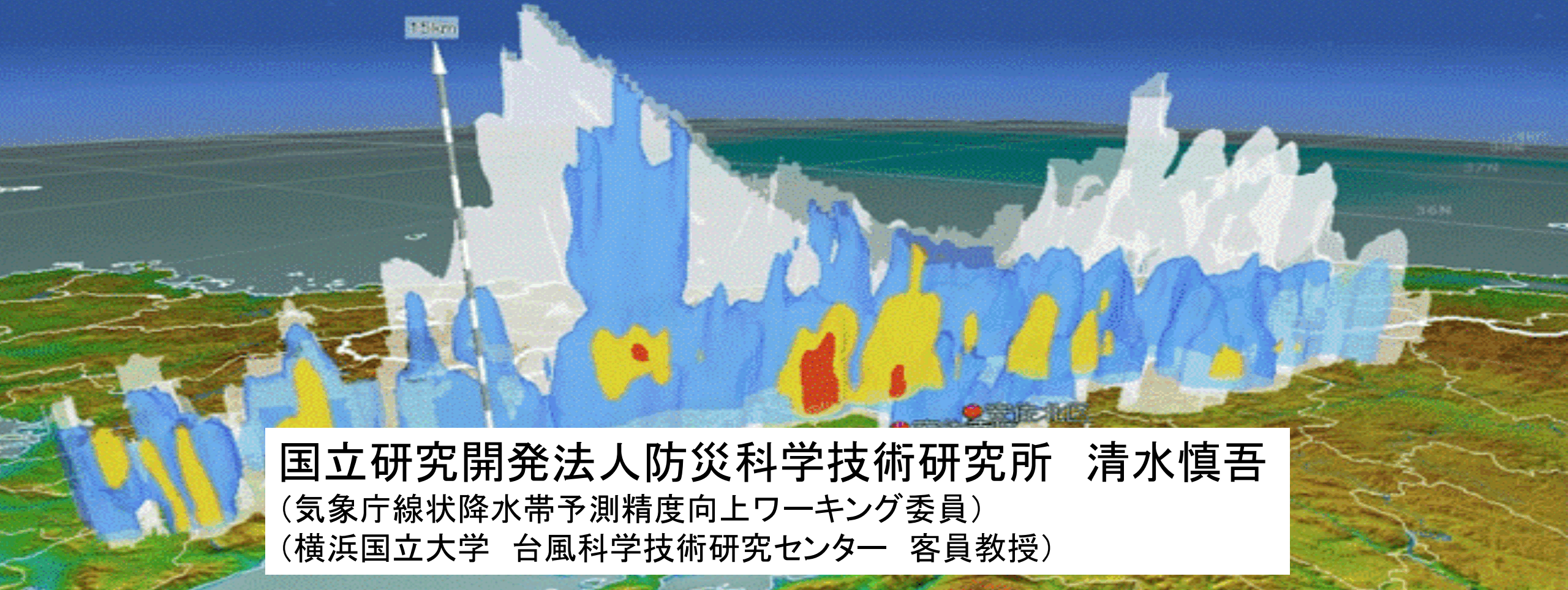


2026年3月24日 運輸安全研究会

豪雨や落雷の観測・予測研究の最前線 —積乱雲から身をまもる技術—



国立研究開発法人防災科学技術研究所 清水慎吾

(気象庁線状降水帯予測精度向上ワーキング委員)

(横浜国立大学 台風科学技術研究センター 客員教授)

清水 慎吾 防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門 上席研究員

(経歴)

- 2001年 北海道大学理学部地球科学科修了
- 2003年 名古屋大学環境学研究科 修士課程修了
- 2007年 名古屋大学環境学研究科 博士課程修了

(職歴)

- 2006年4月から現在 **防災科学技術研究所**に勤務
- 2018年-2022年 鹿児島大学 地震火山地域防災センター 客員准教授
- 2022年～ 横浜国立大学 台風科学技術センター 客員教授
- 2020年～ 気象庁 線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ 委員
- 2025年～ 京都大学防災研究所 自然災害研究協議会 委員

