

国際防災・人道支援フォーラム2022

「防災・災害情報と避難 ～ 地球温暖化への適応」

我が国の防災情報発信実務の視点



令和4年1月26日

気象庁気象防災監

木俣 昌久

本日の話題

1 はじめに

- ・ 局地化・集中化・激甚化する気象
- ・ 温暖化で予測される21世紀末の日本
- ・ 気象庁の役割

2 防災気象情報と避難の課題

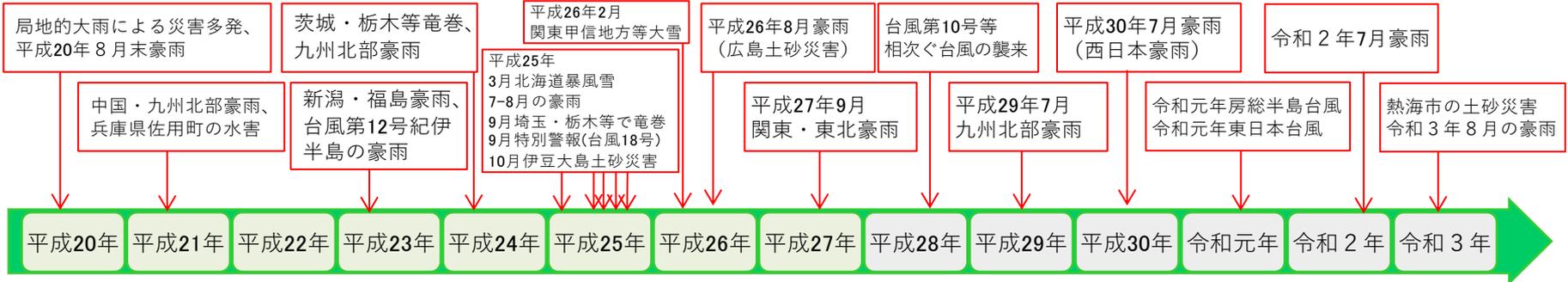
- ・ 防災気象情報を避難につなげる
- ・ 地域防災力の強化に向けて
- ・ 線状降水帯の予測精度向上に挑む

3 おわりに

- ・ 防災気象情報を発信する気象庁の
～変わらぬ“心得”～

局地化・集中化・激甚化する気象

近年、相次ぐ気象災害



新たな気象状況「局地化」・「集中化」・「激甚化」



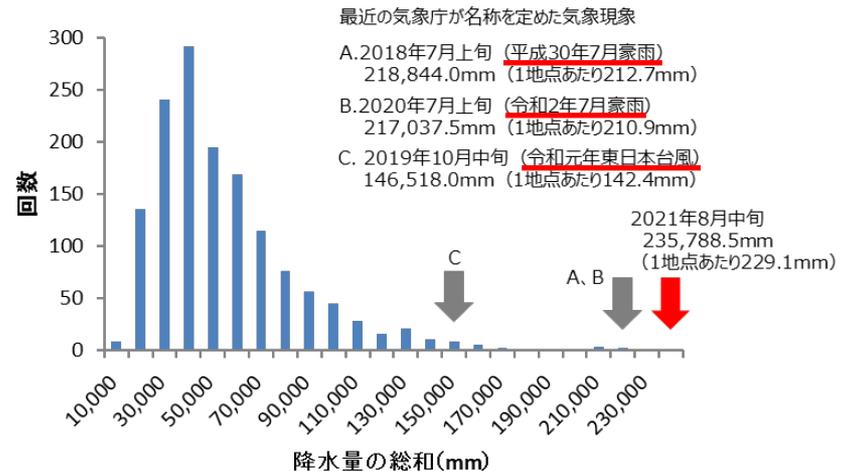
平成30年7月豪雨
愛媛県宇和島市における土砂災害
(7/7 撮影 宇和島市提供)



令和2年7月豪雨
熊本県八代市の球磨川の氾濫被害
(7/4 撮影 気象台関係者撮影)

2021年(令和3年)8月の豪雨

比較可能な全国1029地点のアメダスで観測された旬毎の降水量の総和は、2021年8月中旬が235,788.5mmとなり、1982年以降で最も多くなった



2°C/4°C上昇シナリオにより予測される21世紀末の日本

(日本の気候変動2020 ー大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書ー より抜粋)

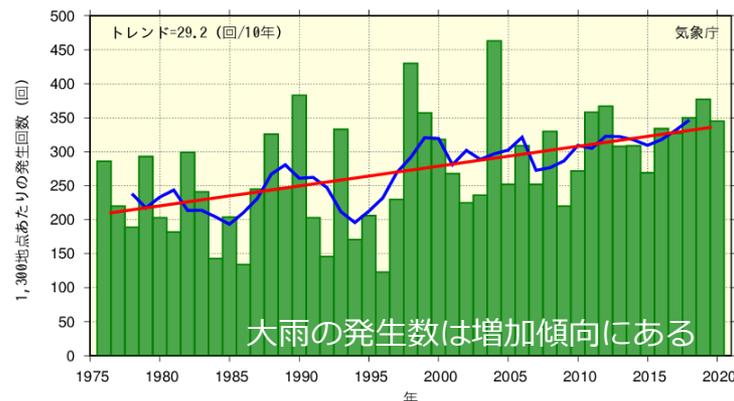
降水

将来予測

	2°C上昇シナリオによる 予測 パリ協定の2°C目標が 達成された世界	4°C上昇シナリオによる 予測 現時点を超える追加的な 緩和策を取らなかった世界
日降水量200mm以上の 年間日数	約1.5倍に増加	約2.3倍に増加
1時間降水量50mm ^{注)} 以上の 頻度	約1.6倍に増加	約2.3倍に増加
日降水量の年最大値	約12% (約15mm) 増加	約27% (約33mm) 増加
日降水量1.0mm未満の 年間日数	(優位な変化は 予測されない)	約8.2日増加

注) 1時間降水量50mm以上の雨は、「非常に激しい雨(滝のように降る)」とも表現される。傘は全く役に立たず、水しぶきであたり一面白っぽくなり、視界が悪くなるような雨の降り方である。

全国のアメダス(1,300地点あたり)の1時間降水量
50mm以上の年間発生回数(1976~2020年)

