

気象・気候災害

地球温暖化のもとでの災害リスク

鬼頭昭雄

日本學術會議 連携會員

(一財) 気象業務支援センター 地球環境・気候研究推進室 室長
気象庁気象研究所 客員研究員

近年、強い台風は日本に上陸していない

1959年の伊勢湾台風を機に、1961年に災害対策基本法ができ、国と地方自治体が一体となった防災体制が整備された。

テレビ報道などにより、国民への周知が進み、気象災害による死者数が激減した。

一方で、この半世紀以上、強い台風が上陸していない。

上陸時（直前）の中心気圧が低い台風：

室戸台風（1934年） 911.6 hPa（室戸岬）

枕崎台風（1945年） 916.1 hPa（枕崎）

伊勢湾台風（1959年） 929 hPa（潮岬の西）

第二室戸台風（1961年） 925 hPa（室戸岬の西）

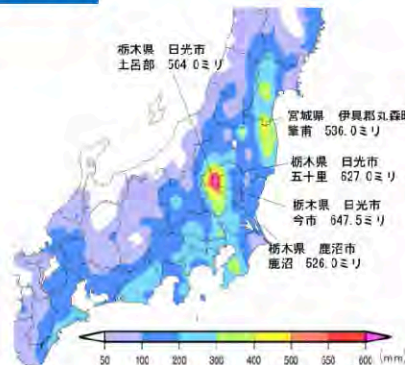
台風の上陸：台風の中心が北海道・本州・四国・九州の海岸線に達した場合
台風の通過：小さい島や半島を横切って短時間で再び海に出る場合

災害をもたらす顕著気象現象は 毎年のように起こっている

気象庁(2017)
地域における
気象防災業務
のあり方検討
会資料

平成27年9月関東・東北豪雨

- 台風や前線等の影響により線状降水帯が次々と発生し、平成27年9月7日から11日までの総降水量は、関東地方で600ミリ、東北地方で500ミリを超えた。



平成27年9月7日から11日までの
総降水量分布図

- 関東・東北地方を中心に19 河川で堤防が決壊し、鬼怒川では約200mにわたる堤防の決壊により大規模な浸水被害が発生。

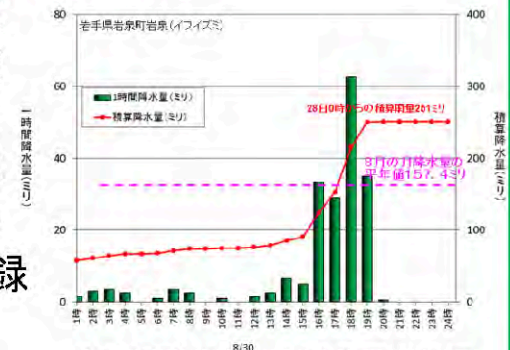


茨城県常総市の浸水被害
(国土交通省関東地方整備局提供)

- 宮城、茨城、栃木県で死者8名、住家全半壊約7千棟等の被害が発生。

平成28年台風第10号

- 台風第10号は、平成28年8月30日に暴風域を伴ったまま岩手県に上陸し、同県沿岸北部では、1時間80.0ミリの雨を観測するなど、記録的な大雨となった。



岩手県岩泉町における雨の状況

- 死者・行方不明者27人が発生する等、東北・北海道の各地で甚大な被害が発生。

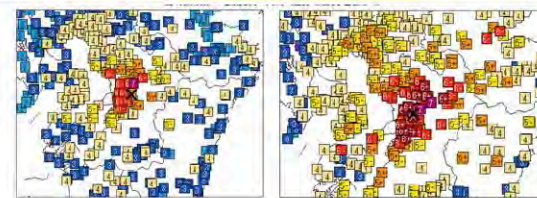
- 特に、岩手県岩泉町では、グループホームが被災し、入所者9名が全員亡くなる等、高齢者が被災。



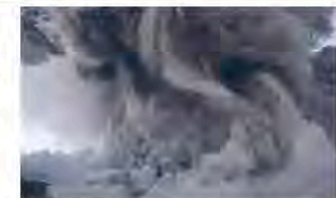
岩手県岩泉町小本川の洪水害

- 地震は、平成28年(2016年)熊本地震等が発生

- 火山は、口之永良部島噴火等が発生



平成28年(2016年)熊本地震の震度分布



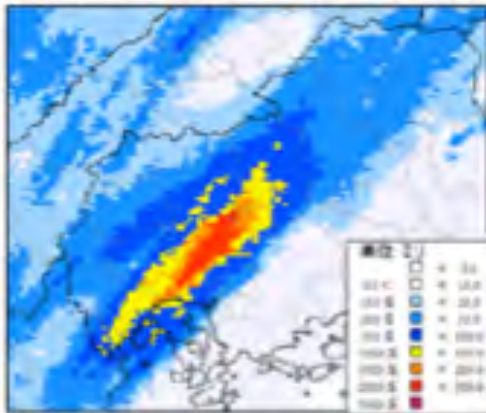
口永良部島噴火の噴煙

災害をもたらす顕著気象現象は 毎年のように起きている

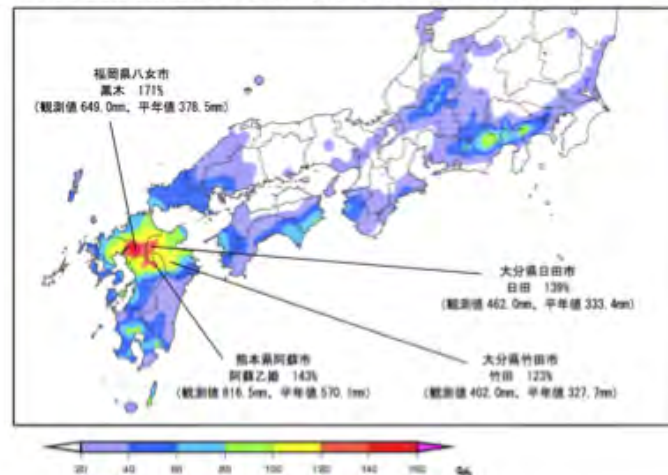
平成29年7月九州北部豪雨
平成27年9月関東・東北豪雨
平成26年8月豪雨
平成24年7月九州北部豪雨
平成23年7月新潟・福島豪雨
平成21年7月中国・九州北部豪雨
平成20年8月末豪雨

解析雨量 (24 時間の積算)