- (受賞歴) 2024年 文部科学大臣賞 受賞
「線状降水帯の自動検出技術の社会実装」

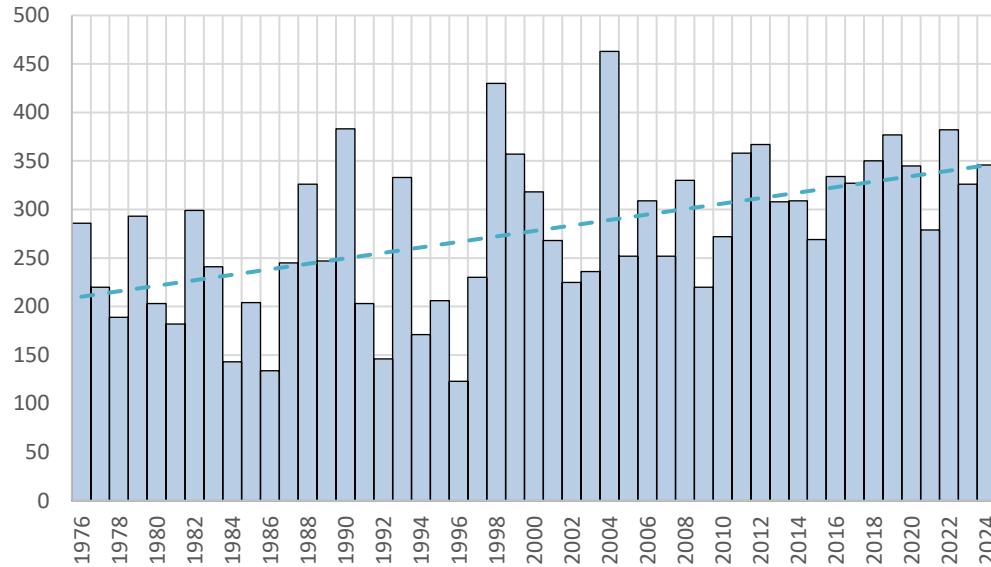
自己紹介



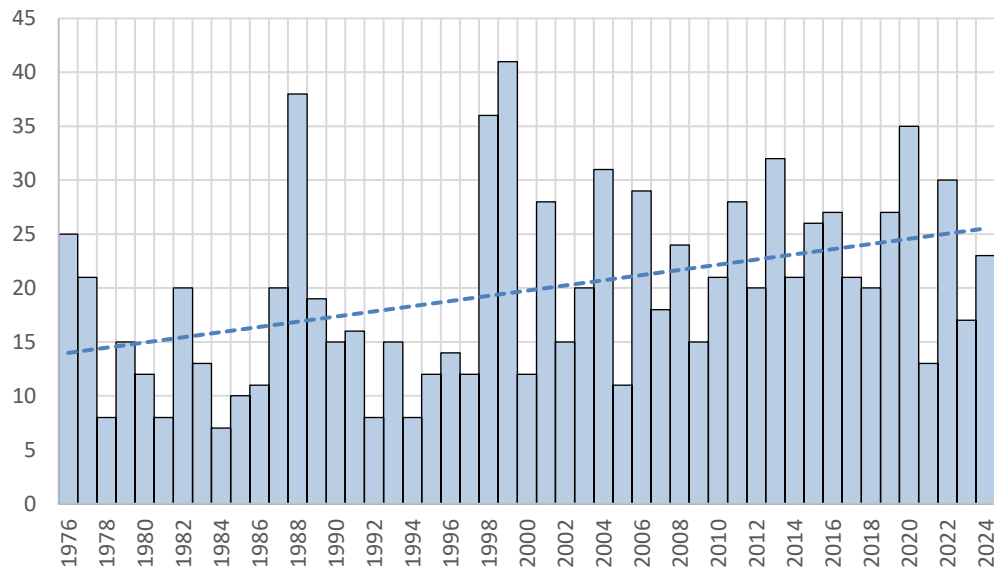
令和6年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 表彰式



1時間降水量50mm以上



1時間降水量80mm以上

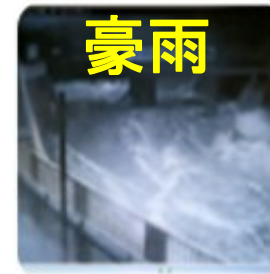
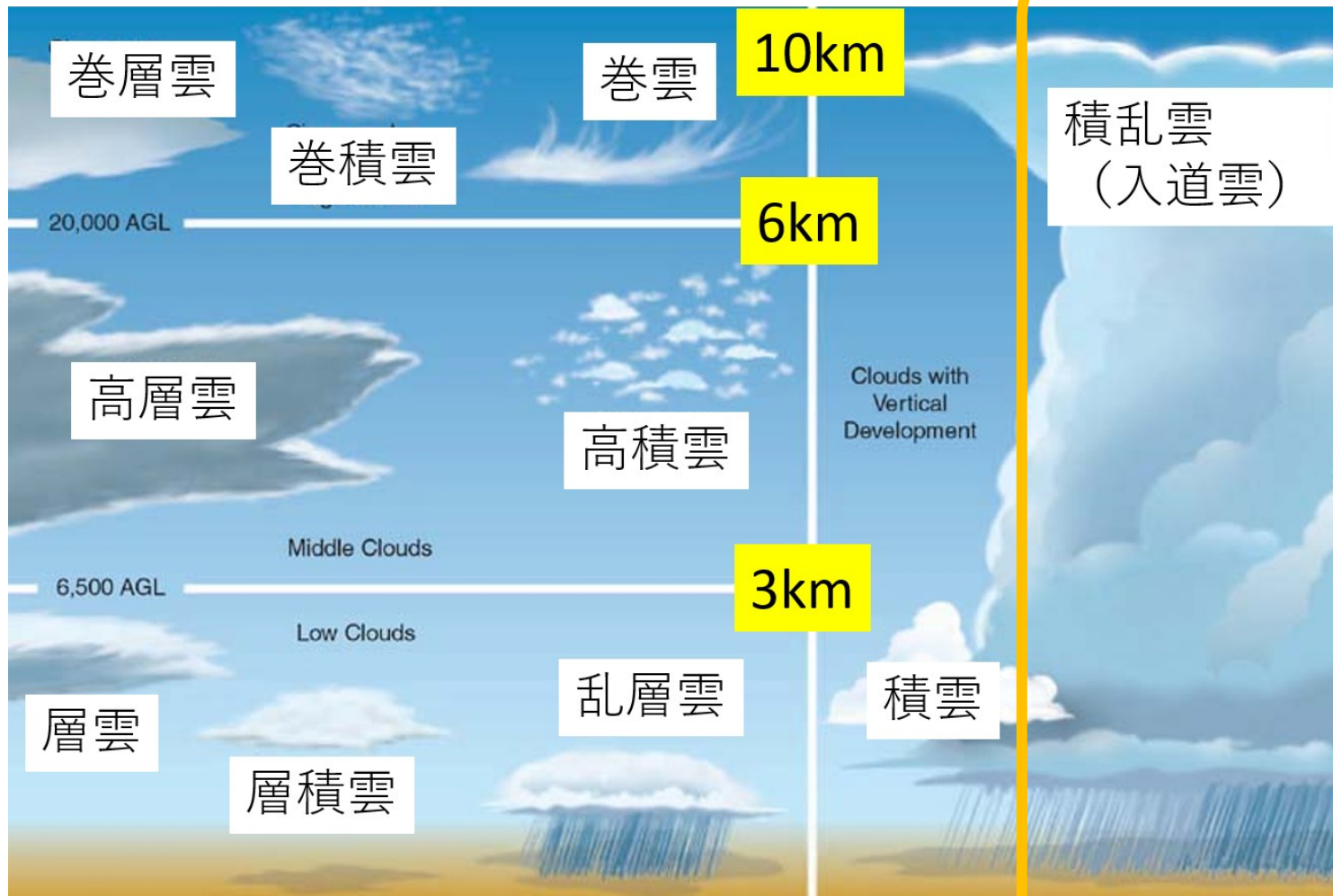


