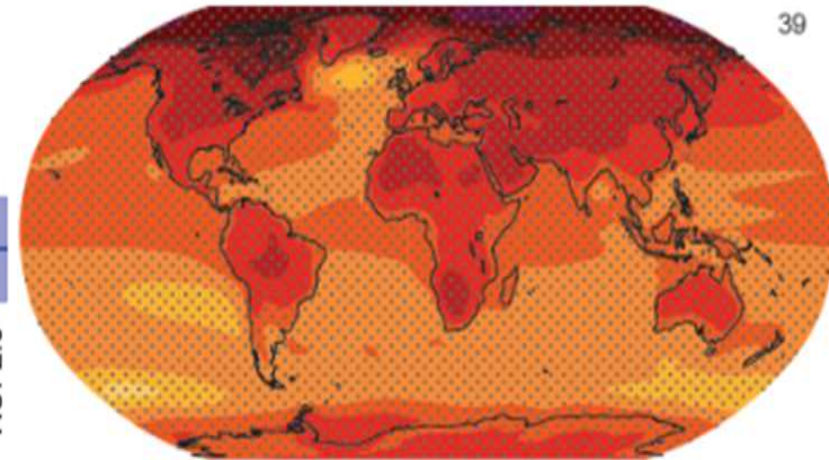
- 21世紀末の世界平均地上気温は、1986～2005年平均と比べて、以下のようになる可能性が高い。
RCP2.6シナリオ（2度目標を達成した場合に相当）で2℃上昇、
RCP8.5シナリオ（現状を上回る温暖化対策を行わない場合に相当）で約4℃上昇。
- 現在の進行速度で温暖化が進んだ場合、2030年から2052年の間に工業化以前からの気温上昇が1.5℃に達する可能性が高い。（IPCC1.5度特別報告書）
- 気温の上昇は、海上よりも陸上で大きい。また北極域は世界平均より早く温暖化する。（IPCC第5次評価報告書）

■ 世界の平均気温の将来予測



■ 世界の平均気温の将来予測分布

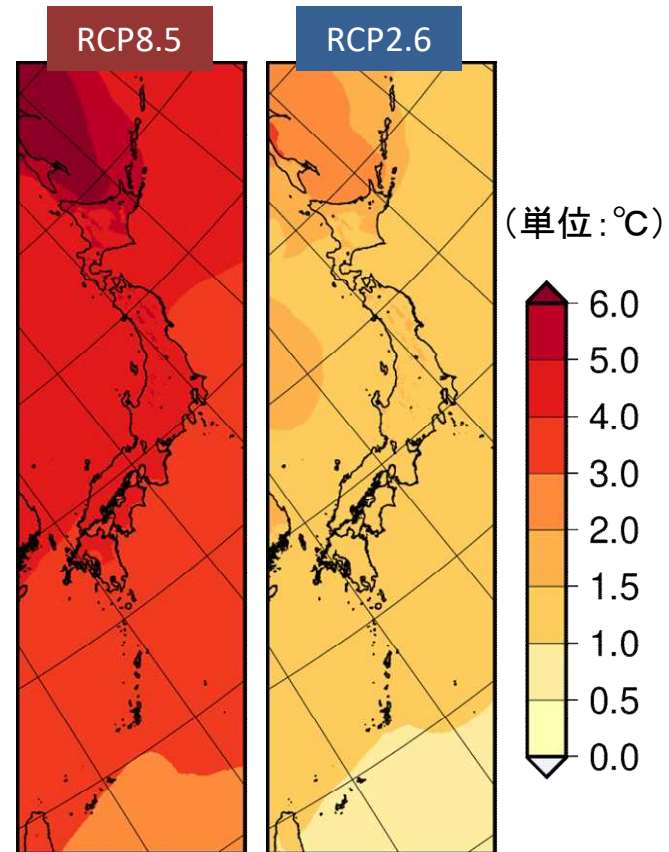
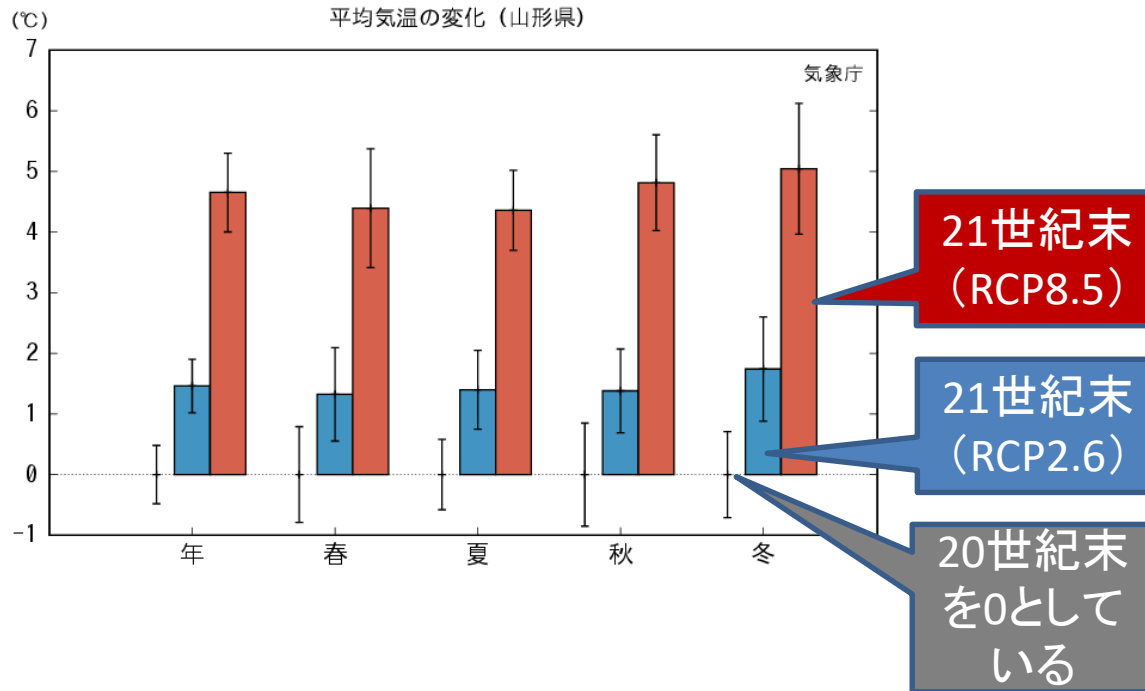
最も高度の温室効果ガス排出を想定した場合。
1986～2005年平均と2081～2100年平均の差。