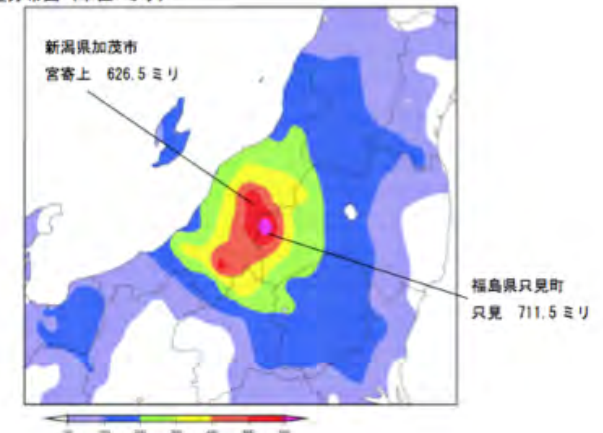
8 月 19 日 12 時～20 日 12 時



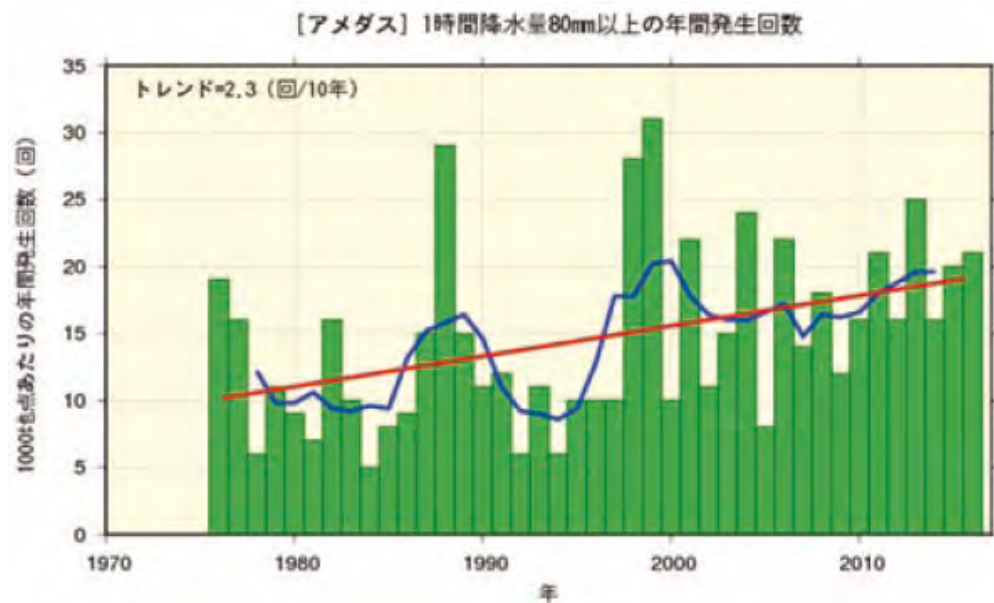
期間降水量と7月の月降水量平年値との比較分布図 (7月11日～7月14日)



○ 7月27日から30日の期間の雨量データ
期間降水量分布図 (単位: ミリ)