日本では局地的大雨の頻度が増えている

- 大雨の年間発生回数は有意に増加。
- より強度の強い雨ほど増加率が大きい。
- 1時間降水量80 mm以上、3時間降水量150mm以上、日降水量300mm以上など強度の強い雨は、1980年頃と比較して、おおむね2倍程度に頻度が増加。
- また、総雨量1,000 mm以上の雨も頻発する等、雨の降り方が集中化・激甚化。

(気象庁ホームページより)

全国のアメダスによる観測値を1,300地点あたりに換算した値



災害を
引き起こす雲

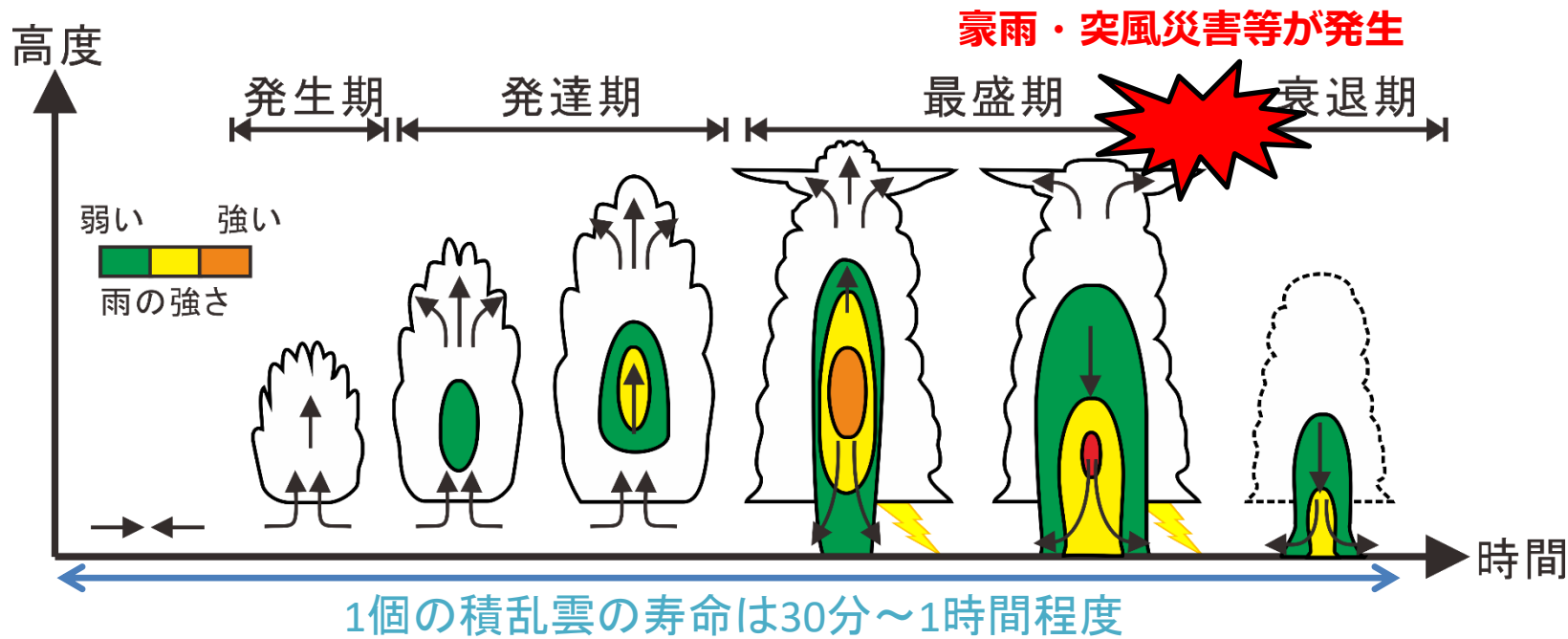
巻: “巻き髪のような”: 筆で描いたような形。

氷の雲。輪郭がハッキリしない。**積**: “個別として認識できる“という意味。

乱: “雨をもたらす“という意味。黒い雲。

水平スケールが異なる。

局地的大雨(1つ or 数個の積乱雲) < 線状降水帯(数十個の積乱雲の列) < 台風



積乱雲が**組織化**や**世代交代**することで、
線状降水帯・集中豪雨・局地的大雨が発生する。

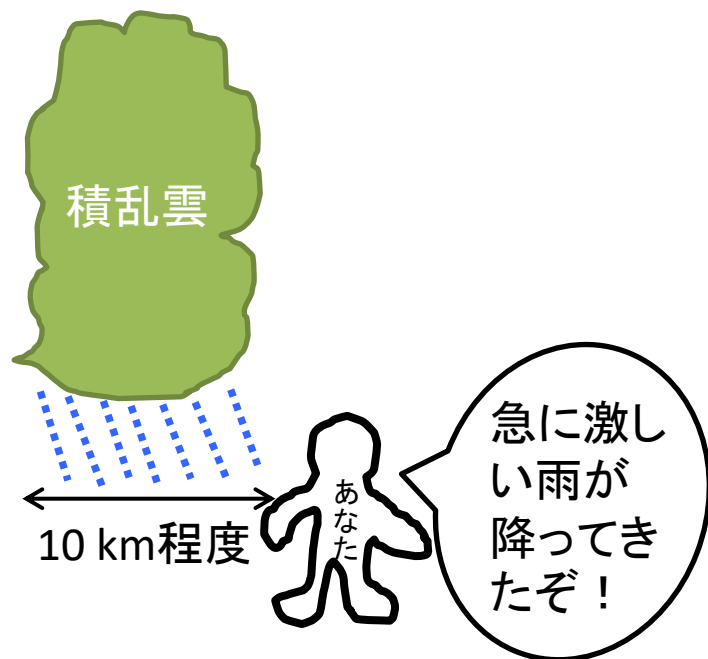
局地的大雨と集中豪雨の違いについて

→ どちらも明確な定義はないが、気象庁では以下のように使い分ける。

局地的大雨(“ゲリラ豪雨”):

