知水講座　2024/1/26

気候変動に伴う大雨等のリスク増大とその適応について

仙台管区気象台　気象防災部
気候変動・海洋情報調整官　福島

目次

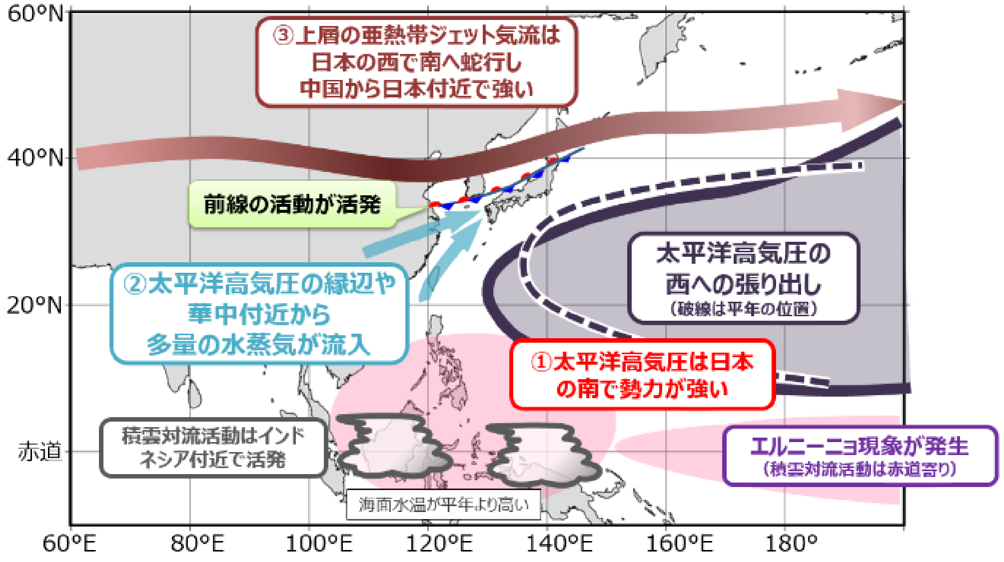
- 昨年の異常気象の分析結果
- 観測事実（気温、降水）
- 将来予測（気温、降水）
- 気候変動対策

  （適応のための）防災気象情報の活用
- まとめ

令和5年梅雨期の大雨と7月後半以降の顕著な高温の特徴と要因について

～異常気象分析検討会の分析結果の概要～　（令和5年8月28日気象庁報道発表）

- 6月から7月中旬の梅雨期に各地で発生した大雨は、日本付近に多量の暖湿な空気が流れ込み、梅雨前線の活動が活発化したことが要因と考えられます。



6月末から7月中旬の大雨をもたらした大規模な大気の流れに関する模式図

秋田県を中心に記録的な大雨となった
7月14日～16日

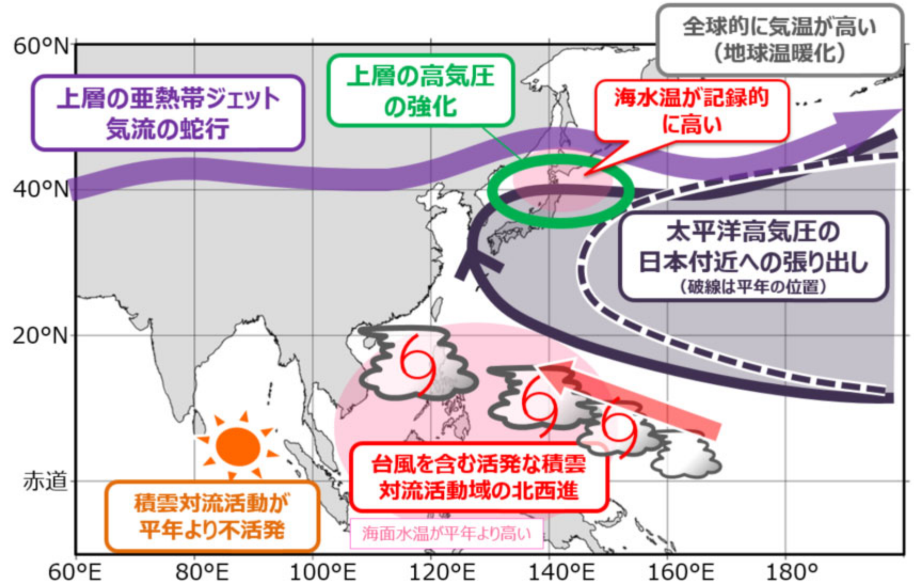
・太平洋高気圧の日本付近への張り出しの強まり
・熱帯から多量の水蒸気が高気圧縁辺に沿って日本海へ流入
・14日頃には華中付近からの水蒸気の流入もみられた