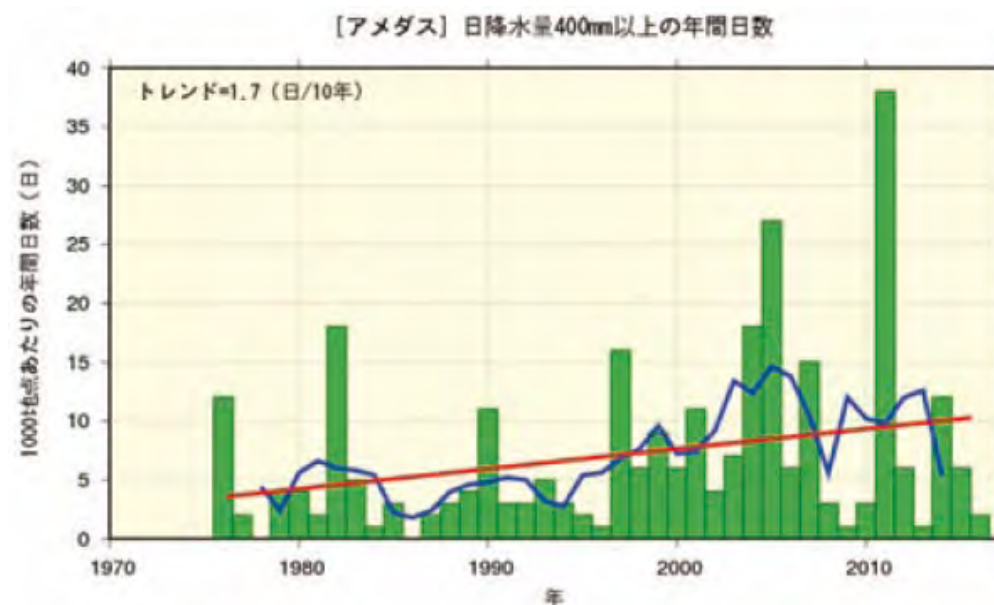


アメダスによる短時間強雨と大雨の変化



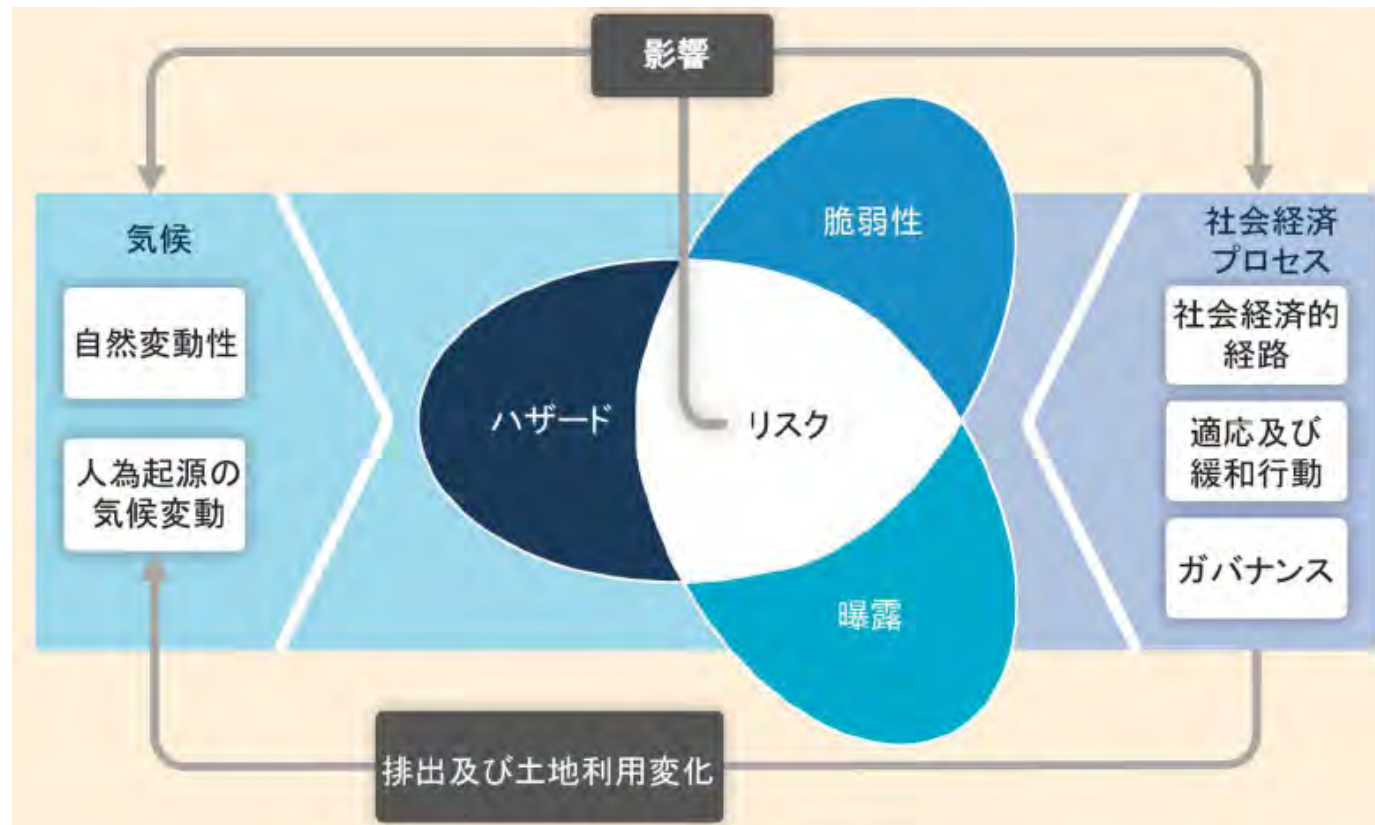
1時間降水量80mm以上

ともに過去40年間に
統計的に有意な増加傾向あり



日降水量400mm以上

リスク = ハザード x 暴露 x 脆弱性



気候に関連した影響のリスクは、人間及び自然システムの脆弱性や暴露と気候に関連するハザード(危険な事象や傾向など)との相互作用の結果もたらされる。

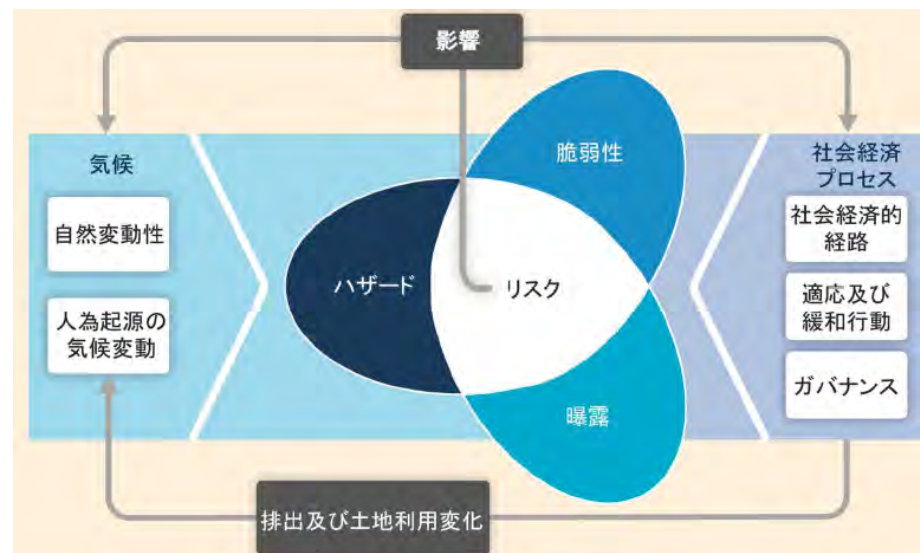
脆弱性、暴露、ハザードのそれぞれを小さくすることでリスクを減らすことができる。

暴露を減らす

暴露とは、悪影響を受ける可能性がある場所や環境の中に、人、生物、資源、インフラや、経済的、社会的、文化的資産が存在すること。

具体的には、高潮・洪水や土砂崩れの影響を受けやすい土地に多くの人に住んでいるとか、干ばつの影響を受けやすい場所に農地があるということ。ハザードが起こっても、その場所に、影響を受ける人・生物・資産などが存在しなければリスクはない。

暴露を減らす → 土地利用規制、住民の安全な場所への移転

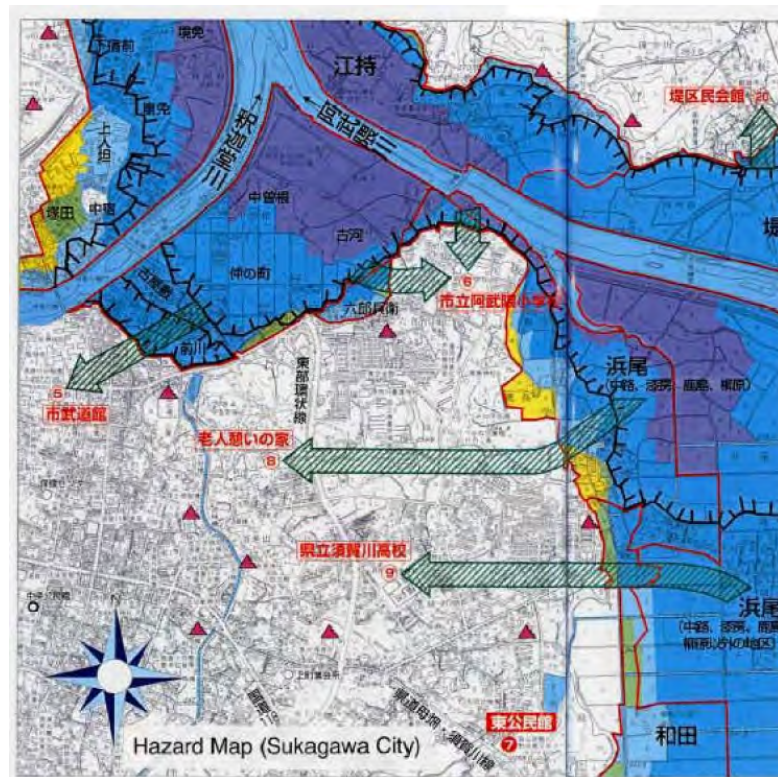


危ないところ(暴露)はどこか？

被災の可能性のある住民の自立的な防災行動が期待されている

自治体は、各種ハザードマップを用意している

住民としても各種ハザードマップを自ら確認し、災害に備えておくための行動が必要



いつ 逃げるかを知る

大雨注意報・警報・土砂災害警戒情報



大雨注意報・警報・土砂災害警戒情報 詳細

土砂災害警戒情報 (気象庁)

土砂災害警戒情報とは

大雨による土砂災害発生危険性が高まった時、広島県と広島地方気象台が共同発表する情報です。

土砂災害警戒情報が発表されたら、気象や雨量、土砂災害危険箇所の状況に注意し、早めに避難して下さい。

土砂災害警戒情報とは？ (気象庁)