急に強く振り、数十分の短時間に狭い範囲に数十mm程度の雨量をもたらす雨。

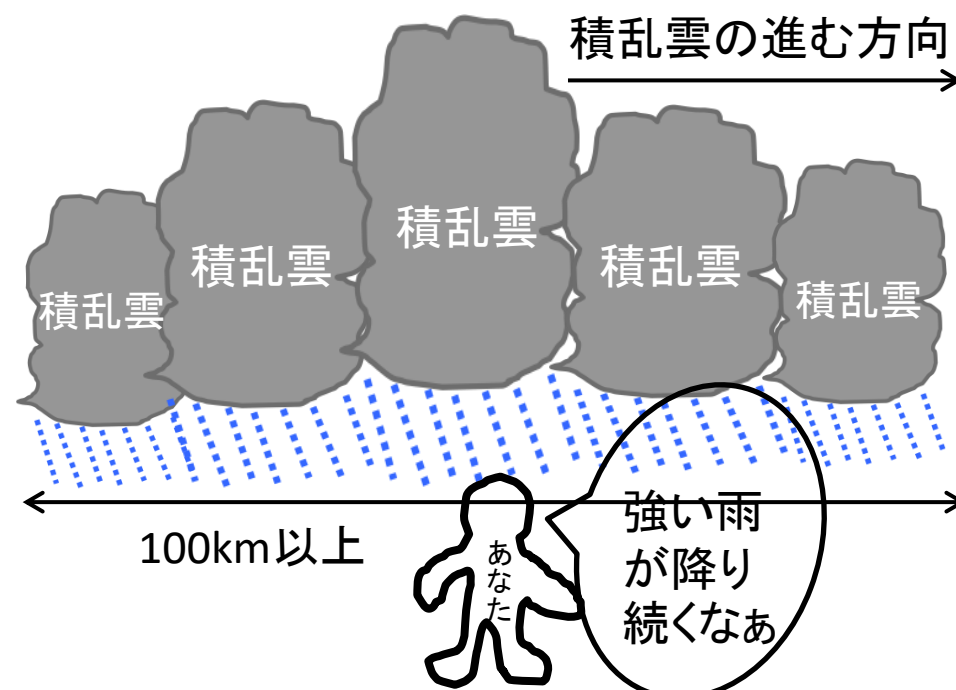
組織化しない少数の積乱雲



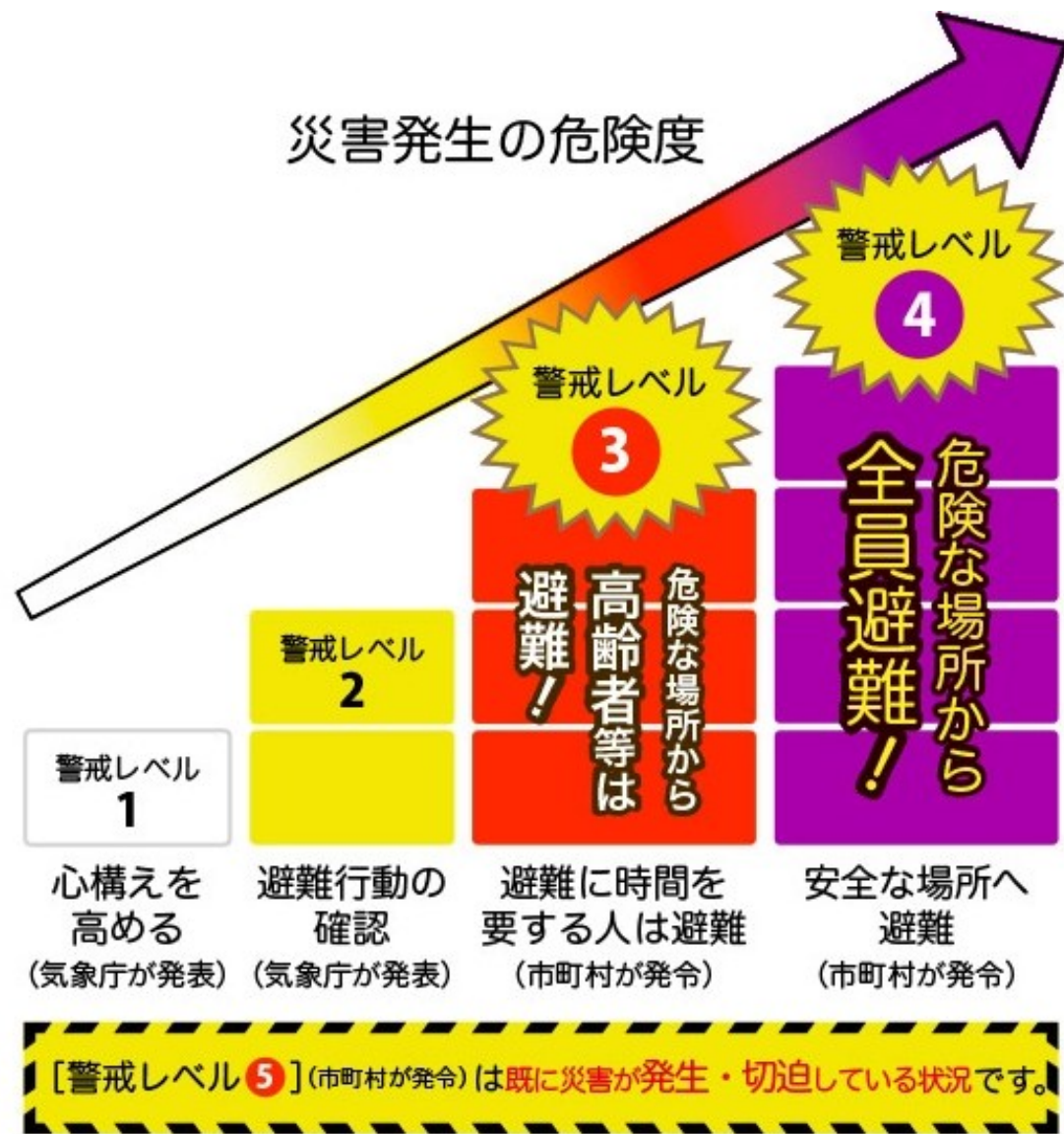
集中豪雨:

同じような場所で数時間にわたって強く降り、100mmから数百mmの雨量をもたらす雨。

積乱雲が同じ場所で次々と発生・発達を繰り返す



台風・梅雨前線) 伴い発生することが多い



記録的短時間大雨情報

数年に一度程度しか発生しないような短時間の大雨を、観測（地上の雨量計による観測）したり、解析（気象レーダー：[解析雨量](#)）したりしたときに発表される。

この情報は、現在の降雨がその地域にとって土砂災害や浸水害、中小河川の洪水災害の発生につながるような、稀にしか観測しない雨量であることを周知。

危険度レベルが4の場合に発表するもので、大雨を観測した観測点名や市町村等を明記。

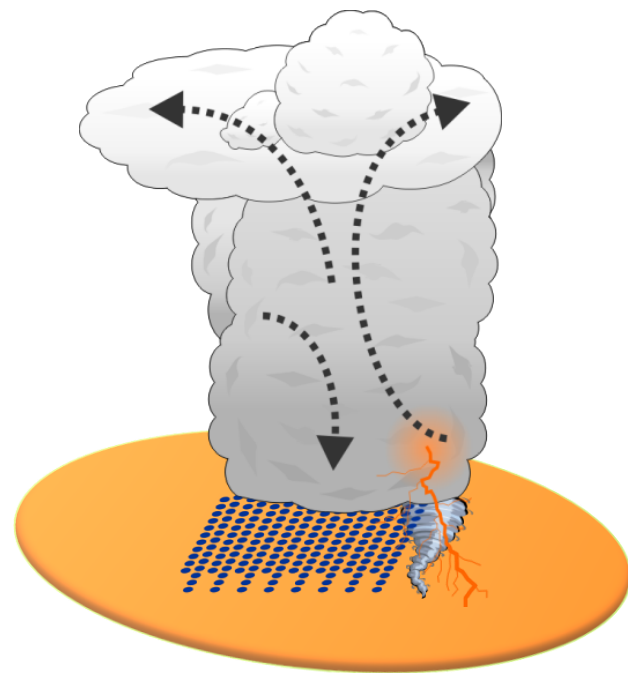
雨量基準は、1時間雨量歴代1位または2位の記録を参考に、概ね府県予報区ごとに決定。

豪雨や落雷の観測・予測研究の最前線

気象状況	気象庁等の情報			市町村の対応	住民がとるべき行動	警戒レベル		
数十年に一度の大雨	大雨特別警報	キキクル 災害切迫	氾濫発生情報	緊急安全確保 ※必ず発令される情報ではない	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。	5		
<警戒レベル4までに必ず避難！>								
大雨の数時間～2時間程度前	土砂災害警戒情報	高潮警報	高潮特別警報	危険	氾濫危険情報	避難指示 第4次防災体制 (災害対策本部設置)	危険な場所から全員避難 ・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。	4
	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	警戒					
大雨の半日～数時間前	大雨警報に切り替える可能性が高い 注意報	高潮注意報	注意	氾濫注意情報	第2次防災体制 (高齢者等避難の発令を判断できる体制)	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。	2	
	大雨注意報 洪水注意報	早期注意情報 (警報級の可能性)						第1次防災体制 (連絡要員を配置)
大雨の数日～約1日前				心構えを一段高める ・職員の連絡体制を確認				