⇒東北地方付近に停滞した梅雨前線の活動が特に活発となった。

令和5年梅雨期の大雨と7月後半以降の顕著な高温の特徴と要因について

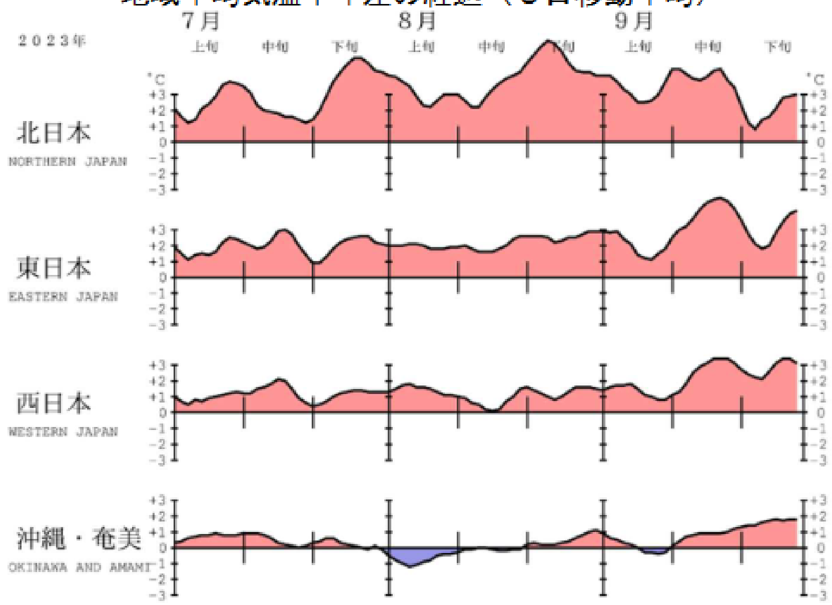
～異常気象分析検討会の分析結果の概要～　（令和5年8月28日気象庁報道発表）

- 7月後半の顕著な高温は、本州付近への太平洋高気圧の張り出しが記録的に強まったことが主要因と考えられます。



7月後半の顕著な高温をもたらした大規模な大気の流れに関する模式図

地域平均気温平年差の経過（５日移動平均）



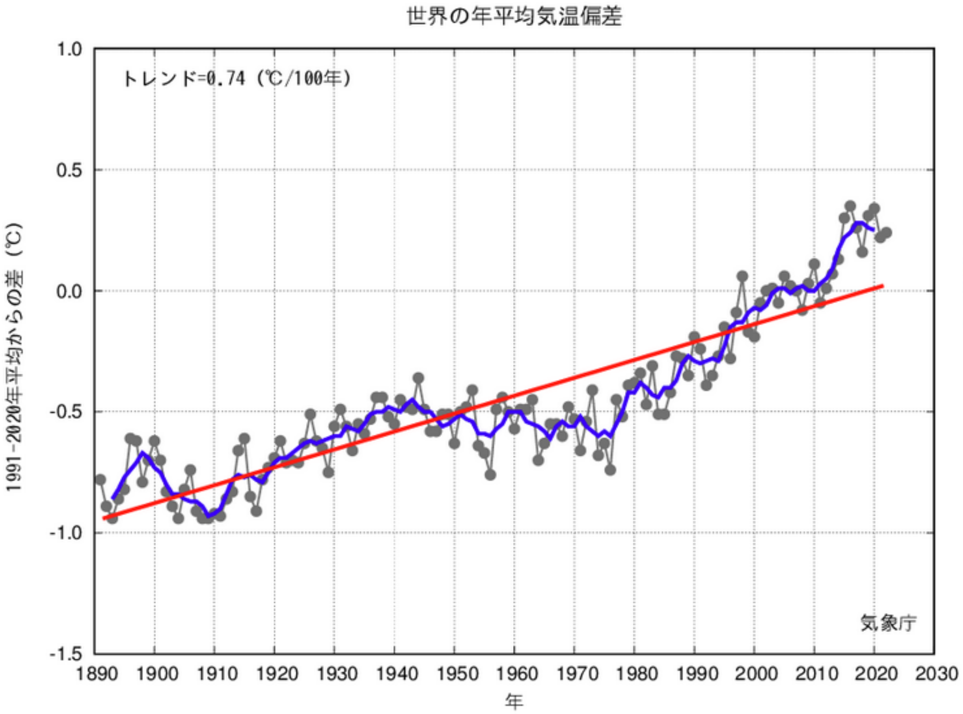
・日本付近では、特に7月後半に下層の太平洋高気圧の張り出しが顕著に強まり、持続的な下降気流や晴天による強い日射が地上気温の上昇をもたらした。

・加えて、日本付近では上層の亜熱帯ジェット気流が明瞭に北偏し、暖気を伴った背の高い高気圧に覆われた

世界の観測事実（気温）

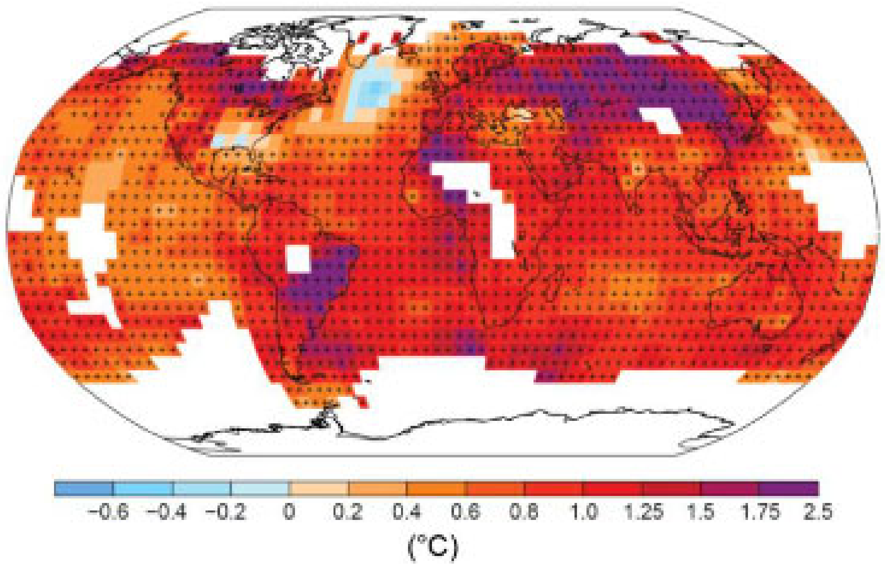
- 世界の年平均気温は、100年あたり約0.7℃の割合で上昇。

世界の年平均気温偏差（1891～2022年）



気象庁HP「世界の年平均気温」
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html

世界の地上気温の変化の分布（1901～2012年）

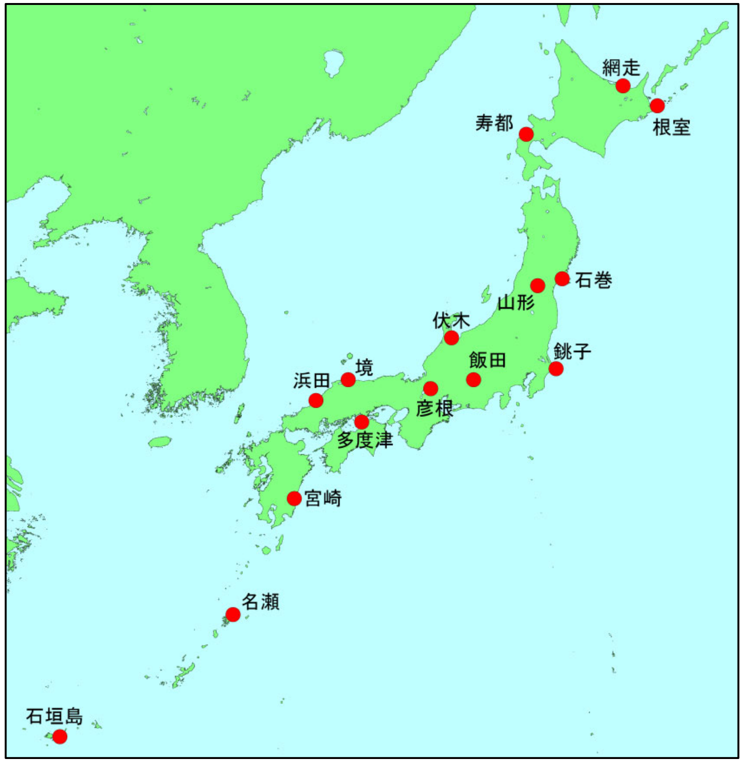


米国海洋大気庁（NOAA）のデータセットから線形回帰により変化傾向を算出。白色は変化傾向を算出するのに十分なデータが得られなかった格子、＋印は有意水準 90%で統計的に有意な変化傾向が見られた格子を表す。

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/2020/pdf/cc2020_shousai.pdf