どこから 逃げるかを知る



土砂災害ポータルひろしま

「土砂災害ポータルひろしま」では、土砂災害で被害のおそれがある土砂災害警戒区域などを情報提供しています。

<http://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp>

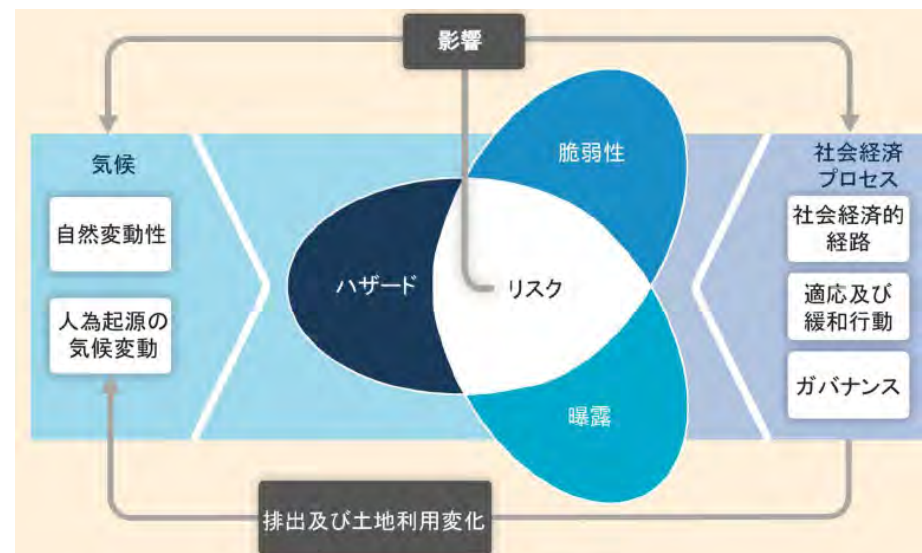
脆弱性を減らす

脆弱性とは、危害に対する感受性や悪影響の受けやすさ、対処し適応する能力の欠如のこと。

たとえば、高潮が襲ってきた時に被害を受けるかどうかは、海岸をどう守っているか、また、避難体制がどう準備され実行されるかに依存する。

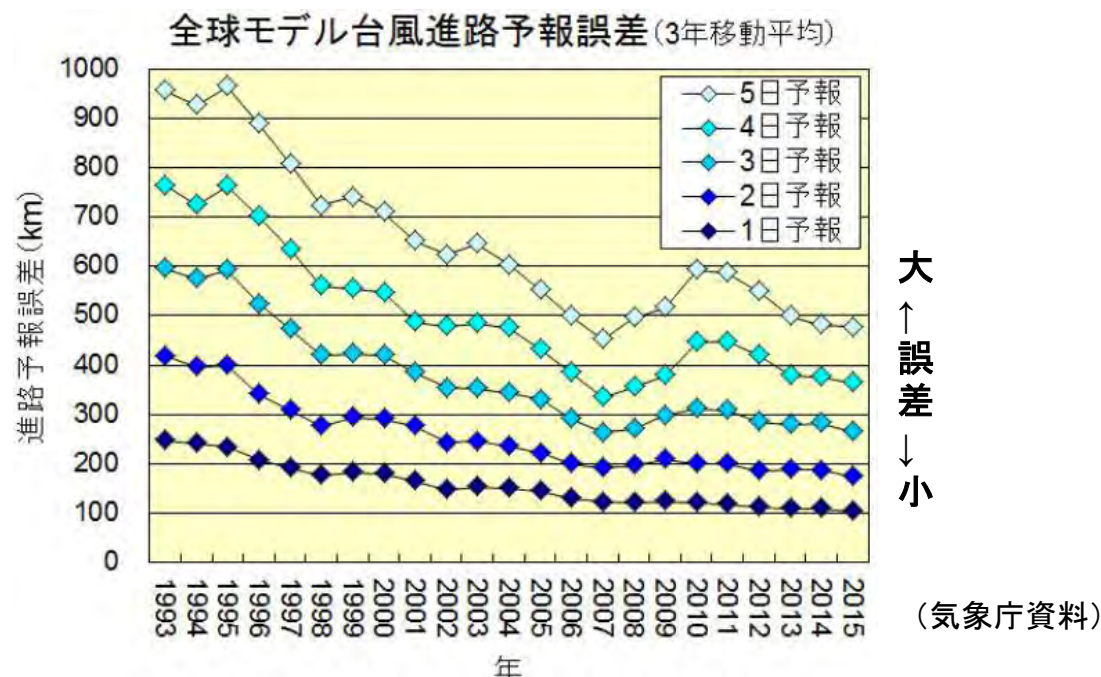
脆弱性を減らす → 早期警戒システムによる避難や回復力(レジリエンス)を高める

「逃げる」のが有効 → そのための情報を手にいれる！