※ 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



 **豪雨**
(局地的大雨・線状降水帯etc)

浸水
洪水
土砂崩れ

 **突風・竜巻**

 **降雹**

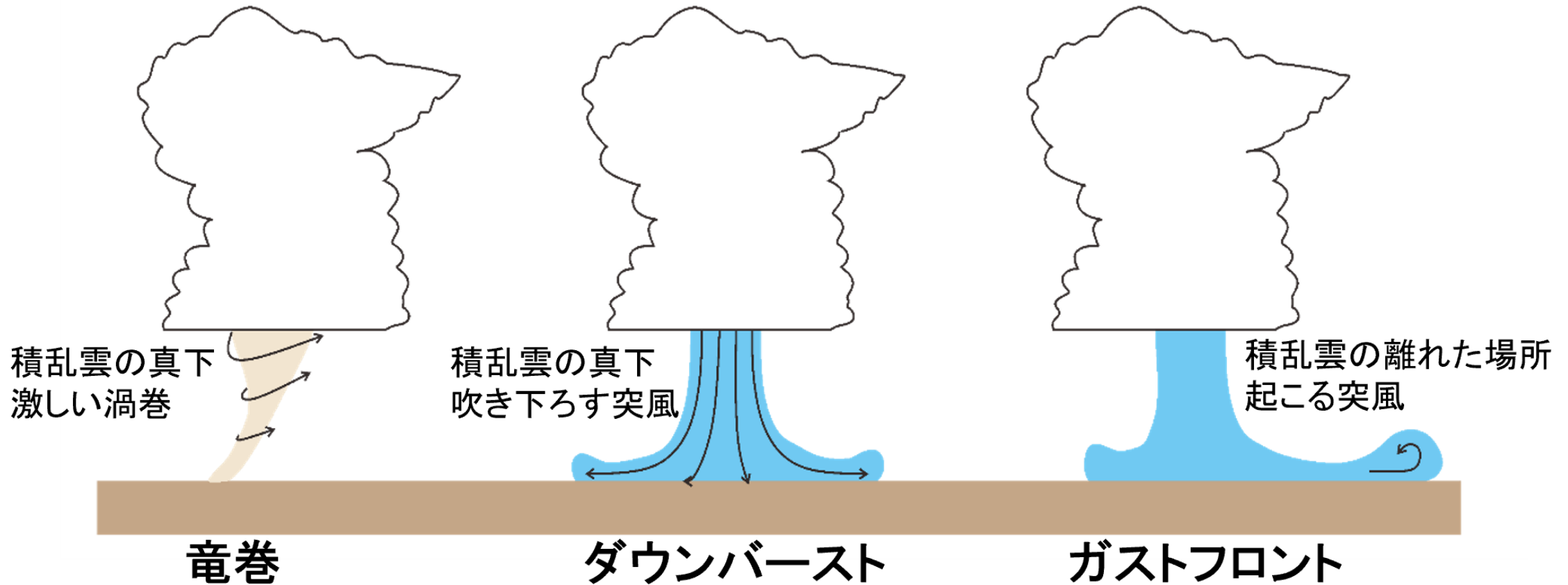
 **落雷**

積乱雲に伴う激しい現象は、短い時間で局地的に大きな被害をもたらす。
発生する場所や時刻を特定して予測することは困難。安全を第一に考えた対応が必要。

◎こまめに気象情報をチェックする ◎天気の急変などの場合には迷うことなく
計画の変更・中断・中止等の措置を講ぎ、安全を確保することが大切。

突風

- 日本では、竜巻は年平均で約25個（海上竜巻を除く）。
- 1つの市町村で90年に1度程度だが、一度で大きな被害をもたらす。
（気象庁「児童生徒を守るために」より）



突風：2012年5月6日つくば竜巻



家屋の破損・電柱の倒れ等



家屋の破損



車が飛ばされる



倒木・信号機の倒壊

- 竜巻が起こったら
- ★「ゴー」という音が聞こえる。
- ★真っ黒い雲から漏斗状の雲が下がって見える。
- ★トタン板や発泡スチロールなどのごみが宙を舞ったりする。

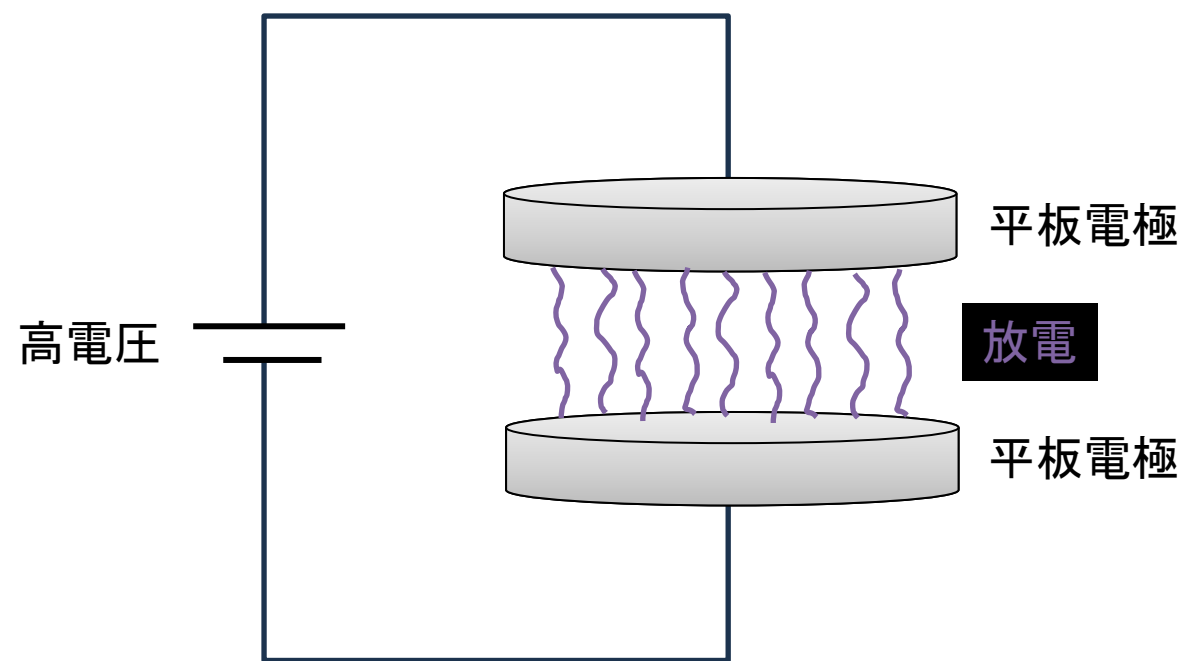
放電:

電極間にかかる電位差を高くすると、電極間に存在する気体(空気など)が絶縁破壊されて電流が流れる現象。放電の反対語は充電。

火花放電:

電極間にかかる電圧がある限界を超えると、火花を伴った放電が生じる現象。

雷放電は、自然界で起こる火花放電。



自然界の物質は通常、電氣的に中性

帯電量とその極性

プラスに帯電しやすい

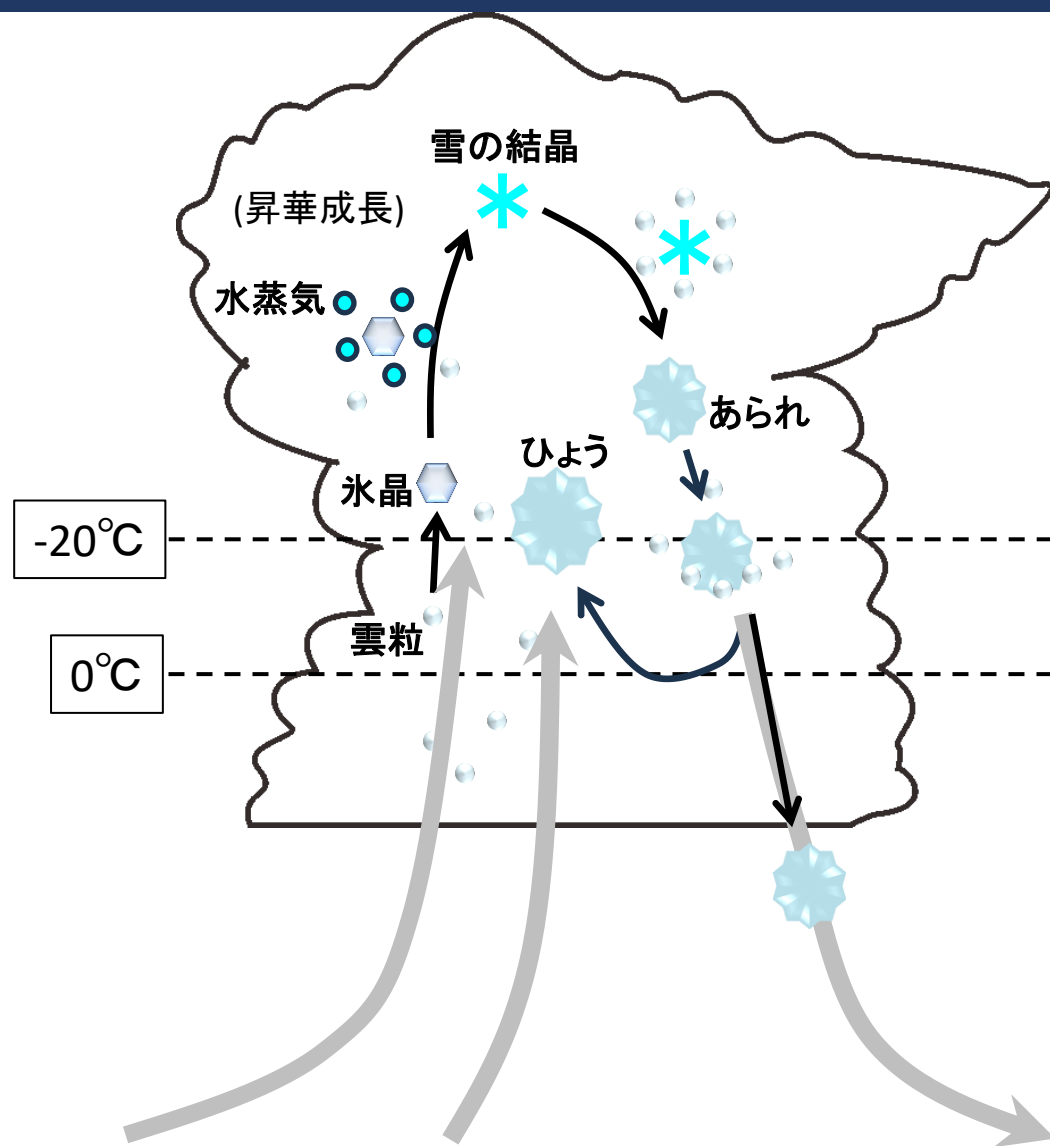
- 人毛・毛皮
- 硝子
- 雲母
- 羊毛
- ナイロン
- レーヨン
- 鉛
- 絹
- 木綿
- 麻
- 木材
- 人などの皮膚
- ガラス繊維
- 亜鉛
- アセテート
- アルミニウム
- 紙
- クロム
- エボナイト
- 鉄
- 銅
- ニッケル
- 金
- ゴム
- ポリスチレン
- 白金
- ポリプロピレン
- ポリエステル
- アクリル
- ポリエチレン
- セルロイド
- セロファン
- 塩化ビニール
- テフロン