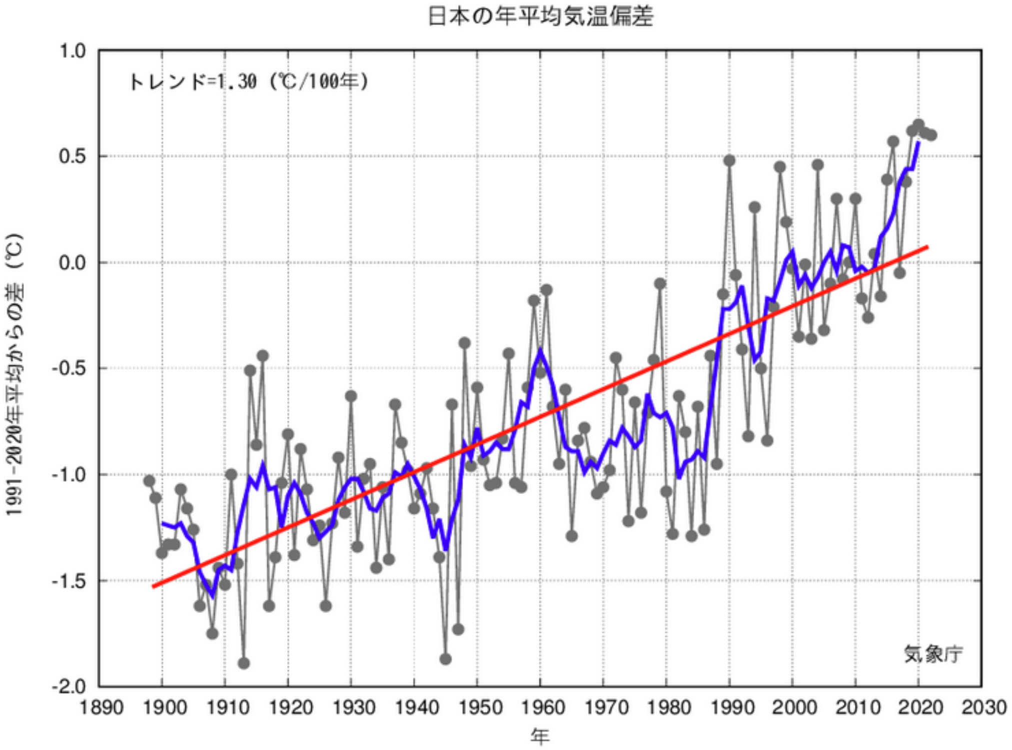
日本の観測事実（気温）

● 日本の年平均気温は、100年あたり約1.3℃の割合で上昇。すなわち、世界平均よりも気温が大きく上昇している。



日本の年平均気温に用いる観測地点

日本の年平均気温偏差（1898～2022年）

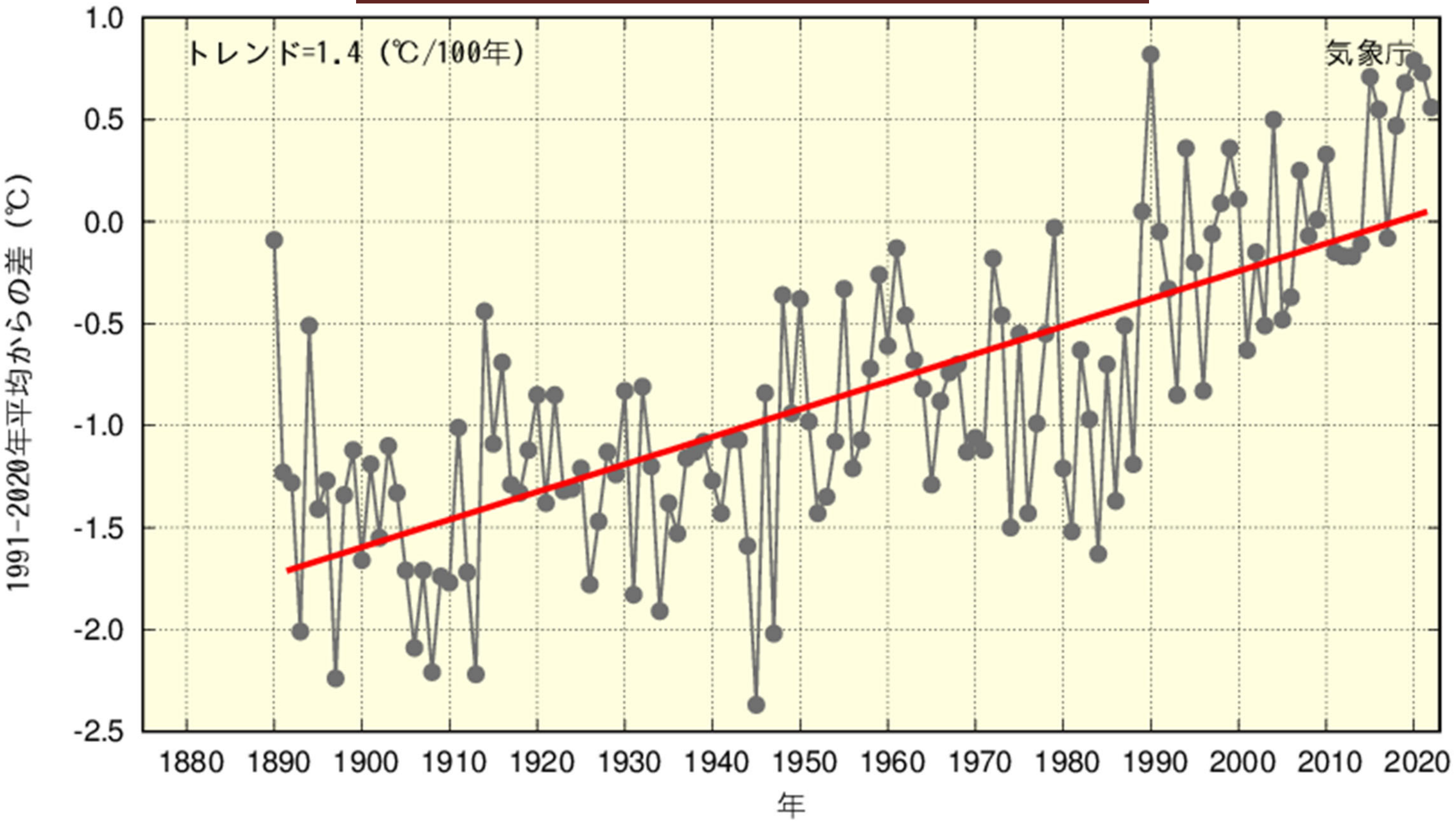


https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html

東北地方の観測事実（気温）

- 東北地方の年平均気温は、<u>100年あたり約1.4℃</u>の割合で上昇。
- 一部の地点では都市化の影響などが加わっている可能性がある。

東北地方の年平均気温偏差
（1898～2022年）

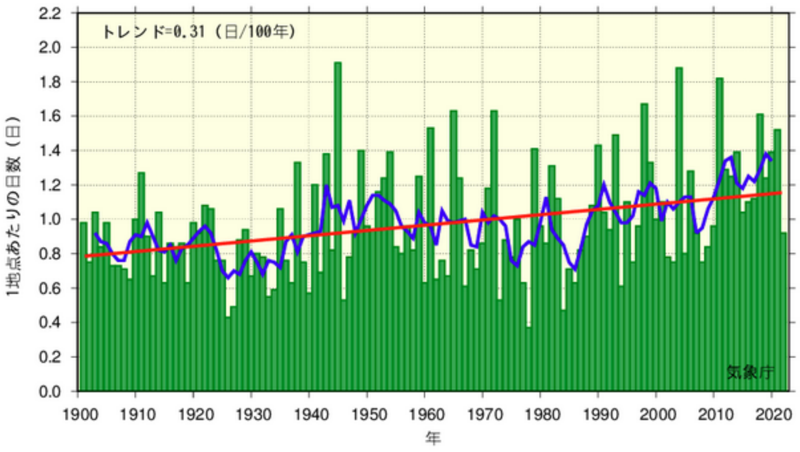


用いているのは、東北地方で長期間の観測データが存在する以下の6観測地点のデータ
青森、秋田、宮古、石巻、山形、福島

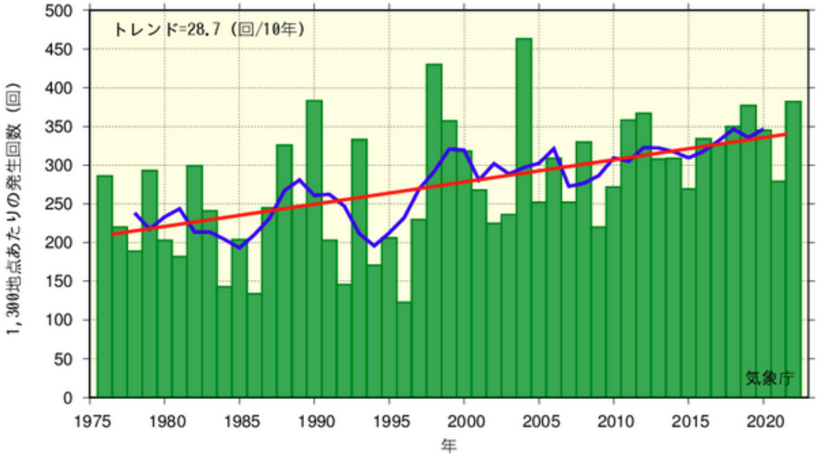
日本の観測事実（降水）

- 日本の大雨及び短時間強雨の発生頻度は増加する一方、雨の降る日は減少。

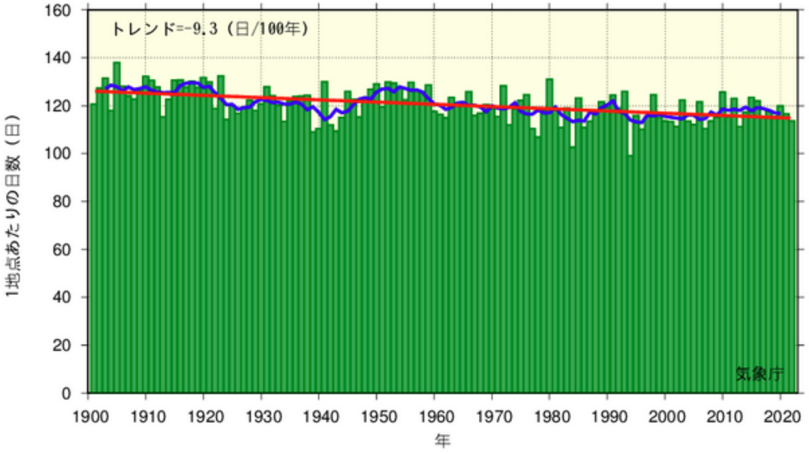
日降水量100mm以上の年間日数
（1901～2022年：全国51地点平均）



1時間降水量50mm以上の年間発生回数
（1976～2022年：全国アメダス）



雨の降る日（日降水量1.0mm以上）の年間日数
（1901～2022年：全国51地点平均）



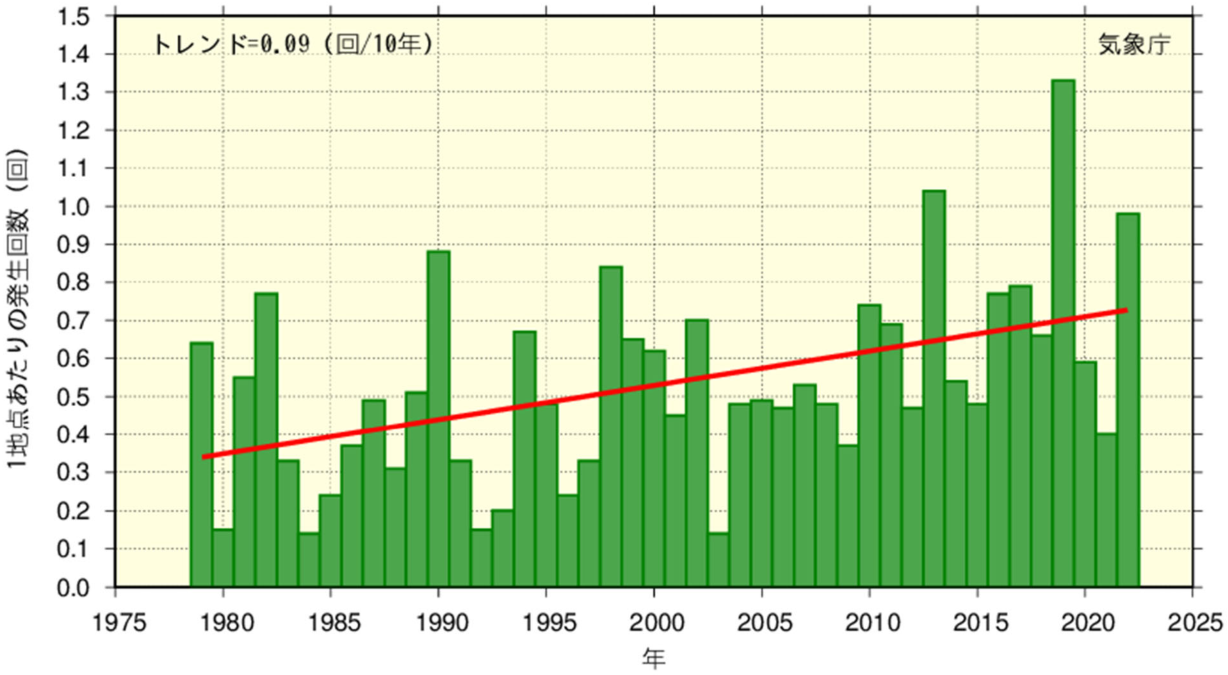
雨の降り方が極端
になってきている。

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html

東北地方の観測事実（降水）

● 東北地方の短時間強雨の発生頻度は増加。

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



棒グラフ（緑）はアメダス１地点あたりの発生回数を表す。

日本の観測事実（降水）：2022年12月の解析結果（気象庁）

- いずれの要素で見ても、大雨の年間発生回数は増加
- より強度の強い雨ほど頻度の増加率が大きい
- 1980年頃と比較して、おおむね2倍程度（※）に頻度が増加

（※1時間降水量80㎜以上、 3時間降水量150㎜以上、日降水量300㎜以上など強度の強い雨）

◎大雨の頻度と強度の増大には、地球温暖化が影響している可能性がある

各要素でみた36年間の変化の倍率

（括弧内は各10年平均の1,300地点当たりの年間発生回数）