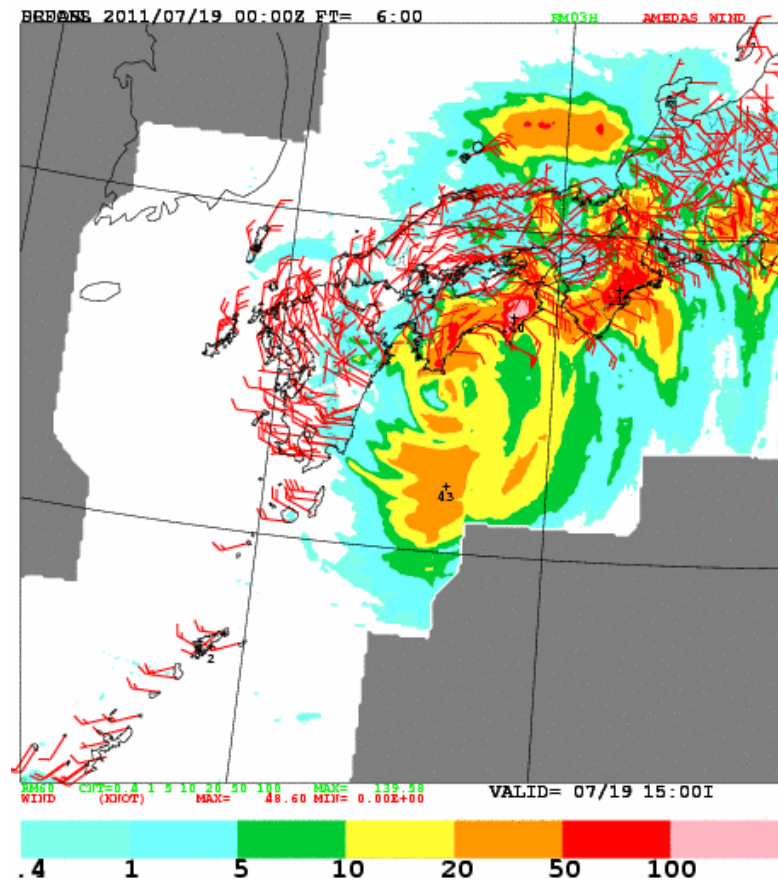
予測精度の向上

観測と数値予報モデル両面での科学技術の進展によって、
天気予報や台風の進路予報などの予測精度は年々向上している

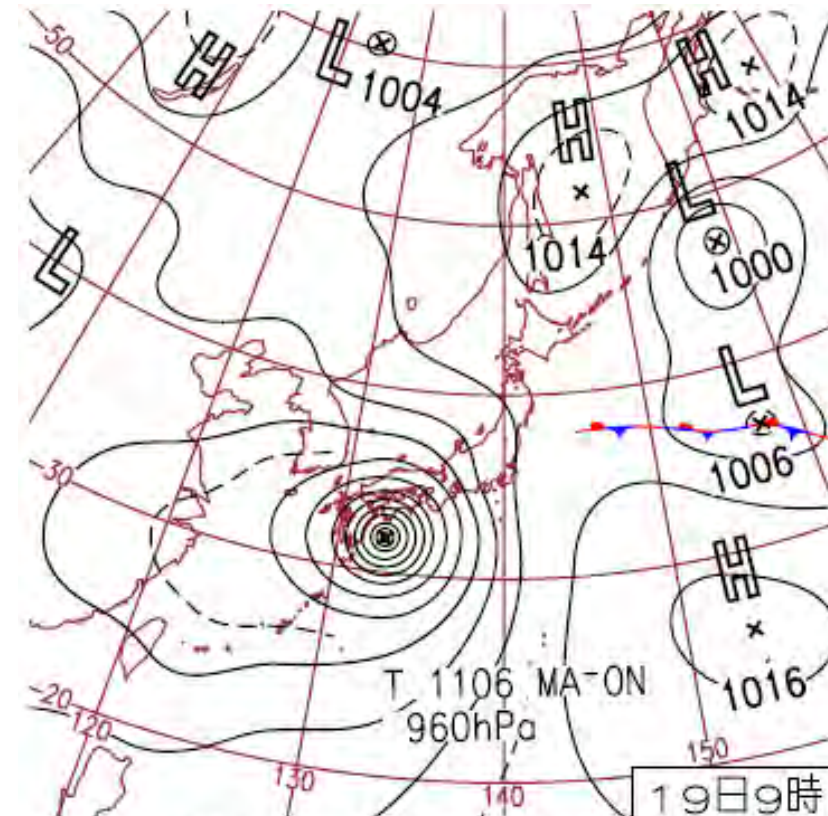


一方で、台風強度（風速や最低気圧）の予測精度はあまり向上していない

集中豪雨の例 台風接近時の地形性降水



レーダーアメダス解析雨量
12-15時, 2011年7月19日

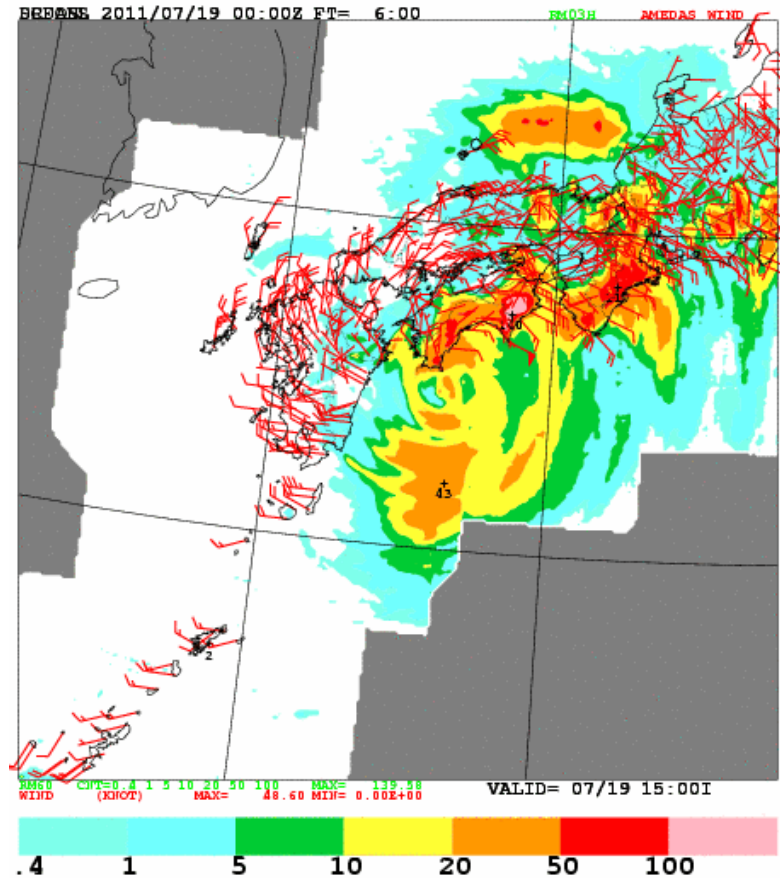


19日(火) 四国で記録的な大雨

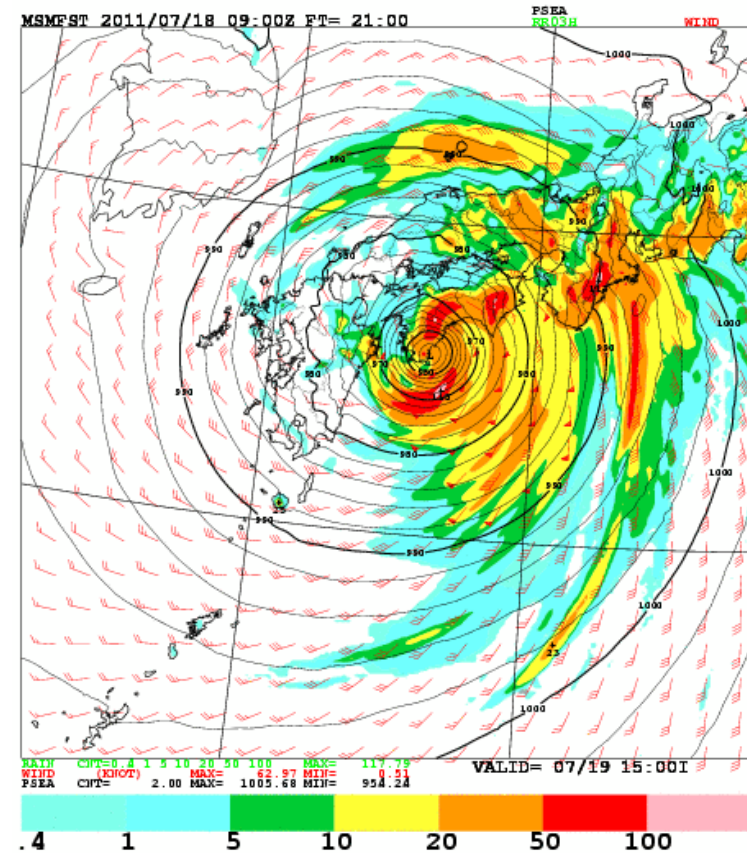
台風第6号が四国に上陸。高知県馬路村魚梁瀬で日降水量851.5mmと全国の歴代1位を更新するなど四国～関東で大雨。

(平成23年7月台風6号)