- 山形県の年平均気温は、4℃上昇シナリオ(RCP8.5)で約4.7℃ 上昇。
2℃上昇シナリオ(RCP2.6)で約1.5℃ 上昇。
- 冬の方が気温の上昇が大きい。

年平均気温の将来予測

(単位:℃)



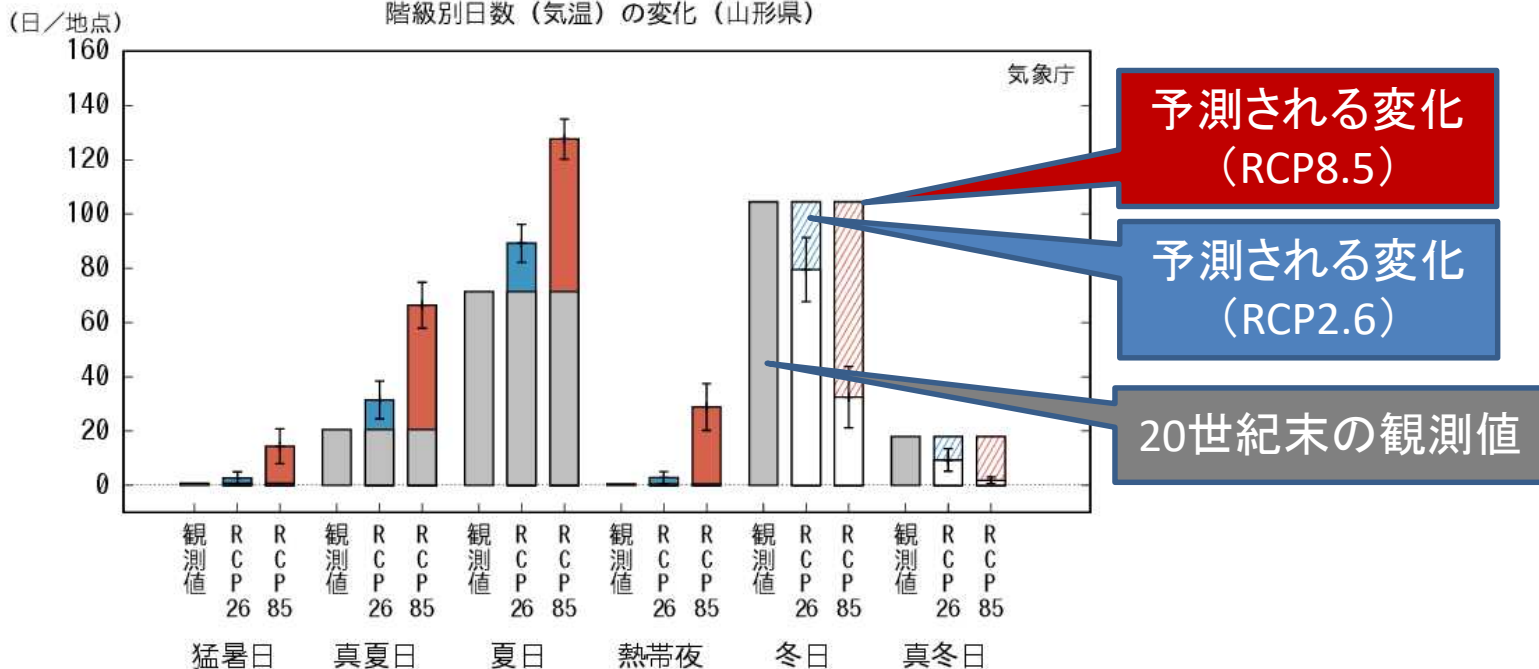
棒グラフは、将来変化量(※)、細縦線は年々変動の幅を示す。(赤色はRCP8.5シナリオ、青色はRCP2.6シナリオに基づく予測)