要素	変化の倍率（2012-2021年平均/1976-1985年平均）
1時間降水量50mm以上	**約1.4倍**（約230回→約330回）
1時間降水量80mm以上	**約1.7倍**（約14回→約24回）
1時間降水量100mm以上	**約1.9倍**（約2.2回→約4.2回）
3時間降水量100mm以上	**約1.7倍**（約160回→約260回）
3時間降水量150mm以上	**約1.8倍**（約19回→約33回）
3時間降水量200mm以上	**約2.1倍**（約2.8回→約5.9回）
日降水量200mm以上	**約1.5倍**（約160回→約250回）
日降水量300mm以上	**約1.8倍**（約28回→約51回）
日降水量400mm以上	**約1.8倍**（約6.4回→約11.6回）

雨の強さと降り方

1時間雨量 (mm)	予報用語	人の受けるイメージ	人への影響	屋内 (木造住宅を想定)	屋外の様子	車に乗っていて
10以上～ 20未満	やや強い雨	ザーザーと降る	地面からの跳ね返りで足元がぬれる	雨の音で話し声が良く聞き取れない	地面一面に水たまりができる	
20以上～ 30未満	強い雨	どしゃ降り	傘をさしていてもぬれる	寝ている人の半数くらいが雨に気がつく		ワイパーを速くしても見づらい
30以上～ 50未満	激しい雨	バケツをひっくり返したように降る			道路が川のようになる	高速走行時、車輪と路面の間に水膜が生じブレーキが効かなくなる（ハイドロプレーニング現象）
50以上～ 80未満	非常に 激しい雨	滝のように降る （ゴーゴーと降り続く）	傘は全く役に立たなくなる		水しぶきであたり一面が白っぽくなり、視界が悪くなる	車の運転は危険
80以上～	猛烈な雨	息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感ずる				

日本の将来予測（日本の気候変動2020より）

- シナリオ（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
- 気温が上昇するだけではなく、極端な降水などのリスクも高くなっていく

年平均気温が約1.4°C/約4.5°C上昇

猛暑日や熱帯夜はますます増加し、
冬日は減少する。

激しい雨が増える

日降水量の年最大値は
約12%（約15 mm）/ 約27%（約33 mm）増加
50 mm/h以上の雨の頻度は 約1.6倍/約2.3倍に増加

強い台風の割合が増加
台風に伴う雨と風は強まる

黄色は2°C上昇シナリオ（RCP2.6）：２℃目標相当
紫色は4°C上昇シナリオ（RCP8.5）：追加的な緩和策なし
20世紀末（1980～1999 年平均）から21世紀末（2076～2095 年平均）の間に起きる気候の変化を予測する。