集中豪雨の例 台風接近時の地形性降水



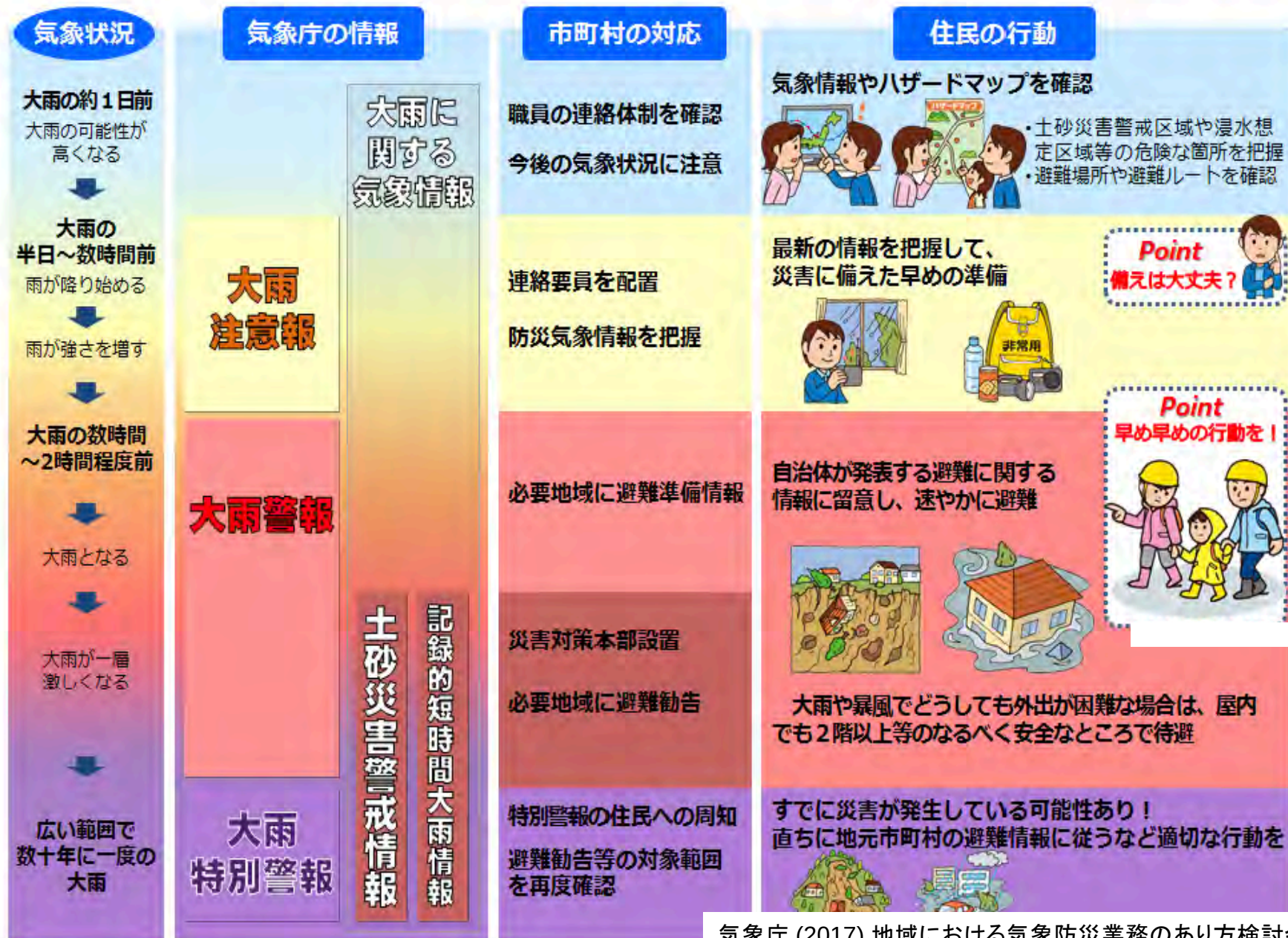
レーダーアメダス解析雨量
12-15時, 2011年7月19日



同時刻に対する気象庁メソ数値
予報モデル(MSM)の21時間予報

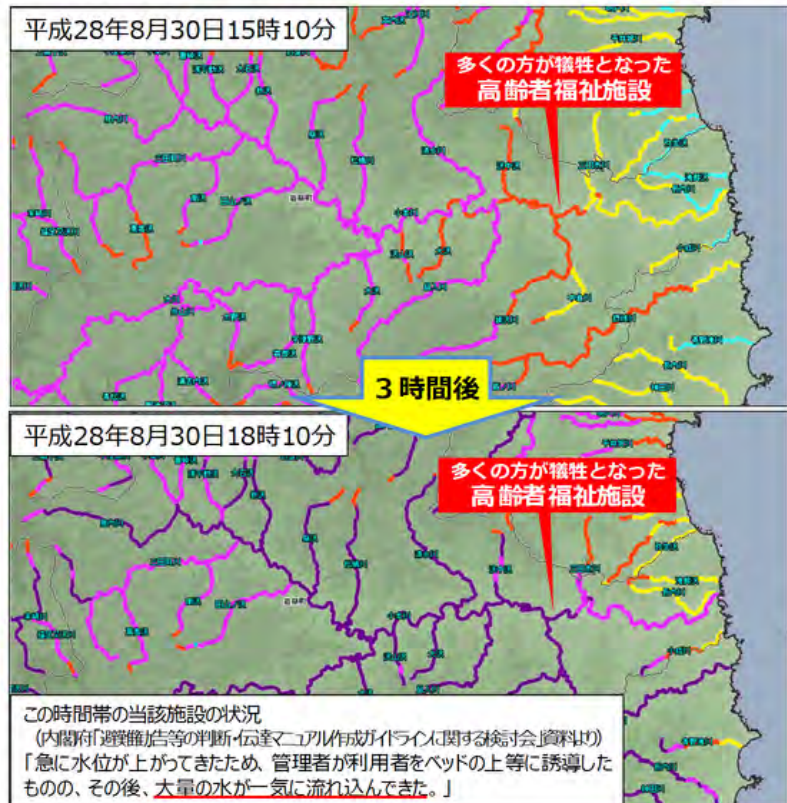
(平成23年7月台風6号)

市町村の防災対応や住民の避難行動に活用される防災気象情報(大雨の例)



洪水警報の危険度分布の色に応じた住民等の行動の例

洪水警報の危険度分布(平成28年8月30日)



※ 平成28年台風第10号の事例を事後に検証したもの

色が持つ意味	避難情報や水位情報等に応じた住民等の行動の例 ^{※1・2}	流域雨量指数の各基準への到達状況とそこから想定される周囲の状況例
極めて危険 警報基準の一段上の基準にすでに到達	《流域雨量指数の実況値が過去の重大な洪水発生時に匹敵する値にすでに到達。 すでに重大な洪水害(家屋の床上浸水等)が発生しているおそれが高い極めて危険な状況。》	
非常に危険 警報基準の一段上の基準に到達すると予想	重大な洪水害が発生するおそれが赤色(警報級)よりもさらに高まると予想されており、水位が氾濫注意水位等を越えていれば自治体から避難勧告が発令される非常に危険な状況となっているため、自治体の避難情報を確認し、 ＜避難勧告等が発令されている場合＞ 速やかに避難を開始する。 ＜避難勧告等が発令されていない場合＞ 河川の水位情報を確認し ^{※3} 、 水位が氾濫注意水位等を越えている場合には、 前述の状況を踏まえ、 速やかに避難を開始することが重要。 〔 ・山間部等の流れの速い河川沿いの家屋、堤防を越えた氾濫水によって流失のおそれがある家屋や最上階の床の高さまで浸水する家屋等、自宅にとどまることで命に危険が及ぶおそれがある住民等は速やかに立退き避難を行う。 ・氾濫しても床下浸水にとどまる等、命に危険を及ぼさない河川沿いの住民等は、各自の判断で屋内安全確保(屋内の高いところや場合によっては屋上への移動)も含めた避難行動をとる。〕	流域雨量指数の3時間先までの予測値が、過去の重大な洪水発生時に匹敵する値(警報基準の一段上の基準)に到達すると予想。 → 水位周知河川・その他河川がさらに増水し、今後氾濫するおそれが高い。重大な洪水害(家屋の床上浸水等)が発生するおそれが高い。
警戒(警報級) 警報基準に到達すると予想	重大な洪水害が発生するおそれがあり、水位が防水団待機水位等を越えていれば自治体から避難準備・高齢者等避難開始が発令される状況となっているため、自治体の避難情報を確認し、 ＜避難準備・高齢者等避難開始が発令されている場合＞ 避難の準備をして早めの避難を心がける。 ＜避難準備・高齢者等避難開始が発令されていない場合＞ 河川の水位情報を確認し ^{※4} 、 水位が防水団待機水位等を越えている場合には、 前述の状況を踏まえ、 避難の準備をして早めの避難を心がける。 〔 ・高齢者等は速やかに避難を開始する。〕	流域雨量指数の3時間先までの予測値が、重大な洪水害が発生する値(警報基準)に到達すると予想。 → 水位周知河川・その他河川がさらに増水し、今後氾濫するおそれがある。重大な洪水害(家屋の床上浸水等)が発生するおそれがある。
注意(注意報級) 注意報基準に到達すると予想	今後の情報や周囲の状況。雨の降り方に注意。	流域雨量指数の3時間先までの予測値が、軽微な洪水害が発生する値(注意報基準)に到達すると予想。 → 洪水害(道路冠水や家屋の床上浸水等)が発生するおそれがある。
今後の情報等に留意	今後の情報や周囲の状況。雨の降り方に留意。	普段と同じ状況。雨のときは、雨水が河川に集まり流れ下る。