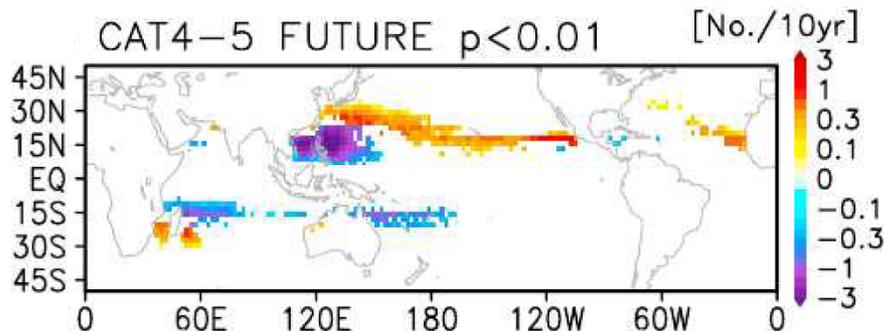


台風(熱帯低気圧)

将来予測

- 多くの研究から、日本付近における台風の強度は強まると予測されている(台風のエネルギー源である大気中の水蒸気量が増加するため)。
- 4°C上昇実験(シミュレーション)の結果などから、日本の南海上においては、非常に強い熱帯低気圧(「猛烈な」台風)に相当)の存在頻度*が増す可能性が高いことが示されている。

* 一定期間あたりに、その場所に存在する個数



非常に強い熱帯低気圧の存在頻度の変化

世界平均気温が4°C上昇した状態における、非常に強い熱帯低気圧の存在頻度の、現在(1979~2010年)からの変化(Yoshida et al. (2017)より)

政府・地域の防災対応における気象庁の役割



防災気象情報と避難の課題

防災気象情報を人々に伝わる情報とし、
人々が命を守る避難につなげる。

- ✓ 身に迫る災害の危機感が「シンプルに」「分かりやすく」伝わり、「使いやすい」情報
- ✓ 早い段階からの発信で、早めの防災対応と避難に繋がる情報
- ✓ 精度が高く、信頼される情報

※防災気象情報を活用する地域の防災力の強化

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

気象状況

数十年に一度の大雨



大雨の数時間～2時間程度前



大雨の半日～数時間前



大雨の数日～約1日前

気象庁等の情報

大雨特別警報	キキクル (危険度分布)		氾濫発生情報
土砂災害警戒情報	高潮警報	高潮特別警報	氾濫危険情報
大雨警報 洪水警報	高潮警報に切り替える可能性が高い注意報	極めて危険 非常に危険	氾濫危険情報
大雨警報に切り替える可能性が高い注意報	高潮注意報	警戒 (警報級)	氾濫警戒情報
大雨注意報 洪水注意報		注意 (注意報級)	氾濫注意情報
早期注意情報 (警報級の可能性)			

市町村の対応

緊急安全確保
※必ず発令される情報ではない

避難指示
第4次防災体制
(災害対策本部設置)

高齢者等避難
第3次防災体制
(避難指示の発令を判断できる体制)

第2次防災体制
(高齢者等避難の発令を判断できる体制)

第1次防災体制
(連絡要員を配置)

- 心構えを一段高める
- 職員の連絡体制を確認

住民が取るべき行動

命の危険 直ちに安全確保!
・すでに安全な避難ができず、命が危険な状況。いまいる場所よりも安全な場所へ直ちに移動等する。

危険な場所から全員避難

危険な場所から高齢者等は避難
・高齢者等以外の人にも必要に応じ、普段の行動を見合わせ始めたり、避難の準備をしたり、自主的に避難する。

自らの避難行動を確認
・ハザードマップ等により、自宅等の災害リスクを再確認するとともに、避難情報の把握手段を再確認するなど。

災害への心構えを高める

警戒レベル

5

4

3

2

1

<警戒レベル4までに必ず避難!>

「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

※1 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。

※2 「極めて危険」(濃い紫)が出現するまでに避難を完了しておくことが重要であり、「濃い紫」は大雨特別警報が発表された際の警戒レベル5緊急安全確保の発令対象区域の絞り込みに活用することが考えられます。

相当する警戒レベルとその意味

相当する警戒レベル （情報の例）

警戒レベル相当の表す意味と取るべき行動

警戒レベル5相当
（大雨特別警報）

地元の自治体が警戒レベル5 緊急安全確保を発令する判断材料となる情報です。災害が発生又は切迫していることを示す警戒レベル5に相当します。
何らかの災害がすでに発生している可能性が極めて高い状況となっています。
命の危険が迫っているため直ちに身の安全を確保してください。

警戒レベル4相当
（土砂災害警戒情報）

地元の自治体が警戒レベル4 避難指示を発令する目安となる情報です。危険な場所からの避難が必要とされる警戒レベル4に相当します。
災害が想定されている区域等では、自治体からの避難指示の発令に留意するとともに、避難指示が発令されていなくてもキキクル（危険度分布）や河川の水位情報等を用いて自ら避難の判断をしてください。

警戒レベル3相当
（大雨警報（土砂災害））

地元の自治体が警戒レベル3 高齢者等避難を発令する目安となる情報です。高齢者等は危険な場所からの避難が必要とされる警戒レベル3に相当します。
災害が想定されている区域等では、自治体からの高齢者等避難の発令に留意するとともに、高齢者等以外の方もキキクル（危険度分布）や河川の水位情報等を用いて避難の準備をしたり自ら避難の判断をしたりしてください。