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

東北地方の将来予測（例：宮城県版）

- 東北地方でも予測結果の本質は同様
- 観測事実と共に、図、データ、リーフレットを仙台管区気象台HP*で提供しています

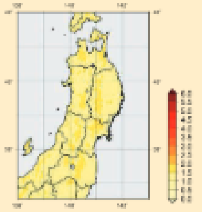
2℃上昇シナリオ（RCP2.6）

（２℃目標相当）

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（宮城県）	約**1.4℃**上昇
真夏日（宮城県）	約**10日**増加
熱帯夜（宮城県）	約**4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

海の変化

三陸沖の海面水温に有意な変化は予測されていません。

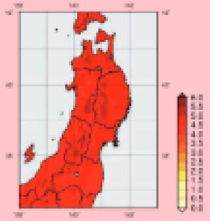
4℃上昇シナリオ（RCP8.5）

（追加的な緩和策なし）

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（宮城県）	約**4.6℃**上昇
真夏日（宮城県）	約**43日**増加
熱帯夜（宮城県）	約**36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

海の変化

三陸沖の海面水温は約4.9℃上昇します。

* 仙台管区気象台HP「東北地方の気候の変化」
https://www.data.jma.go.jp/sendai/knowledge/climate/change/change.html

気候変動対策に関する近年の情勢

● 近年、国内外で気候変動対策に関する動きが活発化

世界の主な情勢

✓ **パリ協定の合意、発効　（2015年12月合意、2016年11月発効）**
「２度目標」のもと、米中含む全ての国がGHG排出削減目標を5年毎に提出・更新

✓ **IPCC第６次評価報告書公表　（2021~2023年）**
３つの特別報告書（1.5℃、海洋・雪氷圏、土地利用）、インベントリ作成マニュアル改訂、各作業部会評価報告書、統合報告書
「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」、1.5℃上昇によるリスクの提示、正味ゼロのCO2排出量の必要性等

✓ **COP28（2023年11～12月）＿ドバイ（UAE）**
1.5℃目標の実現に向かうためのエネルギーに関する合意。化石燃料から「脱却」していき、2030年までに再生可能エネルギー容量を3倍にし、かつ省エネ改善率を2倍に

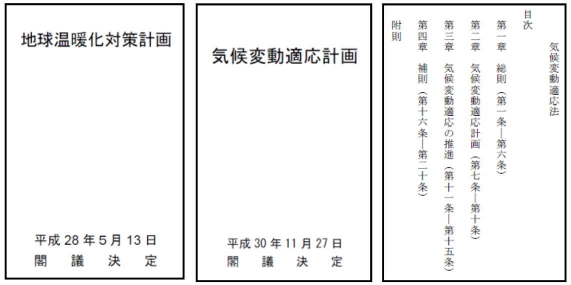
国内の主な情勢

✓ **「気候変動適応」の法制化（2018年6月成立、12月施行）**
法制化により、今後地方公共団体等での適応計画策定等の動きが加速する見込み

✓ **2050年カーボンニュートラル宣言（2020年10月26日）**
菅内閣総理大臣は所信表明演説において、カーボンニュートラルを目指すことを宣言

✓ **「地球温暖化対策計画」閣議決定　（2021年10月）**
パリ協定を踏まえ、我が国の対策を総合的かつ計画的に推進

✓ **「気候変動適応計画」閣議決定　（2021年10月）**
気候変動適応に関する今後おおむね5年間の基本戦略・基本的方向性を示す


地球温暖化対策計画
平成28年5月13日
閣議決定

気候変動適応計画
平成30年11月27日
閣議決定

気候変動適応法
目次
第一章　総則（第一条―第六条）
第二章　気候変動適応計画（第七条―第十条）
第三章　気候変動適応の推進（第十一条―第十五条）
第四章　補則（第十六条―第二十条）
附則

パリ協定

- 2015年12月、国連気候変動枠組条約締約国会議（COP21）において、「パリ協定」（Paris Agreement）が採択。2016年11月に発効。
- 京都議定書（1997年採択、先進国のみに排出削減目標を義務付け）に代わる、2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組み。
- 歴史上はじめて、全ての国が参加する公平な合意。

概　要

- 世界共通の長期目標として、2℃目標*の設定。1.5℃に抑える努力を追求すること。　*工業化以前からの気温上昇
- 主要排出国を含む全ての国が削減目標を5年ごとに提出・更新すること。
- 適応の長期目標の設定，各国の適応計画プロセスや行動の実施，適応報告書の提出と定期的更新。
- 5年ごとに世界全体としての実施状況を検討する仕組み（グローバル・ストックテイク（GST））。
- 2018年のCOP24において、全ての国に共通に適用される実施指針を採択。

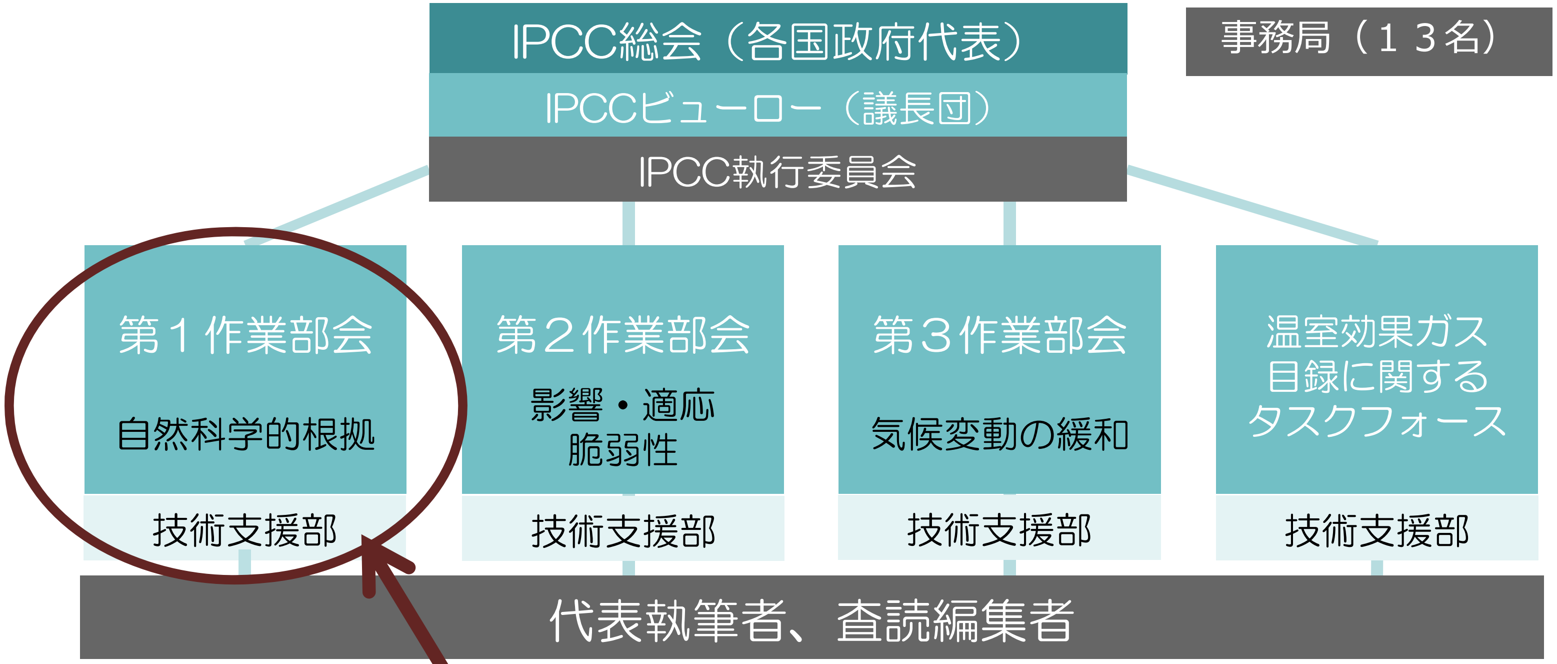
第1回のGSTは、2023年のCOP28 で成果物がとりまとめられた

外務省HP「2020年以降の枠組み：パリ協定」より、一部加筆
https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page1w_000119.html