※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(℃)

- 4℃上昇シナリオ(RCP8.5)では真夏日が約46日、熱帯夜が約28日増加。
冬日が約72日、真冬日が約16日減少。
- 2℃上昇シナリオ(RCP2.6)では真夏日が約11日、熱帯夜が約2日増加。
冬日が約25日、真冬日が約9日減少。

真夏日や冬日の将来予測

階級別日数（気温）の変化（山形県）



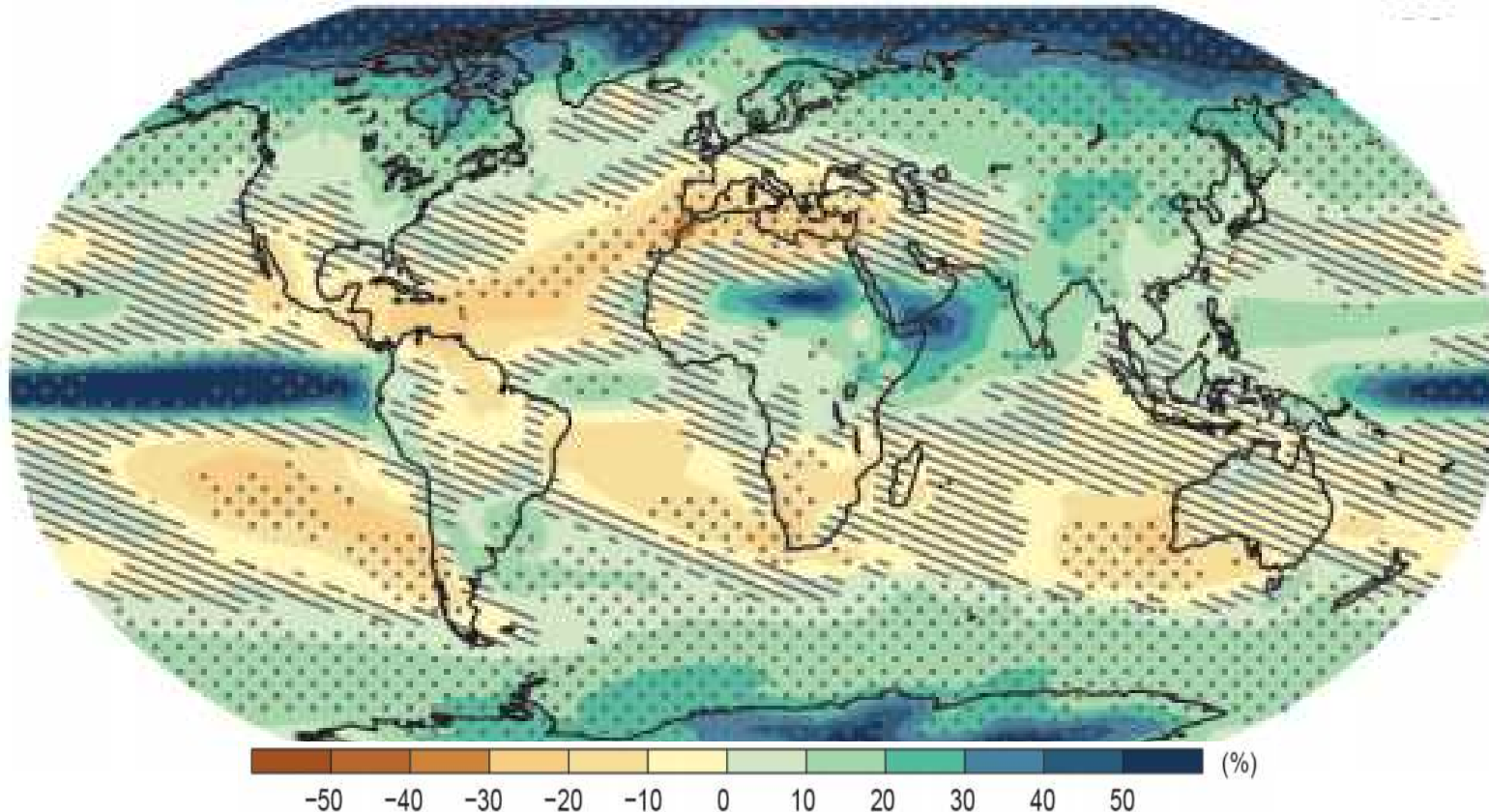
棒グラフは、灰色部分が20世紀末の観測値、塗りつぶし及び斜線部分が将来変化量（※）、細縦線は年々変動の幅を示す。（赤色はRCP8.5シナリオ、青色はRCP2.6シナリオに基づく予測。斜線部分は減少する予測を意味する。）