警戒レベル2
（大雨注意報）

避難行動の確認が必要とされる警戒レベル2です。
ハザードマップ等により、災害が想定されている区域や避難先、避難経路を確認してください。

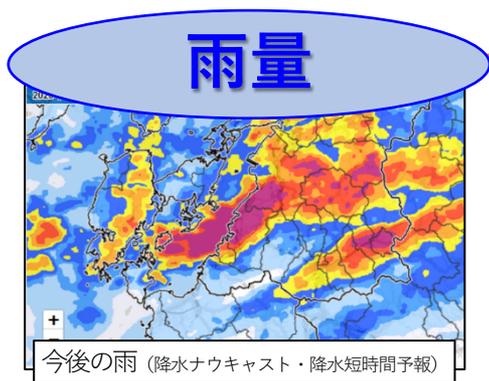
警戒レベル1
（早期注意情報
（警報級の可能性））

災害への心構えを高める必要があることを示す警戒レベル1です。
最新の防災気象情報等に留意するなど、災害への心構えを高めてください。

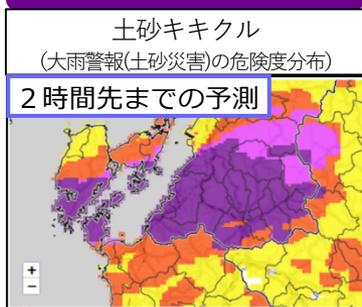
～雨量の予報を災害危険度の予報に翻訳～

災害発生時の「危険度分布」 #キキクル

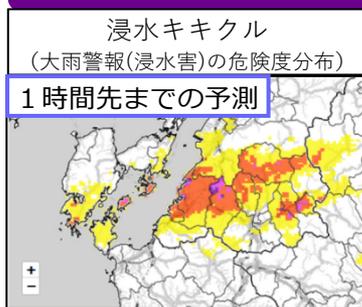
傾斜、地質、都市化率等も考慮して危険度を算出



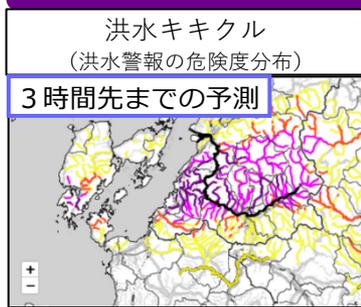
土砂災害



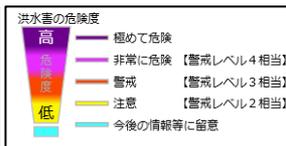
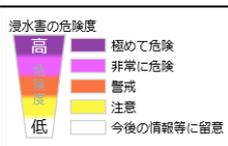
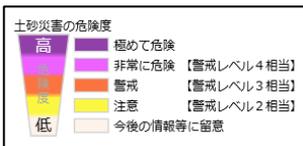
浸水害



洪水

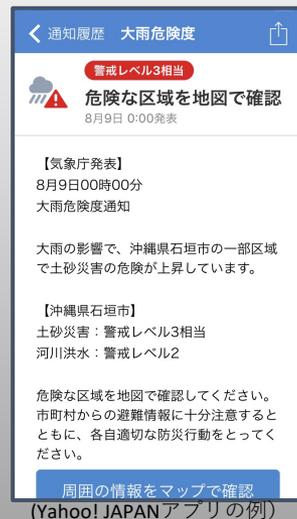
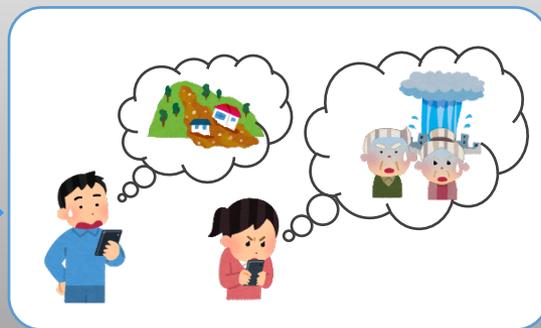
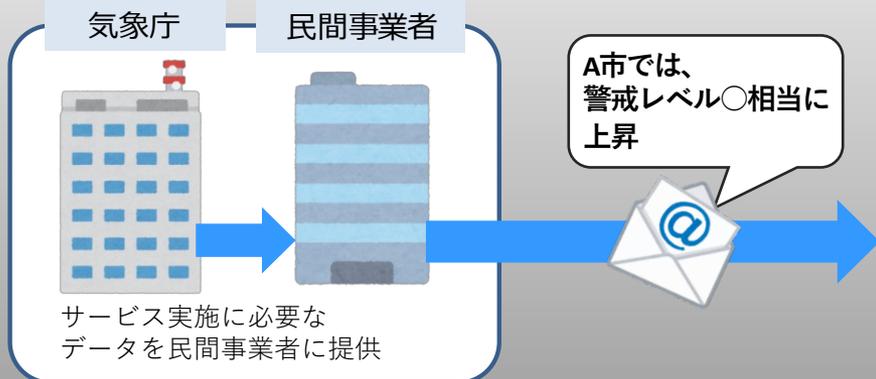


- ▶雨量データから、災害発生時の危険度を表す指標(指数)を開発。
- ▶危険度を地図上に色分けして表示(黄→赤→うす紫→濃い紫)。
- ▶濃い紫の領域では、過去の重大な災害発生時に匹敵する状況を示す基準をすでに超過。
- ▶この基準をまもなく超えそうなうす紫の領域においては早やかに避難。



キキクル(危険度分布)の希望者向け通知サービス

民間の協力を得て、危険度の変化を電子メールやアプリ等で通知するサービスを展開。



分かりやすくシンプルに防災情報を伝えていく

(5段階の警戒レベルと防災気象情報)

**警戒レベル5を待つことなく
警戒レベル4や3の段階で
早め早めの避難等判断が大変重要**

警戒レベル	住民がとるべき行動	市町村の情報	警戒等	警戒レベルに相当する 気象庁等の情報	指定河川 洪水等
5	命の危険 直ちに安全確保!	緊急安全確保 ※必ず発令される情報ではない	大雨 特別警報	キキクル (危険度分布)	氾濫発生情報
<警戒レベル4までに必ず避難!>					
4	過去の重大な災害の発生時に 匹敵する状況。この段階までに 避難を完了しておく。 台風などにより暴風が予想される 場合は、暴風が吹き始める前に 避難を完了しておく。 危険な場所から 全員避難	避難指示	土砂災害 警戒情報	極めて危険※2 非常に危険	氾濫危険情報
3	危険な場所から 高齢者等は避難 ・高齢者等以外の人にも必要に応じ、 普段の行動を見合わせ始めたり、 避難の準備をしたり、自主的に 避難する。	高齢者等避難	大雨警報※1 洪水警報	警戒 (警報級)	氾濫警戒情報
2	自らの 避難行動を確認 ・ハザードマップ等により、自宅等の災害 リスクを再確認するとともに、避難情報の 把握手段を再確認するなど。		大雨注意報 洪水注意報	注意 (注意報級)	氾濫注意情報
1	災害への心構えを 高める		早期 注意情報 (警報級の 可能性)		

防災気象情報の伝え方が変わります

キキクルのうす紫は警戒レベル4相当!
(危険度分布)

自ら避難の判断を!