- ※1 洪水警報の危険度分布に関わらず、自治体から避難勧告等が発令された場合や河川管理者から氾濫危険情報等が発表された場合には速やかに避難行動をとってください。
- ※2 洪水予報河川の外水氾濫については、洪水警報の危険度分布ではなく、河川管理者と気象台が共同で発表している指定河川洪水予報等を踏まえて避難勧告等が発令されますので、それらに留意し、適切な避難行動を心がけてください。
- ※3 河川の水位情報は「川の防災情報」で確認してください。その他河川では水位を観測していない河川がありますので、その場合は、早めの避難の観点から、速やかに避難を開始することが重要です。
- ※4 河川の水位情報は「川の防災情報」で確認してください。その他河川では水位を観測していない河川がありますので、その場合は、避難の準備をして早めの避難を心がけてください。

気象警報・注意報の新たな表示(危険度を色分けした時系列)

平成28年 8月30日 5時19分 盛岡地方気象台発表

岩手県の注意警戒事項

沿岸北部、沿岸南部では、30日朝から31日明け方まで土砂災害に、30日昼前から30日夜のはじめ頃まで暴風に、31日明け方まで高波に警戒してください。

岩泉町 **【発表】大雨(土砂災害)、暴風警報**

【継続】波浪警報 雷、洪水、高潮、濃霧注意報

30日昼過ぎまでに洪水警報に切り替える可能性が高い

30日昼過ぎまでに高潮警報に切り替える可能性が高い

岩泉町			今後の推移 (■ 警報級 ■ 注意報級)								備考・ 関連する現象	
発表中の 警報 注意報等の種別			30日						31日			
			3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	0-3		3-6
大雨	1時間最大雨量 (ミリ)		16	30	40	50	80	80				
	(浸水害)											浸水注意
	(土砂災害)											土砂災害警戒
洪水	(洪水害)											
暴風	風向風速 (矢印・ メートル)	陸上	3	10	15	20	25	20	13	10	10	
		海上	10	12	20	25	35	30	15	10	10	以後も注意報級
波浪	波高 (メートル)		6	6	8	8	10	10	10	6	6	以後も注意報級 うねり
高潮	潮位 (メートル)		0.4	-0.2	0.1	1.2	1.2	1.2	0.7	0.7		ピークは30日12時頃
雷												竜巻、ひょう
濃霧	陸上											視程100メートル以下 以後も注意報級
	海上											視程500メートル以下 以後も注意報級

警報は、警報級の現象が予想される時間帯の最大6時間前に発表します。

で着色した種別は、今後警報に切り替える可能性が高い注意報を表しています。

各要素の予測値は、確度が一定に達したものを表示しています。

※ 従来の文章形式による表示も継続。

気象庁ホームページ>知識・解説>警報の危険度分布より

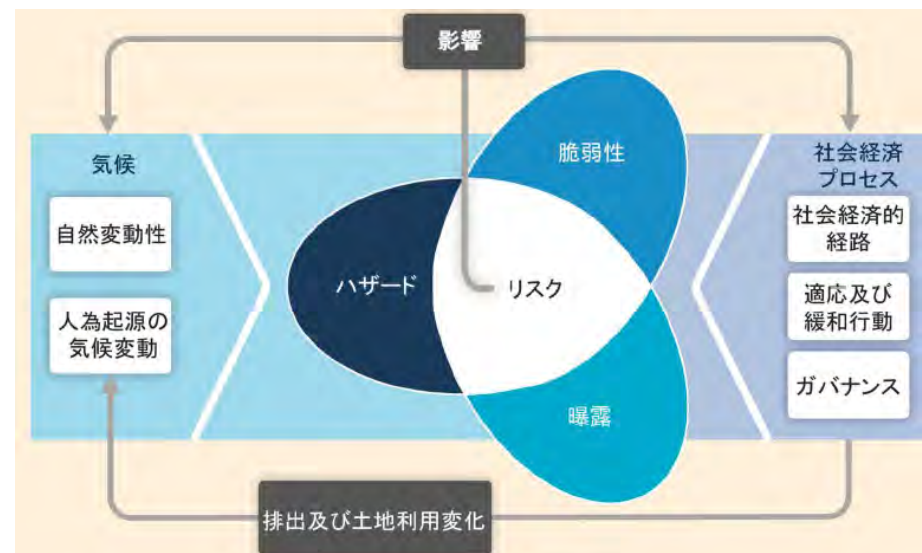
ハザードを減らす

ハザードとは、人間の死亡、負傷、その他の健康影響、資産、インフラ、及び生態系などに悪影響を及ぼし得る物理的現象のこと。地球温暖化のケースでは、熱波、干ばつ、大雨による洪水、台風による強風や高潮といった現象を意味する。

地球温暖化はハザードを大きくする

地球温暖化の程度を抑える(温暖化対策)