※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

- 21世紀末の世界の年平均降水量は、1986～2005年平均と比べて、
 - 高緯度域及び太平洋赤道域において、年平均降水量が増加する可能性が高い。
 - 中緯度と亜熱帯の乾燥地域の多くでは、年平均降水量が減少する可能性が高い。
 - 多くの中緯度の湿潤地域では、年平均降水量が増加する可能性が高い。
 - 中緯度陸域の大部分と湿潤な熱帯地域では、極端な降水がより強く、頻繁になる可能性が非常に高い。
- (IPCC第5次評価報告書)

世界の年平均降水量変化の将来予測分布

最も高度の温室効果ガス排出を想定した場合。1986～2005年平均と2081～2100年平均の差。

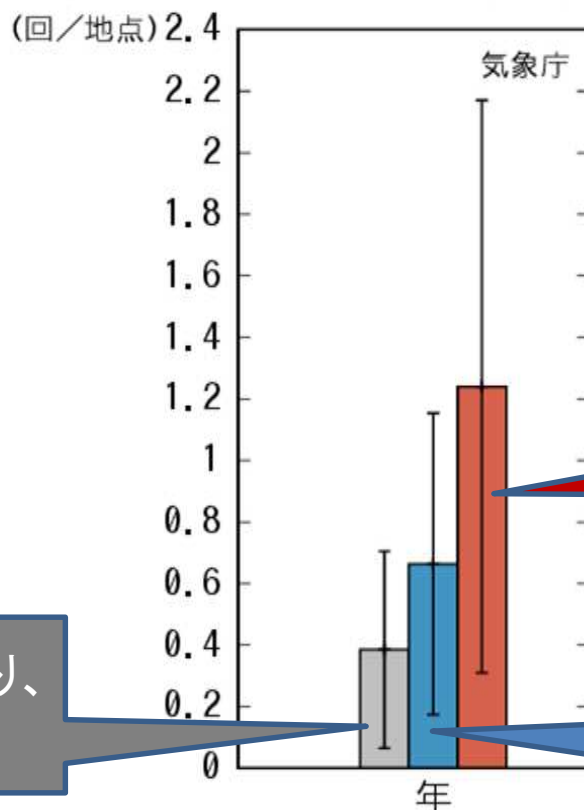


- 短時間強雨が降る回数はいずれのシナリオでも増加。
- 増加率は4℃上昇シナリオの方が2℃上昇シナリオより大きい。

短時間強雨(1時間水量30mm以上)の年間発生回数の将来予測(山形県)

単位:回
(1地点あたり)

1時間降水量30mm以上の発生回数の変化(山形県)



定量的な予測値については不確実性が高いので注意。

20世紀末(計算値であり、観測とは一致しない)