高齢者等の避難が必要とされる状況
警戒レベル3相当

平成30年7月6日 広島市安芸区の事例

避難が必要とされる状況
警戒レベル4相当

遅くともうす紫で
避難開始!!

短時間で

短時間で

命が危険にさらされる状況!
もはや避難できない!

気象庁
Japan Meteorological Agency

※1 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、高齢者等避難（警戒レベル3）に相当します。
 ※2 「極めて危険」（濃い紫）が出現するまでに避難を完了しておくことが重要であり、「濃い紫」は大雨特別警報が発令された際の警戒レベル5緊急安全確保の発令対象区域の絞り込みに活用することが考えられます。

早い段階からの警戒の呼びかけ (令和元年東日本台風)

数日前からの警戒の呼びかけ

■ 10月8日(火) 16:52 【全般気象情報】

- 12日から13日に西日本から北日本にかけてかなり接近するおそれ。
- 全国的に広い範囲で、暴風や警報級の大雨、大しけとなる可能性。

■ 10月9日(水) 14:00 【記者会見】 上陸の3日前

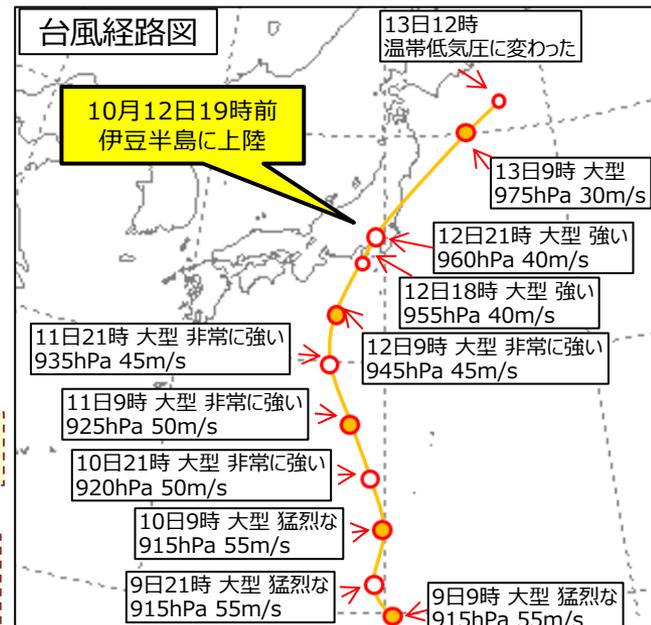
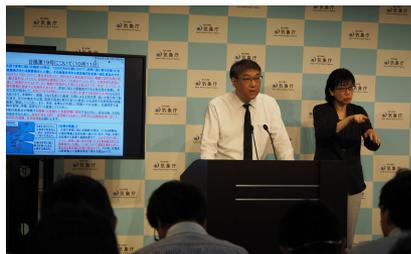
- 12日から13日にかけて西日本から東日本に接近または上陸のおそれ。
- 台風の予報にはまだ幅があるが、台風は大型のため、広い範囲で大きな影響を受けるおそれ。
- 11日までに暴風等に備えを。自分の命、大切な人の命を守るため、早めの対策を。

■ 10月10日(木) 14:00 【報道発表】

- 12日から13日にかけて西日本から東日本に接近し、上陸するおそれ。
- 西日本と東日本、北日本では12日から13日にかけても大雨となり、東日本を中心に総雨量が多くなる見込み。

■ 10月11日(金) 11:00 【記者会見】 上陸の前日

- 12日夕方から夜にかけて、東海または関東地方に上陸する見込み。西日本から東北地方にかけての広い範囲で記録的な暴風や大雨となる見込み。状況によっては、大雨特別警報を発表する可能性。
- 伊豆に加えて関東地方でも土砂災害が多発し、河川の氾濫が相次いだ、昭和33年の狩野川（かのがわ）台風に匹敵する記録的な大雨となるおそれ。

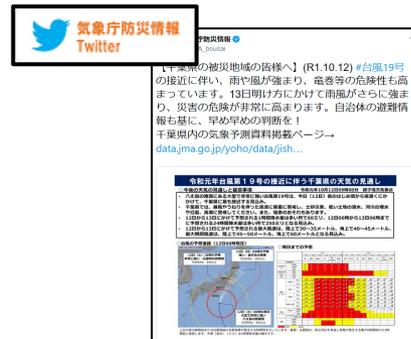


<大雨特別警報の発表・解除時刻>

都道府県	発表時刻	解除時刻	発表区市町村数
静岡県	12日 15時30分	12日 22時20分	6市町
神奈川県	12日 15時30分	13日 00時20分	13市町村
東京都	12日 15時30分	12日 23時55分	25区市町村
埼玉県	12日 15時30分	13日 00時40分	40市町村
群馬県	12日 15時30分	13日 00時10分	26市町村
山梨県	12日 15時30分	12日 23時01分	20市町村
長野県	12日 15時30分	13日 03時20分	43市町村
茨城県	12日 19時50分	13日 02時20分	20市町
栃木県	12日 19時50分	13日 02時20分	14市町
新潟県	12日 19時50分	13日 03時20分	3市
福島県	12日 19時50分	13日 04時00分	50市町村
宮城県	12日 19時50分	13日 05時45分	35市町村
岩手県	13日 00時40分	13日 08時40分	14市町村



- 各地の気象台で警報や気象情報等を発表
- 記者会見の開催、市町村へのホットライン等で警戒を呼びかけ



タイムライン(時系列の防災行動計画)