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)

● IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）とは

人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に世界気象機関（ＷＭＯ）と国連環境計画 （ＵＮＥＰ）により設立された組織。

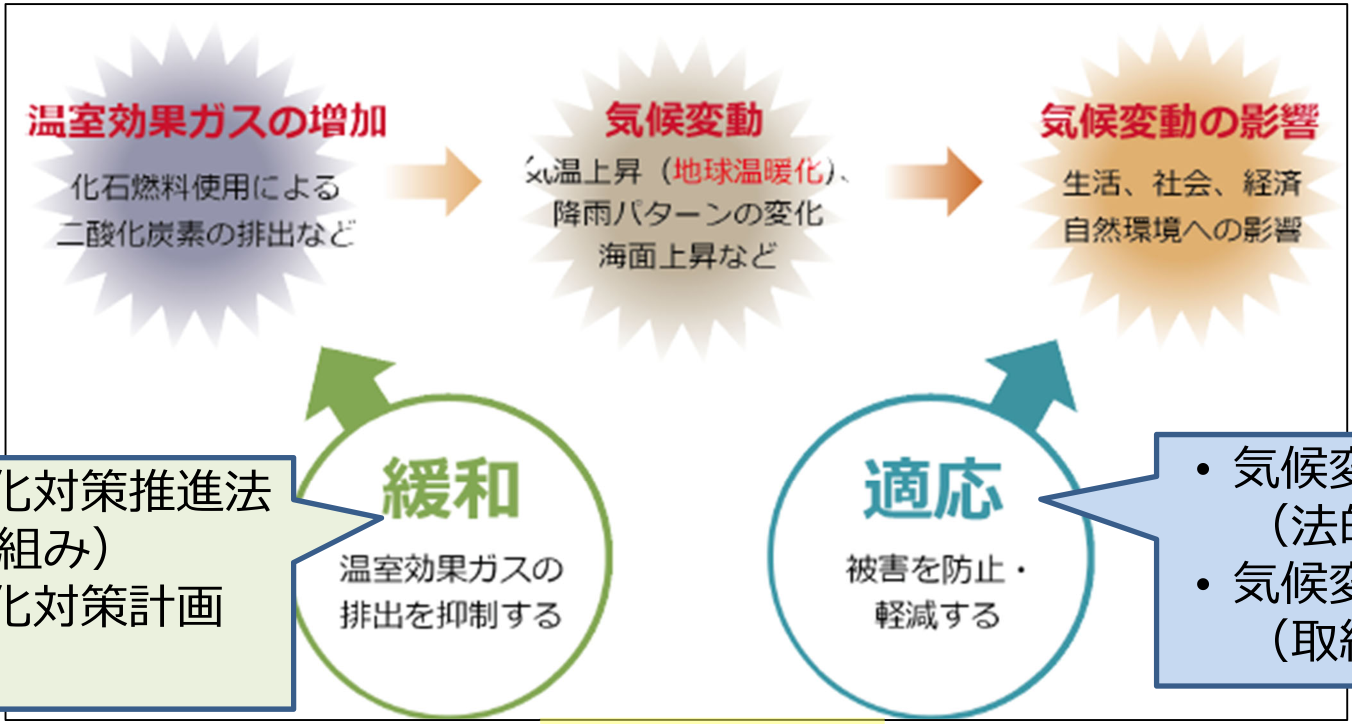


第１作業部会：「自然科学的根拠」についての評価
＝気温、降水量などの諸要素や極端現象に関する観測成果、将来予測　国内では文科省と**気象庁**が対応担当

「緩和」と「適応」の法に基づく政府の気候変動対策

気候変動対策の取組

- 気候変動は、地球規模かつ分野横断的な、非常に大きな課題。
- 政府一丸となって、「緩和」と「適応」の両輪で、取り組んでいる。
  - **緩和策**：人間活動による温室効果ガスの排出を削減する取組
  - **適応策**：既に現れている、または将来避けられない影響の被害を回避・軽減する取組



- 地球温暖化対策推進法（法的仕組み）
- 地球温暖化対策計画（取組）

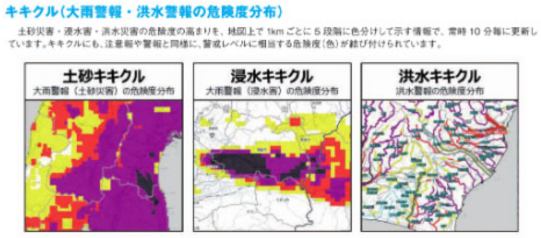
- 気候変動適応法（法的仕組み）
- 気候変動適応計画（取組）

出典：環境省HPより

気象庁における気候変動の課題への取組

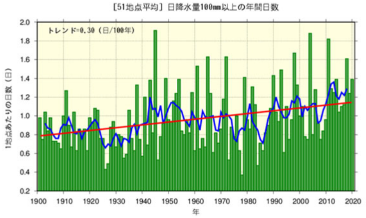
① 気象庁の気候変動適応の取組

- 予測精度の向上
- 情報の高度化
  特別警報、警戒レベル、キキクル（災害発生の危険度分布）、線状降水帯に関する各種情報、熱中症警戒アラートなど
- 気候変動を踏まえた防災対策の重要性を関係機関や住民に理解いただく取組