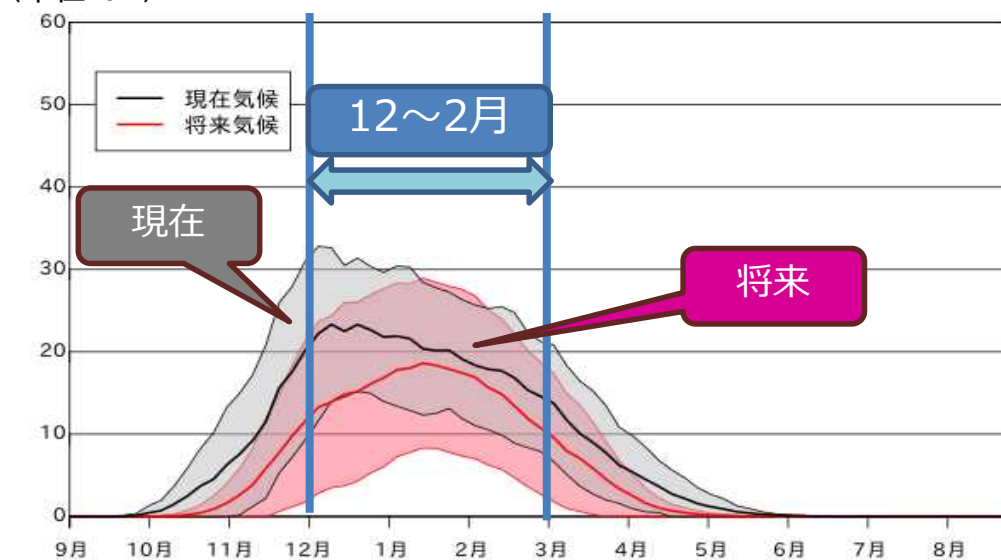
21世紀末(RCP8.5)
約3.2倍に増加

21世紀末(RCP2.6)
約1.7倍に増加

- 今世紀末の年降雪量は減少し、降雪期間は短くなる。
⇒ **生態系、水資源、観光業等へ影響**
- 一方、厳冬期には20世紀末と同程度の降雪量となる年もある。
⇒ **大雪への備えも引き続き必要**

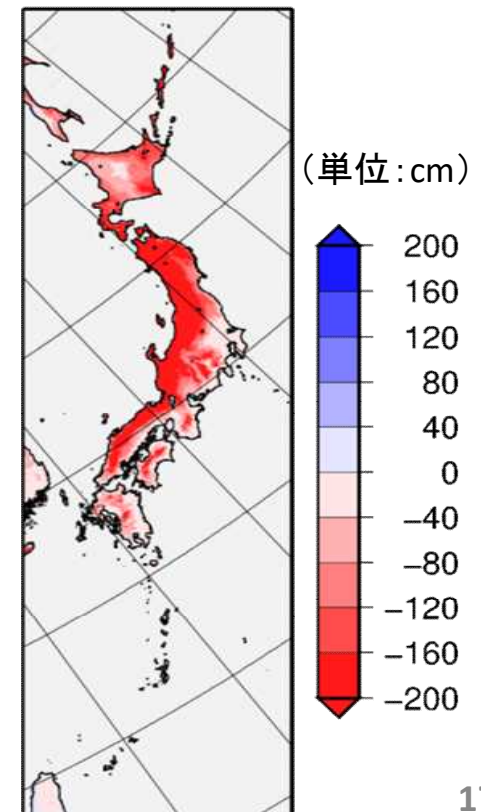
RCP8.5に基づく予測

降雪量の季節変化 (北日本日本海側)



黒は気候モデルで再現した20世紀末(1980~1999年)の降雪量の変化、赤は気候モデルで再現した21世紀末(2076~2095年)の降雪量の変化を示す。折れ線(太い線)は通年半旬別値(気候値)を示し、陰影は年々変動の標準偏差を示す。

年降雪量の将来変化



- ◆ 地球は温暖化しており、人間活動の影響により世界の平均気温は既に工業化以前より約1度上昇している。今後もし上昇を続け、温暖化対策を実施したとしても、現在からの更なる上昇は避けられない。
- ◆ 近年、世界でも日本でも異常気象が頻発している。
- ◆ 長期的にみると、猛暑や大雨等の頻度は増加傾向にあり、個々の現象でも温暖化の影響を指摘する研究成果が出てきている。日本（山形県）においても、猛暑日や大雨の更なる増加が予測されている。



「気候変動」はもはや「気候危機」であり「気候非常事態」
（国連 グテーレス事務総長）
山形県も高まり続ける「気候変動リスク」の対応が求められる。

• 緩和策

- 「ハザード」自体の増大を食い止める⇒**根本治療的**
- 特定の地域だけでなく、世界的な取組が必要⇒**広域的**
- 対策は共通として温室効果ガス削減⇒**部門横断的**

• 適応策

- 「ハザード」による影響を回避する⇒**対処療法的**
- 気候特性・地形特性等に応じた地域ごと取組が必要⇒**地域限定的**
- 対策は各分野によって様々⇒**個別的**



備え

- 家の外の備え(大雨が降る前、風が強くなる前に)
⇒窓の補強、側溝や排水口の掃除など
- 家の中の備え
⇒非常用品の確認、断水に備えて水の確保など



行動

- 気象情報や外の様子に注意
- 危険な場所に近づかない
- 『避難情報』に注意し、指示があったらすぐ避難
- 指示がなくても、**危険を感じたら自主的に避難**
- 夜間や、周囲が浸水していたら、無理して避難せず、家の2階以上(垂直避難)や崖と反対側への部屋など**家の中の少しでも安全な場所へ**



- 自分の住んでいる地域に対して、**どのような予報や情報が出ているのか？**
- 防災に関する予報や情報(注意報・警報等)が出ていたら、**どの程度の危険度の情報なのか？**
- **今後の見通し**は、どうなのか？
- 現在の危険度と今後の危険度から、**どのような行動をすべきか？**