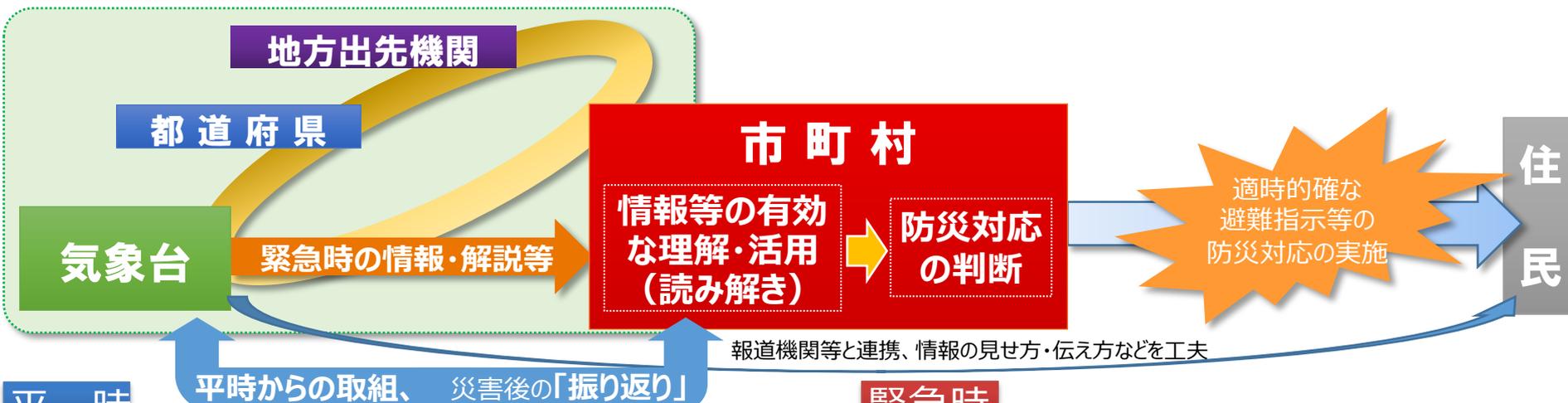
タイムラインとは、災害の発生を前提に、防災関係機関が連携して災害時に発生する状況を予め想定し共有した上で、「いつ」、「誰が」、「何をするか」に着目して、防災行動とその実施主体を時系列で整理した計画です。防災行動計画とも言います。国、地方公共団体、企業、住民等が連携してタイムラインを策定することにより、災害時に連携した対応を行うことができます。



地域防災力の強化に向けて

地域における気象防災業務のあり方

- 「防災意識社会」を担う一員としての意識を強く持ち、市町村、都道府県、**関係省庁の地方出先機関等と一体となって**住民の具体的な防災行動に結びつくよう、**地域の気象防災に一層貢献**
- 防災の最前線に立つ市町村に対し、既存の防災気象情報や“危険度分布”等の新たな情報を緊急時の防災対応判断に一層「**理解・活用**」（読み解き）いただけるよう、**平時からの取組を一層推進**



平 時

- ✓ 気象台長と市町村長の「顔の見える関係」を構築・深化
- ✓ 「気象防災データベース」による気象特性・災害リスクの共有
- ✓ 防災気象情報の理解・活用のための実践的な研修・訓練等の実施
- ✓ 防災の現場で即戦力となる「気象防災の専門家(気象防災アドバイザー)」の活用促進
- ✓ 地域に根ざした気象台職員育成の推進

緊急時

- 気象台からのホットラインや「気象台からのコメント」により危機感を確実に伝達
- ✓ 災害対応支援のため「気象庁防災対応支援チーム（JETT）」を派遣（平成30年5月～）

災害後

- ✓ 市町村等と共同で「振り返り」、不断に取組を改善

全国各地の気象台で市町村支援の取り組みを展開

「あなたの町の予報官」による地域の防災支援を強化

地域毎の災害特性を踏まえた「担当チーム」を編成。市町村に寄り添い、担当者同士の緊密な連携関係を構築（令和元年度から関東甲信地方を皮切りに、順次、全国に展開）

（緊急時の取組）積極的にJETTを派遣・首長ホットライン・情報発信の強化等を強化

- 気象、地震解説等のため積極的にJETTを派遣
- ホットラインによる首長への助言
- 避難行動と関連づけた解説を推進
- 早い段階から記者会見を実施
- 地元気象台と地方整備局と共同で記者会見を実施（気象の見通しのみならず、河川の状況等についても詳細に解説）



熊本県人吉市にJETT派遣。災害対策本部会議において、気象の見通しを解説（令和2年7月豪雨）



福岡管区気象台と九州地方整備局による合同記者会見（令和2年7月豪雨）

担当チーム編成（東京都の例）

地域担当チーム（23区、多摩、島嶼担当）



市区町村との連携関係構築の取組事例

葛飾区を訪問し、水害時の広域避難訓練実施に向けた打合せを実施

新島村を訪問し、大雨や火山噴火時の防災対応に関する打合せを実施

（平時の取組）気象防災ワークショップの推進

- 全国の市町村からの参加が可能となるよう、各地の気象台で積極的に開催
- 5段階の警戒レベルと防災気象情報の関係など、最新の情報も踏まえた気象防災ワークショップを開催



（平時の取組）防災気象情報利活用の推進

- 市町村を個別に訪問し、防災気象情報の利活用方法を丁寧に説明
- 市町村の大雨警報基準等と避難指示の発令基準等との関係について認識を共有
- 市町村の災害対応を振り返り、助言



市町村職員に説明する気象台職員

2021年8月「前線による大雨」における 全国の気象台からの支援状況

(8/27 09:00時点)

- 各地の気象台より自治体等に対して、説明会、JETT（気象庁防災対応支援チーム）派遣、ホットライン等により、今後の気象の見通し等について詳細に解説。地方整備局との合同記者会見を開催し、警戒を呼び掛け。
- 気象庁本庁においても、水管理・国土保全局と合同で記者会見を実施し、報道を通じて広く警戒を呼び掛け。

説明会・合同記者会見



（写真）大阪管区気象台・近畿地方整備局が合同記者会見を実施し、警戒を呼び掛け。[8/14]

- 全国20の気象台が今後の気象見通しについて、自治体等に対する説明会を開催。
- 福岡管区気象台と九州地方整備局、大阪管区気象台と近畿地方整備局、高松地方気象台と四国地方整備局、広島地方気象台と中国地方整備局等は合同で記者会見を開催し、警戒を呼び掛け。