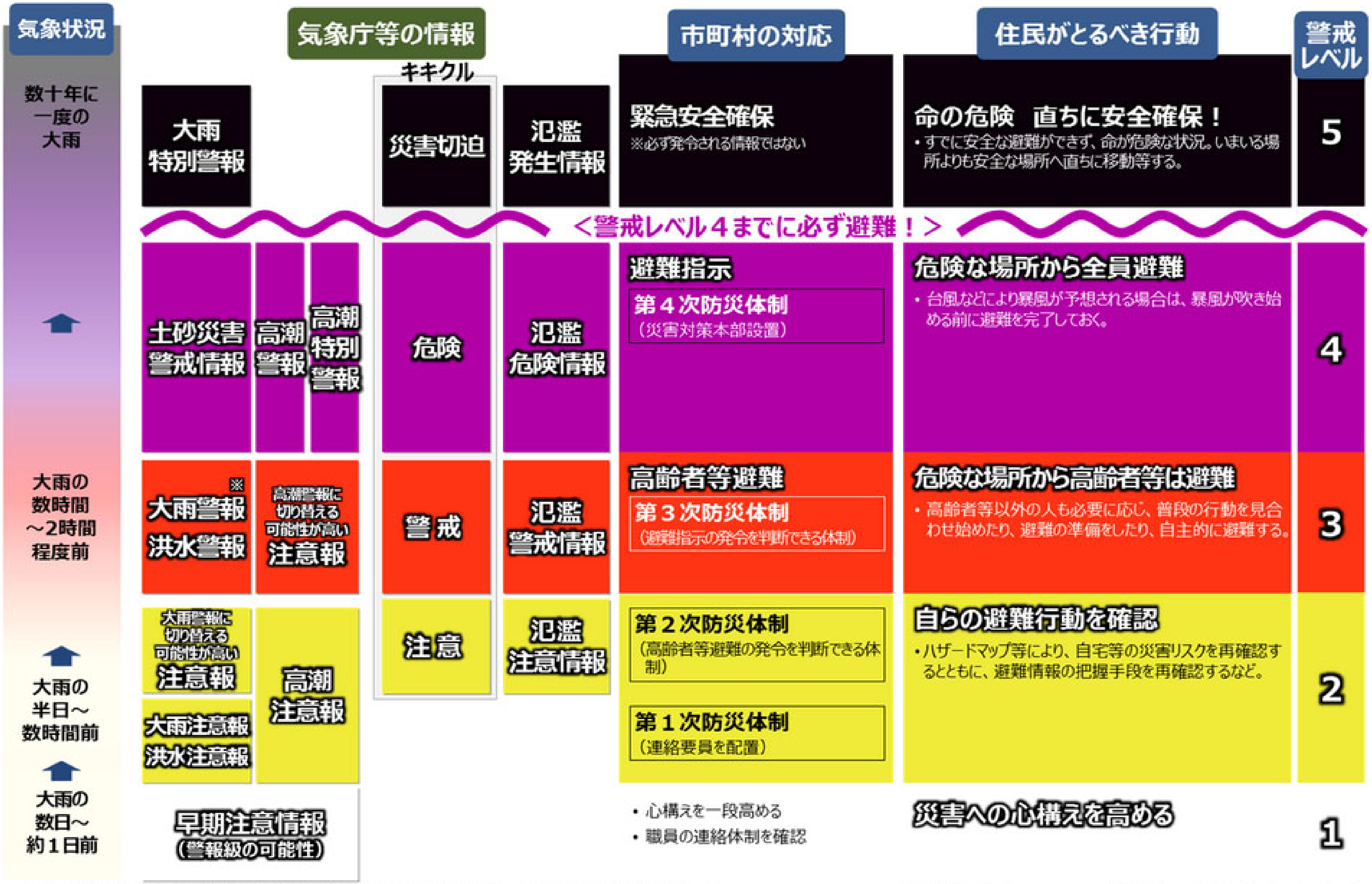
② 気候変動の自然科学的根拠に関する基盤的情報（エビデンス）の提供

- 気候変動情報の作成・公表
  - 我が国の気候変動の観測成果と将来予測の情報発表
  - 文部科学省と連携した気候変動に関する有効な情報提供の取組
  - 外務省、文部科学省、経済産業省、環境省等と連携し、気候変動枠組条約やIPCC等に対応。
- 関係省庁の施策への貢献
  - 気候変動の自然科学的根拠に関わる基盤的情報を提供し、関係省庁の気候変動対策の取組に貢献



様々な分野における気候変動適応策の検討に基盤となる気象観測・予測データを提供

警戒レベルと段階的に発表される防災気象情報



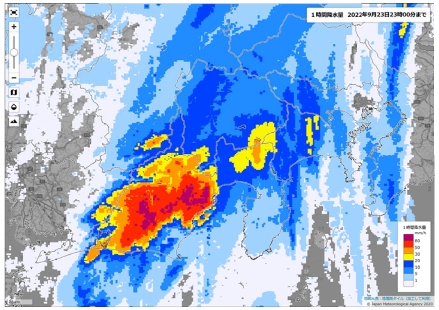
※ 夜間～翌日早朝に大雨警報(土砂災害)に切り替える可能性が高い注意報は、警戒レベル３（高齢者等避難）に相当します。

「避難情報に関するガイドライン」（内閣府）に基づき気象庁において作成

キキクル ～災害発生の危険度分布～

- 雨量データから、**災害発生の危険度を表す指標(指数)**を開発。
- 過去の災害データを用いて危険度の高まりに応じた基準を段階的に設定し、雨量予測データから算出した**危険度を地図上に色分けして表示**(黄→赤→紫→黒)。
- 大雨警報(土砂災害、浸水害)や洪水警報等に対応する危険度がひと目で分かる。

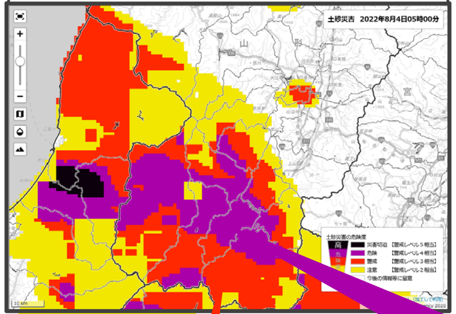
雨量

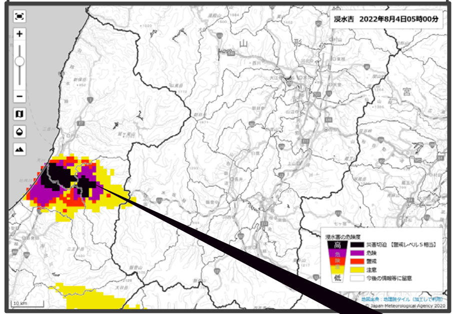


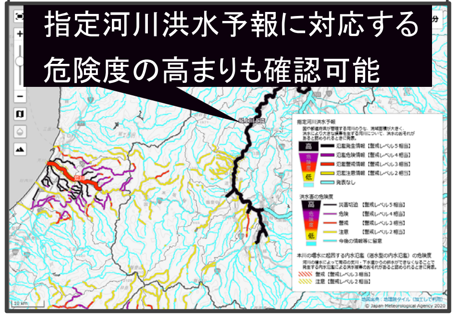
今後の雨(降水短時間予報)/降水ナウキャスト)

傾斜、地質、都市化率等も考慮して危険度を算出

土砂災害	浸水害	洪水災害
土砂キキクル (大雨警報(土砂災害)の危険度分布)	浸水キキクル (大雨警報(浸水害)の危険度分布)	洪水災害キキクル (洪水警戒の危険度分布)







指定河川洪水予報に対応する危険度の高まりも確認可能

注意報級

警報級

土砂災害警戒情報に対応する危険度の高まり(警戒レベル4相当)も確認可能

特別警報に対応する危険度の高まり(警戒レベル5相当)も確認可能

危険度

高	災害切迫	【警戒レベル５相当】
危険度	危険	【警戒レベル４相当】
	警戒	【警戒レベル３相当】
低	注意	【警戒レベル２相当】
	今後の情報等に留意	

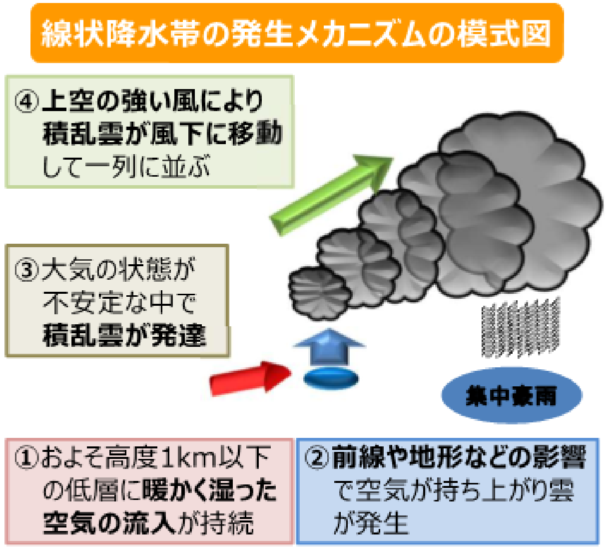
「キキクル」は大雨・洪水警報の危険度分布の愛称です。
令和3年3月に公募により決定しました。

線状降水帯の予測精度向上に向けて

【線状降水帯とは】
線状降水帯は、次々と発生した積乱雲により、線状の降水域が数時間にわたってほぼ同じ場所に停滞することで、大雨をもたらすもの。線状降水帯が発生すると、災害の危険性が高くなります。

（線状降水帯が発生した最近の主な災害事例）
- 平成26年８月豪雨（広島）
- 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（西日本豪雨）
- 令和２年７月豪雨
- 令和３年　7-８月の大雨
- 令和４年 台風第14号、15号
- 令和５年　6-７月の大雨