- **能動的な情報の収集**
- **予報や情報の正しい理解と、適切な対応**
- **待ちの姿勢ではなく、
早め早めの行動**

特別警報

大雨、暴風、暴風雪、大雪、
高潮、波浪（6種類）

警報・注意報

◆警報

大雨、暴風、暴風雪、大雪、高潮、
波浪、洪水（7種類）

◆注意報

大雨、強風、風雪、大雪、高潮、波浪、
洪水、雷、濃霧、なだれ、霜、乾燥、
着氷、着雪、低温、融雪（16種類）

指定河川洪水予報

◆洪水のおそれがある河川毎に、河川を管理する国土交通省や都道府県と気象庁が共同で洪水予報を発表

氾濫発生情報／氾濫危険情報／
氾濫警戒情報／氾濫注意情報

早期注意情報（警報級の可能性）及び気象情報

- ◆ 5日先までに命に危険が及ぶような警報級の現象が予想されているときには、その可能性を〔高〕〔中〕の2段階で発表。
- ◆ 24時間から1週間程度先に災害に結びつくような激しい現象が発生する可能性のあるときに予告
- ◆ 警報・注意報の発表中に現象の推移や見通しの変化、特に警戒の必要な点などを補足。

記録的短時間大雨情報

- ◆ 大雨警報の発表中に、数年に一度の猛烈な雨を観測した場合に発表

土砂災害警戒情報


- ◆ 大雨警報の発表中に、土砂災害の危険度が高まった市町村に対して都道府県と気象台が共同で発表

山形県土砂災害警戒情報 第5号
平成30年8月5日 20時05分
山形県 山形地方気象台 共同発表

【警戒対象地域】
郡山市南部 郡山市北部 新庄市 金山町 藤上町 舟形町 真室川町
鮎川村 戸沢村 庄内町* 蔵後町

*印は、新たに警戒対象となった市町村を示します。

【警戒文】
＜警戒＞
降り続く大雨のため、警戒対象地域では土砂災害の危険度が高まっています。
このまま継続すると、
崖の近くなど土砂災害の発生しやすい地区にお住まいの方は、早めの避難をお願いします。
特に、市町村から発表される避難情報などの情報に注意してください。



山形県庁舎
015-230-2295（山形県土砂災害警戒情報 気象庁専用）
015-222-2362（山形地方気象台）

自分や家族のいる場所の「キキクル(危険度分布)」を表示

大雨警報や洪水警報等が発表されたとき

強い雨が降ってきたとき



気象庁HP
気象警報・注意報



気象庁ホームページからアクセス



この雨大丈夫?そんな時
キキクル
大雨・洪水警報の危険度分布

トップページの
バナーをタップ

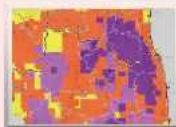


ハザードマップと
土砂災害 浸水害 洪水害 重ね合わせ

他の災害の危険度
を確認できる
ハザードマップと
重ね合わせできる

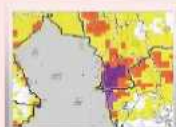
災害発生の危険度を確認

土砂災害



命に関わる場所
がけや溪流の付近など

浸水害



命に関わる場所
道路のアンダーパスや
地下室など

洪水



※ 河川の水位も「川の防災情報」
で確認してください。



命に関わる場所
山間部の河川沿いの区域
深く浸水する区域など

キキクル(大雨・洪水警報の危険度分布)の活用 Point

「極めて危険(濃い紫)」は
命に危険が及ぶ災害がすでに発生
していてもおかしくない状況です。



- このため、遅くとも
- 「警戒(赤)」が出現した段階で
高齢の方等…速やかに避難を開始
一般の方…準備が整い次第、避難を開始
 - 「非常に危険(うす紫)」の出現中に
避難を完了することが重要です。

※ 危険度分布に関わらず、自治体からの避難指示等が
発令された場合は速やかに避難行動をとってください。
中小河川においては、水位計(設置されている場合)で
現況も確認してください。

※ 避難行動の例の詳細な説明はこちらのページから
ご確認ください。
https://www.yamagata.go.jp/shibuhara/2019/09/20190918_01.html
https://www.yamagata.go.jp/shibuhara/2019/09/20190918_02.html
https://www.yamagata.go.jp/shibuhara/2019/09/20190918_03.html



キキクルとは?