自治体へのホットライン

全国の気象台から、39都府県 578市町村に対してホットラインを実施。

- 厳重警戒、避難情報の発令が必要な状況であること等について危機感の共有

JETT派遣



（写真）今後の雨の見通しについて、JETT派遣者（長崎地方気象台）長崎県災害対策本部にて説明。[8/15]

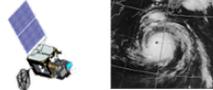
- 全国の気象台から18府県5市町に延べ185名派遣。
秋田県、静岡県、愛知県、新潟県、長野県、富山県、石川県、京都府、鳥取県、鳥取市、島根県、広島県、広島市、愛媛県、福岡県、佐賀県、武雄市、大町町、熊本県、大分県、長崎県、雲仙市、鹿児島県
- この他、青森県むつ市、静岡県熱海市には継続して派遣していた。

防災気象業務を支える最新技術

今を知る

観測データ(国内外)

気象衛星観測網



高層気象観測網
ラジオゾンデ
ウインドプロファイラ
航空機



レーダー気象
観測網



地上気象観測網
各気象官署
アメダス観測



海洋気象観測網
海洋気象観測船
一般船舶



外国気象機関



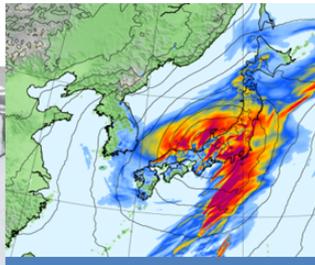
観測データ収集

未来を予測する

解析・予測・情報作成

数値予報

スーパーコンピュータによる数値シミュレーション



(例)雨量の予測図

予報官



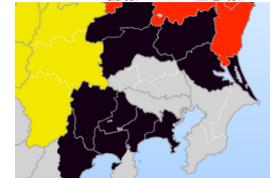
24時間体制で、担当区域の気象を監視・解析・予測し、天気予報や気象警報等の防災気象情報を発表

情報発表

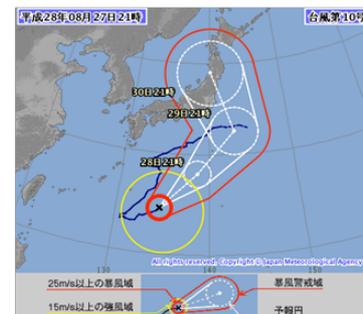
天気予報 防災気象情報

天気予報、週間天気予報
特別警報・警報・注意報、
台風情報 等

■特別警報 ■警報 ■注意報 □発表なし



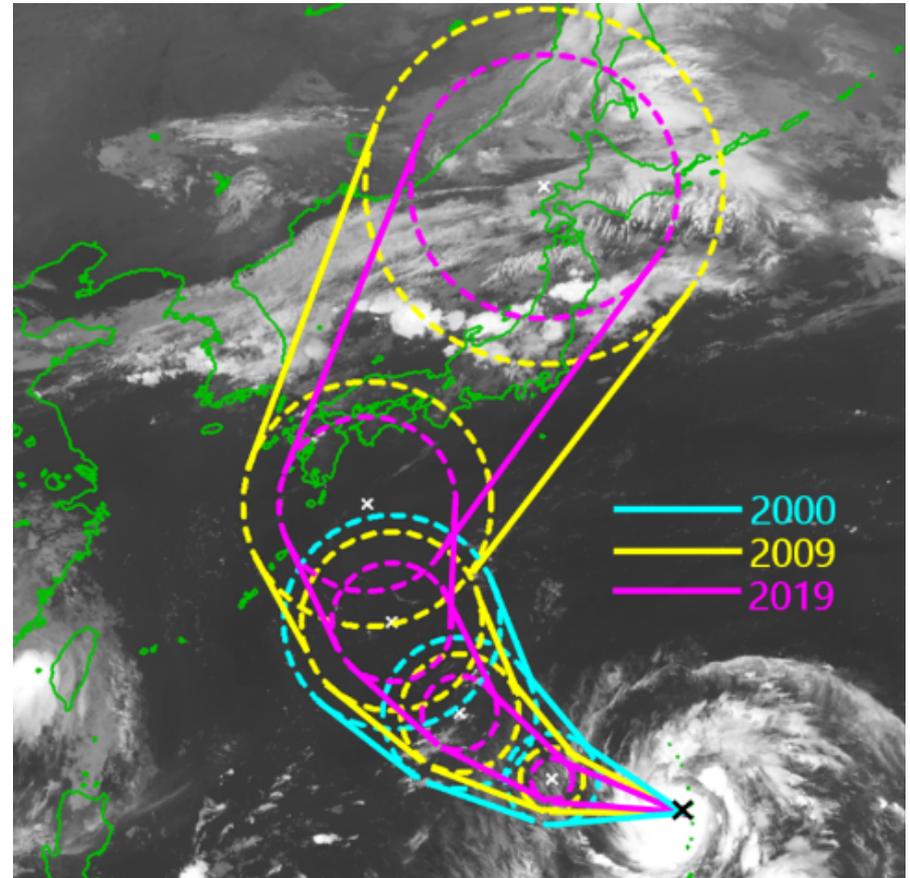
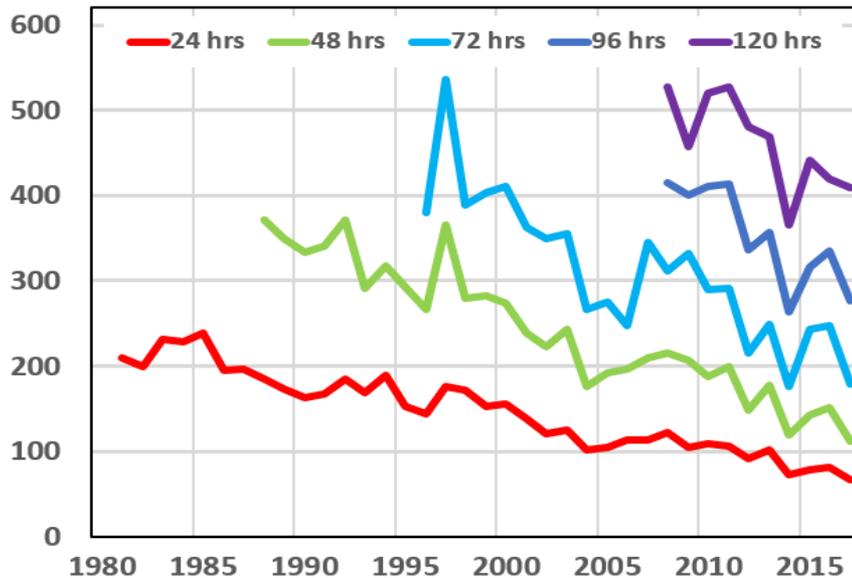
(気象庁ホームページ)
特別警報・警報・注意報