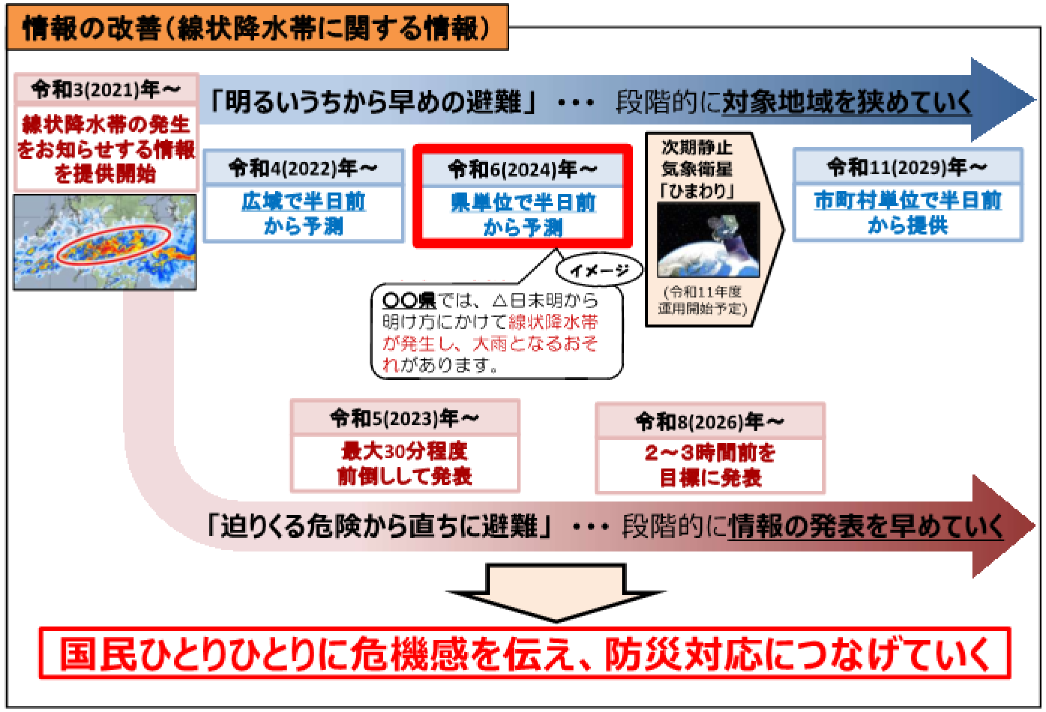
（線状降水帯の発生回数）
- 令和４年：11回
- 令和５年：23回　※令和５年11月30日現在



線状降水帯の予測精度向上に向けた課題

①水蒸気の流入を正確に捉える（特に海上）
…水蒸気の鉛直構造や流入量が正確には分かっていない。

②数値予報モデルの性能を高める（線状降水帯の構造・発生・持続）
…個々の積乱雲の発生等を予測できないため、いつどこで線状降水帯による大雨が発生し、どのくらいの期間継続するのか、事前には分からない。　　など

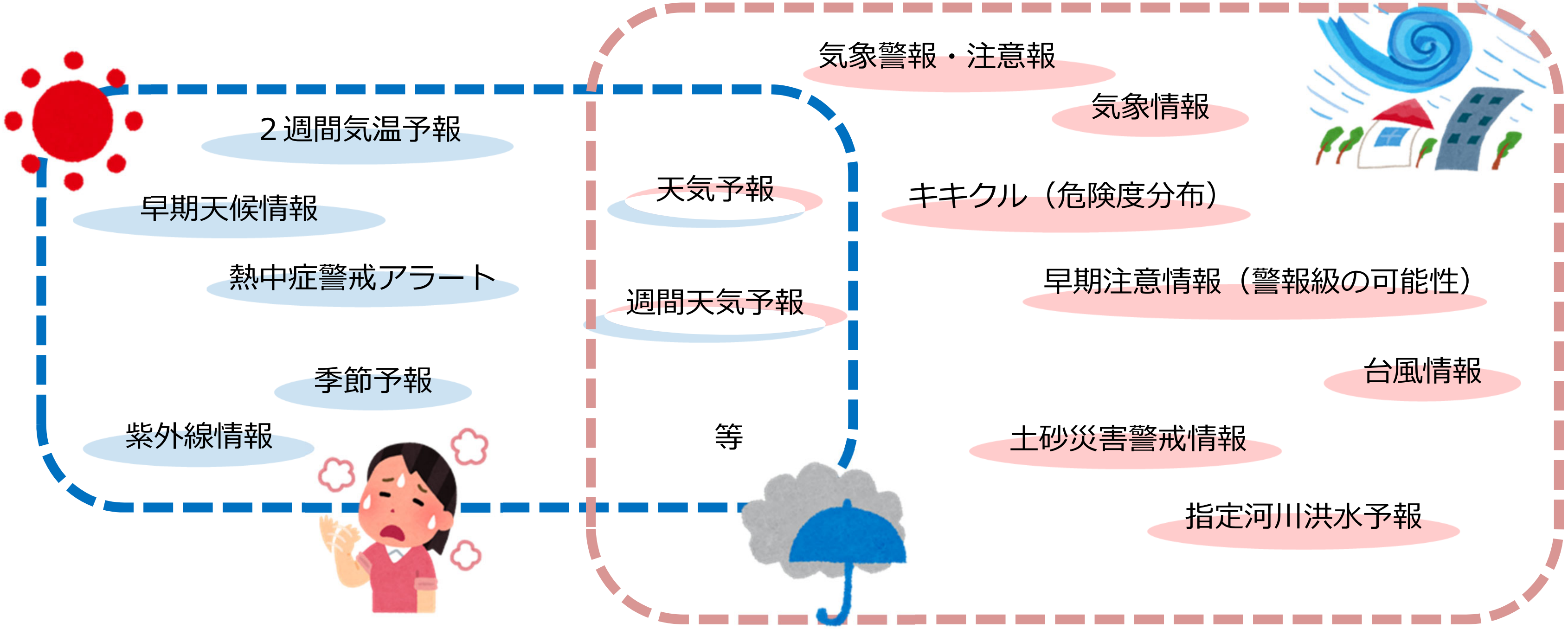


大雨等のリスク増大に適応するための防災気象情報の利用について

- 顕著な気象現象を止めることは難しい。
- 気象庁・気象台等では、（以下のような）防災気象情報を発表しています。
- 適応策の1つとして、防災気象情報をご利用ください。

IPCC AR6 WG2において、早期警戒システムの適応策としての位置づけが明確化

- このような情報を事前に知って、対応していくことは大切です。



まとめ

【観測事実】

- 気候変動（地球温暖化）は既に顕在化している。

【将来予測】

- 温室効果ガスの排出量（緩和策）次第で将来の気候は変わる。
- 緩和策を講じた場合でも気候変動はすぐには止まらない。

【気候変動に伴う大雨等のリスク増大とその適応】

- 既に顕在化している、そしてすぐには止まらない、気候変動への備え（適応策）が必要。
- 適応策の1つとして、防災気象情報をご利用ください。

御清聴ありがとうございました

気象庁・気象台の気候変動関連情報

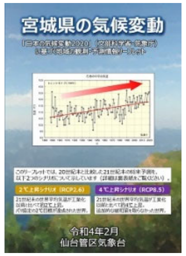
【東北地方版】

- 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

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

東北地方の気候の変化　検索

- 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。**

防災気象情報に関する解説（気象庁HP）

気象警報・注意報
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/warning.html

早期注意情報（警報級の可能性）
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/prob_warning.html

土砂災害警戒情報
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/doshakeikai.html

指定河川洪水予報
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/flood.html

熱中症から身を守るために
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/kurashi/netsu.html

ナウキャスト（雨雲の動き・雷・竜巻）
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/kurashi/highres_nowcast.html

降水短時間予報（今後の雨）
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/kurashi/kotan_nowcast.html

キキクル
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/riskmap.html

その他の知識は…

気象庁ホーム ＞ 知識・解説
https://www.jma.go.jp/jma/menu/menuknowledge.html