雨による災害の危険度を地図上に
リアルタイム表示

自分がある場所
の災害の危険度
を地図上で確認
できます。



雨による災害の危険度が10分ごとに更新されます



※常に最新の情報を確認してください。

土砂災害・浸水害・洪水害の3種類



大雨警報(土砂災害)



大雨警報(浸水害)



洪水警報

危険度を5段階に色分けして表示



- 極めて危険 ← 重大な災害がすでに発生しているおそれ
- 非常に危険 ← 重大な災害が数時間以内に発生するおそれ
- 警戒
- 注意
- 今後の情報等に留意

※洪水警報の危険度分布の「今後の情報等に留意」は水色表示となっています。



- 気象台HPの防災気象情報のバナーをクリックすると、「あなたの町の防災情報」が表示される。
- 様々な情報を1ページにまとめて表示(要素は利用者独自のカスタマイズが可能)

PC表示

津区	警報・注意報・警報の切り替え
警報・注意報種別	大雨警報・土砂災害 暴風警報 波浪警報
警報から注意報	洪水注意報 高潮注意報
警報・注意報解除	雷注意報

津区	12日					13日					備考
	21-24	00-03	03-06	06-09	09-12	12-15	15-18	18-21	21-24		
大雨 (土砂災害)										土砂災	
洪水											
暴風											
波浪											
高潮										ピーク	

スマートフォン表示

日付	今日	明日
19 (水)	晴	晴
20 (木)	晴	晴

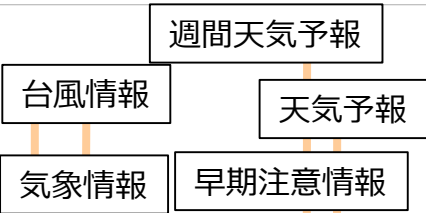
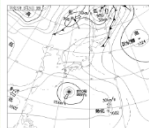
気象状況

チェックすべき気象情報

チェックポイント

大雨の
数日
～
約1日前

数日後までに
警報級の現象発生の
可能性が予想され、大雨
の可能性が高くなる



数日先までの天気の傾向を確認

【キーワード】「大気の状態が不安定」「荒れた天気」「大雨」等

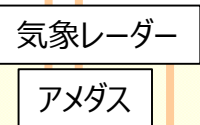
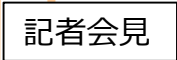
【重要】念のため、連絡体制や要員の確保、資機材等の確認
・・・を意識し、防災気象情報をチェック

天気が悪くなりそうな時は、気象情報や警報級の現象の見込みに留意

【重要】早めの体制確保・・・を意識し、防災気象情報をチェック

大雨の
半日～
数時間前

雨が降り始める



天気が悪くなってきたら、雨の降り方や風の強さ、雷等をチェック

【重要】現象があまり激しくならない段階で必要な行動を起こす
・・・を意識し、防災気象情報をチェック

大雨の
数時間～
2時間
程度前

雨が強さを増す



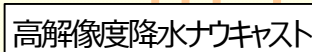
大雨となる



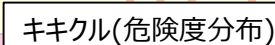
大雨が一層
激しくなる



広い範囲で
数十年に一度の
大雨



1時間前から1時間後までの雨の降り方をチェック



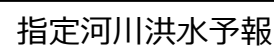
危険度の高まりを確認



【重要】自治体の発令する避難に関する情報、河川管理者からの情報等に十分留意



【重要】地元気象台の発表する最新の気象情報に留意



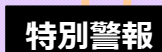
【重要】どこで、どのような危険が切迫しているのか危険度分布をこまめに確認



【重要】数年に一度の雨の降り方のため周囲の安全を確認し垂直避難も検討



【重要】線状降水帯の発生は災害発生する確率が高まっていることを認識



既に実施済みの措置の内容を再度確認

【重要】「特別警報」は警報の基準をはるかに超える状況で発表される。既に災害が発生している場合もあり得るため、必要な措置は「特別警報」が発表される前にすべて完了していることが基本。

【これまでの観測事実】

- ◆ 気温が長期的に上昇している。
- ◆ 雨の降り方が極端になって、大雨・短時間強雨が増えている。

気候変動（地球温暖化）は既に顕在化している。

【これからの将来予測】

- ◆ 温室効果ガスの排出量によって、将来の気候は大きく変わる。
- ◆ 「2℃目標」相当であっても、まだ気候変動は進行する。
- ◆ 気温の上昇だけでなく、極端な降水などのリスクも高くなっていく。