(気象庁ホームページ)
台風情報

台風予報の進歩

台風進路予報（中心位置）の年平均誤差



※中心位置の予測精度向上のイメージ図

この30年あまりで

- 台風進路予報の年平均誤差が半減
- 予報円の半径も半分以下に改善

線状降水帯の予測精度向上に挑む

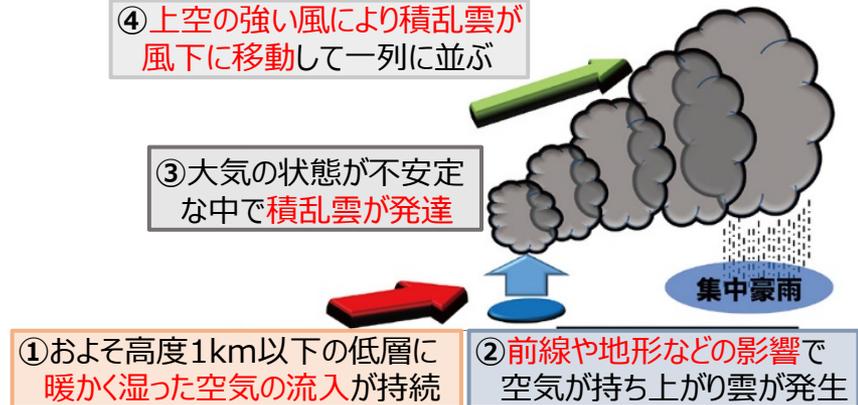
【線状降水帯とは】

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。

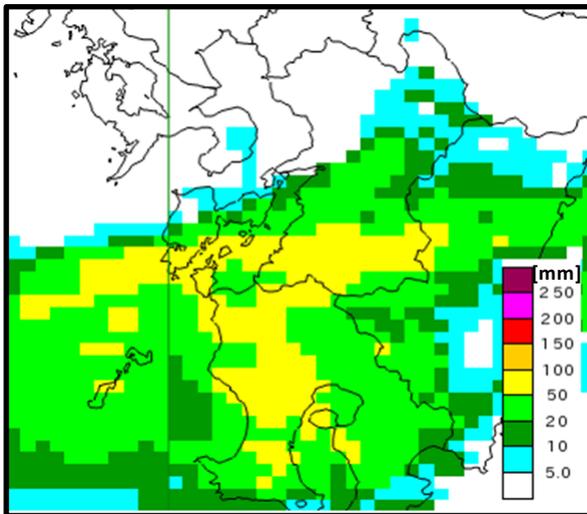
(最近の災害事例)

- ・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

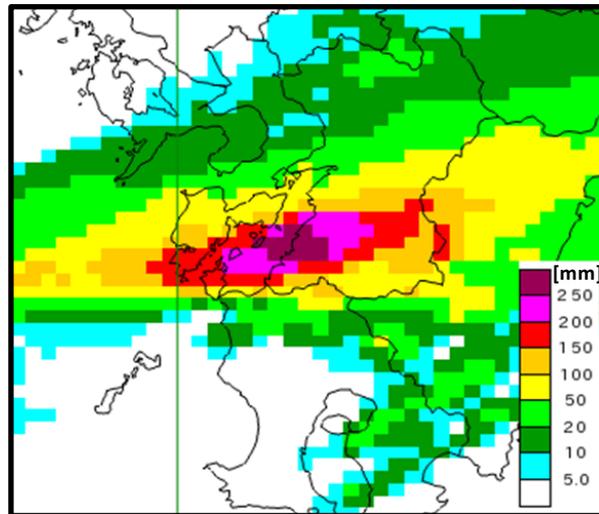
線状降水帯の発生メカニズムの模式図



15時間前に予測した
令和2年7月4日6時の3時間降水量



令和2年7月4日6時の
実況3時間降水量



熊本県八代市の球磨川の氾濫被害
(令和2年7月豪雨)

線状降水帯による豪雨に対する情報提供の改善

令和3年6月17日
から提供開始

線状降水帯がもたらす降り続く顕著な大雨への注意喚起

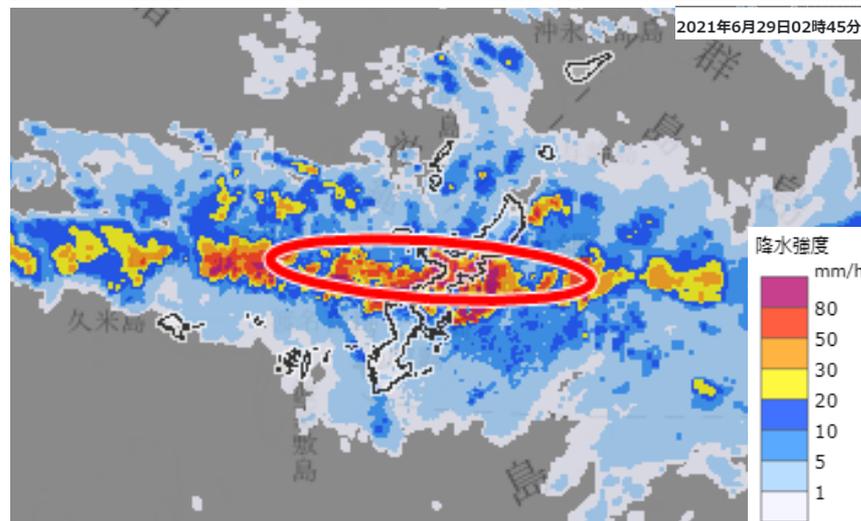
- 線状降水帯の事前予測が難しい中、レーダー等による観測で、線状降水帯が発生していることを検知した際に情報を発表
- 大雨による災害発生の危険度が急激に高まっている中で、線状の降水帯により非常に激しい雨が同じ場所で降り続けている状況を「線状降水帯」というキーワードを使って解説