→ ハザードが増える割合を抑える

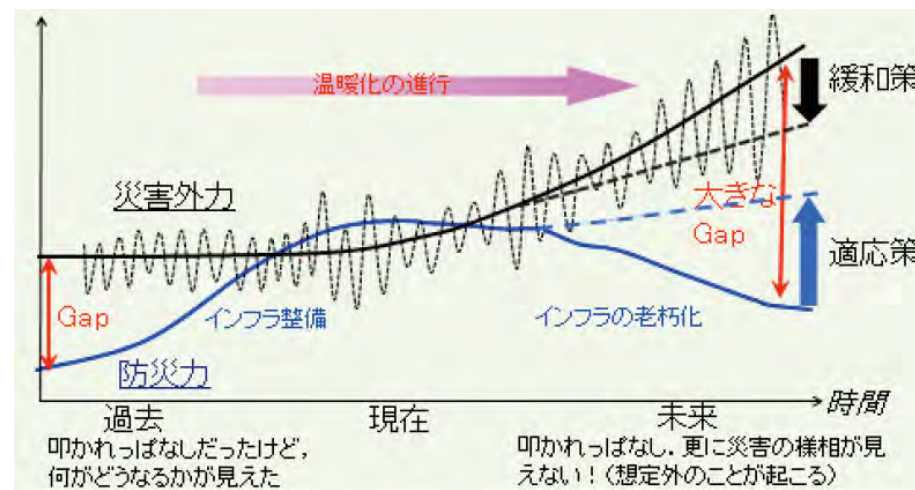


温暖化により気候リスクが増加する

高温
大雨、強雨
高潮

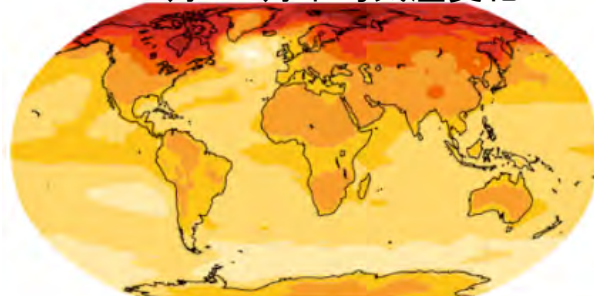
徐々に大きくなるハザード

気候変動対策の失敗は
地球規模リスクの起こりやすさ（likelihood）
と影響度（impact）に直結

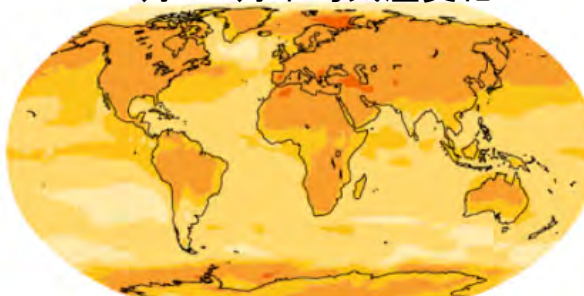


災害外力と防災力（小松 2015 学術の動向）

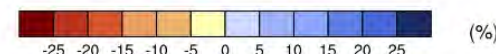
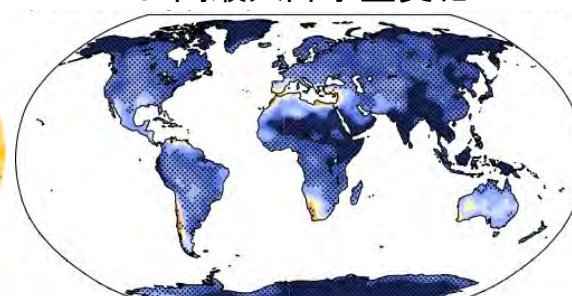
12月～2月平均気温変化



6月～8月平均気温変化

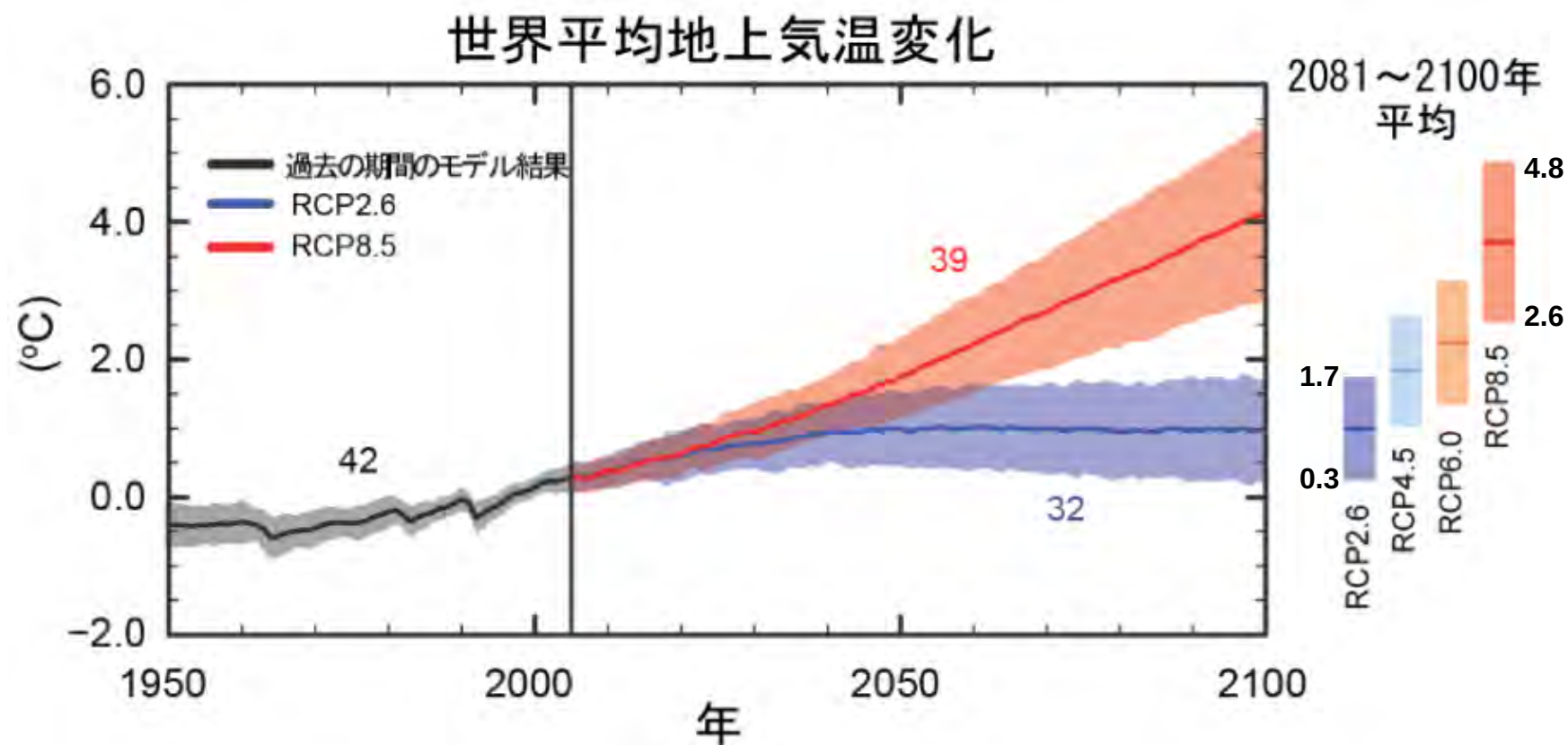


5日間最大降水量変化



複数の気候モデルによる世界平均地上気温変化予測

1986～2005年平均からの偏差。予測と不確実性の幅を低位安定化シナリオ(RCP2.6)と高位参照シナリオ(RCP8.5)を用いた実験について示した。2005年以前の線と陰影は、歴史的に再構築した強制力を用いてモデルにより再現したもの。右側の4つの棒は、2081～2100年の平均値と不確実性の幅を4つのシナリオについて示した。



21世紀半ば以降の世界平均地上気温の変化は、シナリオに大きく依存する。

縦棒は可能性が高い範囲: likely range (= 66%信頼区間)
上図のゼロ線は産業革命前の値ではないことに注意

主要なリスク	気候的動因	時間軸	リスク及び適応の可能性
暑熱に関連する死亡リスクの増大(確信度が高い)	温暖化傾向 極端な気温		非常に低い 中程度 非常に高い
		現在	
		近い将来 (2030-2040)	
		長期的将来 2°C (2080-2100) 4°C	
アジアにおける社会基盤や居住に対し 広範な被害をもたらす河川・沿岸・都市 洪水の増加(確信度が中程度)	極端な降水 破壊的低気圧 海面水位上昇		非常に低い 中程度 非常に高い
		現在	
		近い将来 (2030-2040)	
		長期的将来 2°C (2080-2100) 4°C	

アジアにおける主要なリスク

棒グラフは、現在、近い将来、長期的将来の3つの時間枠それぞれのリスクの程度。斜線部分は適応によってリスクを減らせることを示す。

まとめ

住民のニーズは何か

- ・ 予測精度の向上
- ・ 危険度を明確にした情報提供・呼びかけ
- ・ 受け手が理解できるわかりやすい情報・解説
- ・ 情報を受けて各自が行動判断できるための普及啓発・教育

地域における気象防災業務のあり方(報告書)(平成29年8月10日)より

自分でレジリエンス（防災力）を高める
どこで何が起こりうるのかを認識する

ハードは応急手当、ソフトでの対応を

人口減少 → 国土利用計画を修正するいい時期
地球温暖化・地球環境問題を伝える場