【山形県の大雨災害】

- ◆ 近年、これまで**経験したことのないような大雨が頻発**している。

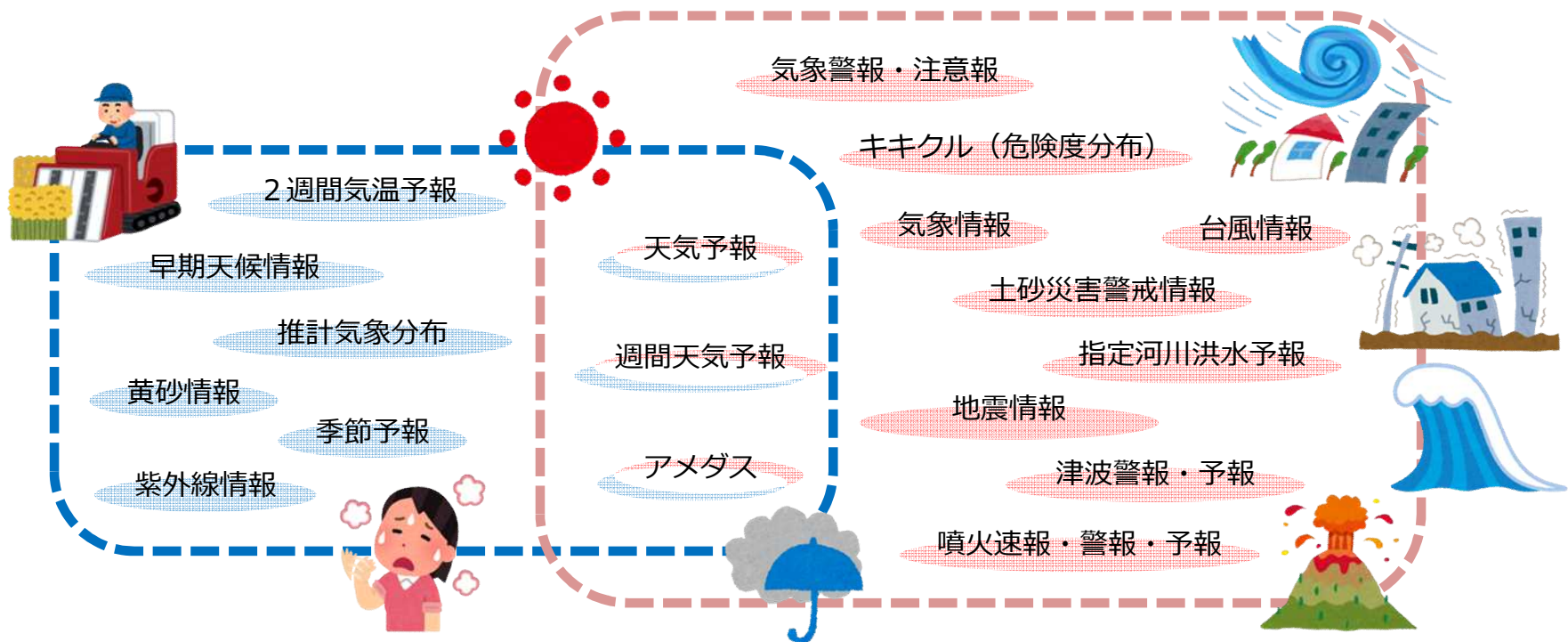
高まり続ける「気候変動リスク」への対応が求められる

【気候変動が進行し続けている】 ○気温が長期的に上昇 ○大雨、短時間強雨が増加



- 気象**災害のリスクが高**くなっている
- 過去の経験は通用しなくて当然 (×前回は大丈夫だった×)
- 気候変動に適応するために**災害への備え、防災**が必要です。

最新の防災気象情報をご利用ください！



- ◆ 人間活動により地球は温暖化を続けており、猛暑や大雨の増加といった気象の変化により、社会・経済的損失が大きくなりつつある。（「**気候危機**」、「**気候非常事態**」）
- ◆ 今後も地球温暖化は続くと予測され、高まり続ける気候変動リスクへの対応が求められる。
- ◆ 気候変動リスクに対応するには、「**緩和策**」・「**適応策**」を総合的に実施する必要がある。
- ◆ 山形県でも、今後、経験したことのない災害発生の可能性が増大、堤防などのハード対策が追い付かない。

**災害への
適応策として**

**防災気象情報を利用し、
自分と大事な人の命を守る行動を！**

【東北地方版】

● 東北地方の気候の変化 (2022.02)

- 仙台管区気象台ホームページ上のhtmlコンテンツ
- グラフ (画像ファイル) や元データ (csvファイル) も取得可能



東北地方の気候の変化 検索

<https://www.data.jma.go.jp/sendai/knowledge/climate/change/change.html>

● 東北各県の気候変動リーフレット (2022.02)

- 県ごとに概要をまとめたもの
- 上記の仙台管区気象台HPにPDFファイルを掲載



【全国版】

● 日本の気候変動2020@気象庁HP (2020.12)

<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>



日本の気候変動2020 検索

- ✓ 観測事実とともにRCP2.6、RCP8.5の2通りのシナリオによる将来予測を記載。
- ✓ 既に顕在化している気候変動の状況と、緩和策による将来の気候の違いを把握可能。
- ✓ 気候変動対策の基礎情報 = "入口"として、ご利用ください。



御清聴ありがとうございました