顕著な大雨に関する情報の例

顕著な大雨に関する〇〇県気象情報

〇〇地方、〇〇地方では、線状降水帯による非常に激しい雨が同じ場所で降り続けています。命に危険が及ぶ土砂災害や洪水による災害発生の危険度が急激に高まっています。

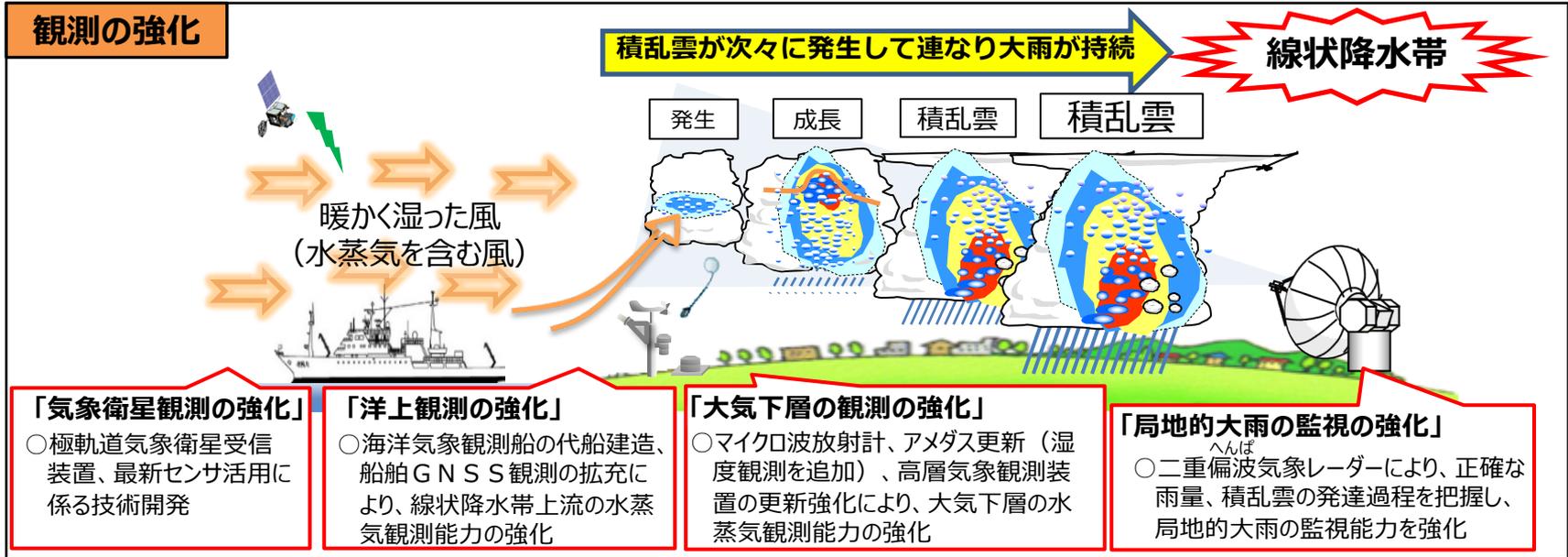
顕著な大雨に関する情報を補足する図情報の例



○ 大雨災害発生の危険度が急激に高まっている線状降水帯の雨域。
※ 「雨雲の動き」(高解像度降水ナウキャスト)の例。

線状降水帯の予測精度向上に向けて（①観測・予測の強化）

水蒸気観測等の強化、気象庁スーパーコンピュータの強化や「富岳」を活用した予測技術の開発等を早急に進め、速やかに防災気象情報の高度化に反映し、住民の早期避難に資する情報を提供。



水蒸気量等の観測データ



線状降水帯の予測精度向上に向けて（②情報提供の改善）

観測の強化、予測の強化の取組の結果を順次反映し、これまで発生後の情報提供にとどまっていたところを、令和4年度より、予測精度向上を踏まえた線状降水帯の発生の予測を開始。以後、段階的に精度を向上。

令和3(2021)年
線状降水帯の発生をお知らせする情報(6/17提供開始)



線状降水帯の雨域を楕円で表示

「**明るいうちから早めの避難**」・・・段階的に**対象地域を狭めていく**

令和4(2022)年～

広域で半日前から予測

九州北部では、△日未明から明け方にかけて線状降水帯が発生し、大雨となるおそれがあります。

イメージ

令和6(2024)年～
(1年前倒し)

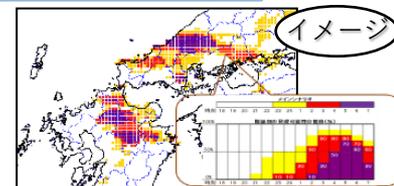
県単位で半日前から予測

熊本県では、△日未明から明け方にかけて線状降水帯が発生し、大雨となるおそれがあります。

イメージ

令和11(2029)年～
(1年前倒し)

市町村単位で危険度の把握が可能な危険度分布形式の情報を半日前から提供



令和5(2023)年～
(新たな取組み)

直前に予測
(30分前を目標)

令和8(2026)年～
(新たな取組み)

さらに前から予測
(2～3時間前を目標)

「**迫りくる危険から直ちに避難**」・・・段階的に**予測時間を伸ばしていく**

※具体的な情報発信のあり方や避難計画等への活用方法について、情報の精度を踏まえつつ有識者等の意見を踏まえ検討

国民ひとりひとりに危機感を伝え、防災対応につなげていく

おわりに ～変わらぬ“心得”～

特別警報の運用開始（平成25年8月30日）

～気象庁長官からの訓示～

- ① 第一に、自治体との連携を一層強化すること
- ② 第二に、住民一人ひとりの防災意識と防災力を高めるため、防災教育も含め普及啓発の活動を組織的に強化すること
- ③ 第三に、「注意報」、「警報」、「特別警報」等の防災気象情報が、総合的に活用され、自治体と住民が、ともに早め早めの行動に結びつくよう取り組むこと

→ 自治体・住民との連携や防災力向上なしには
情報は活かされない