マイナスに帯電しやすい



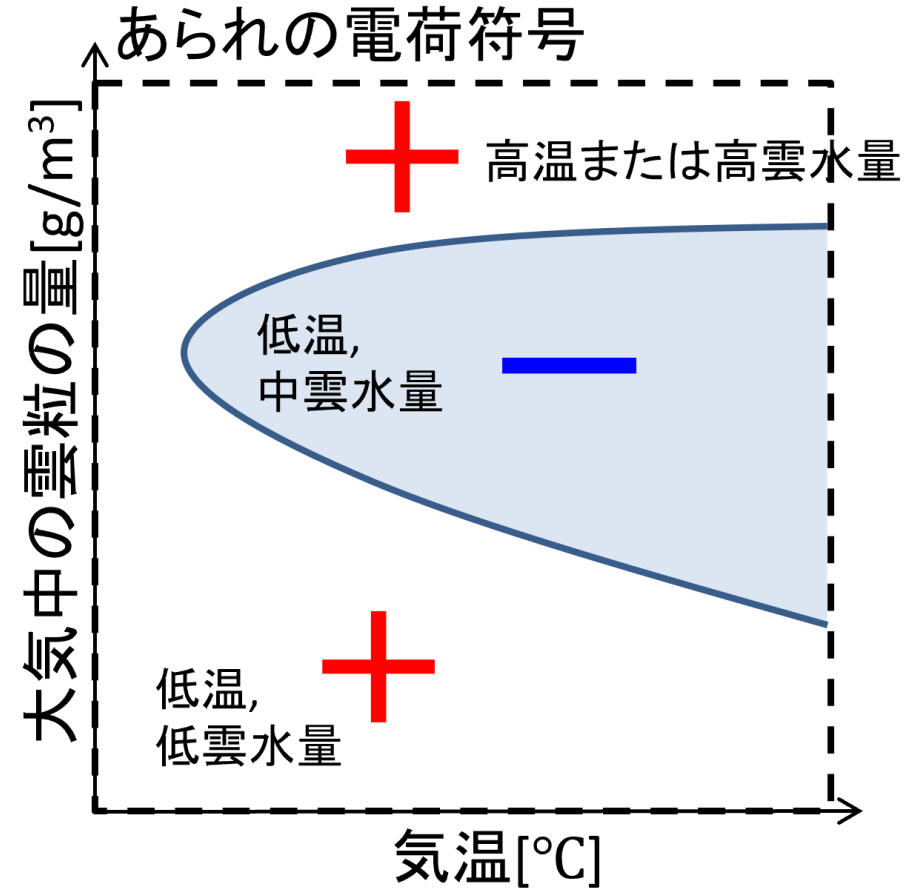
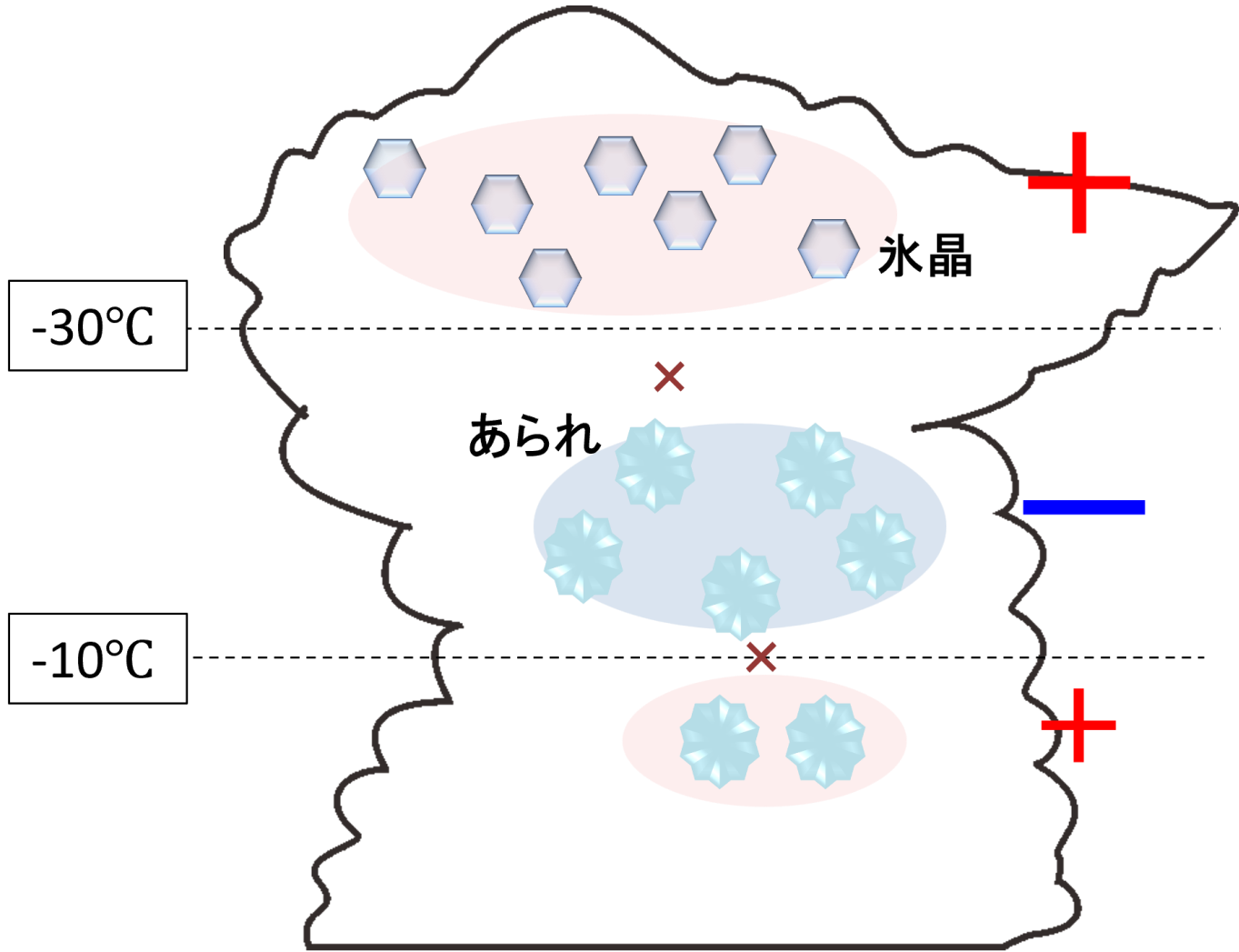
物質には、帯電し易さ、帯電し易い極性がある

積乱雲内の降水粒子



直径5mm以下: あられ
直径5mm以上: ひょう

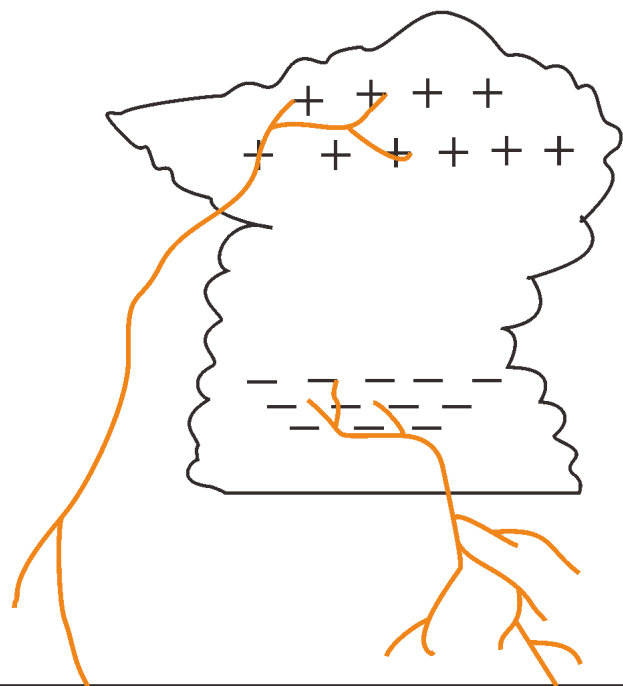
雲内で電気が発生するしくみ



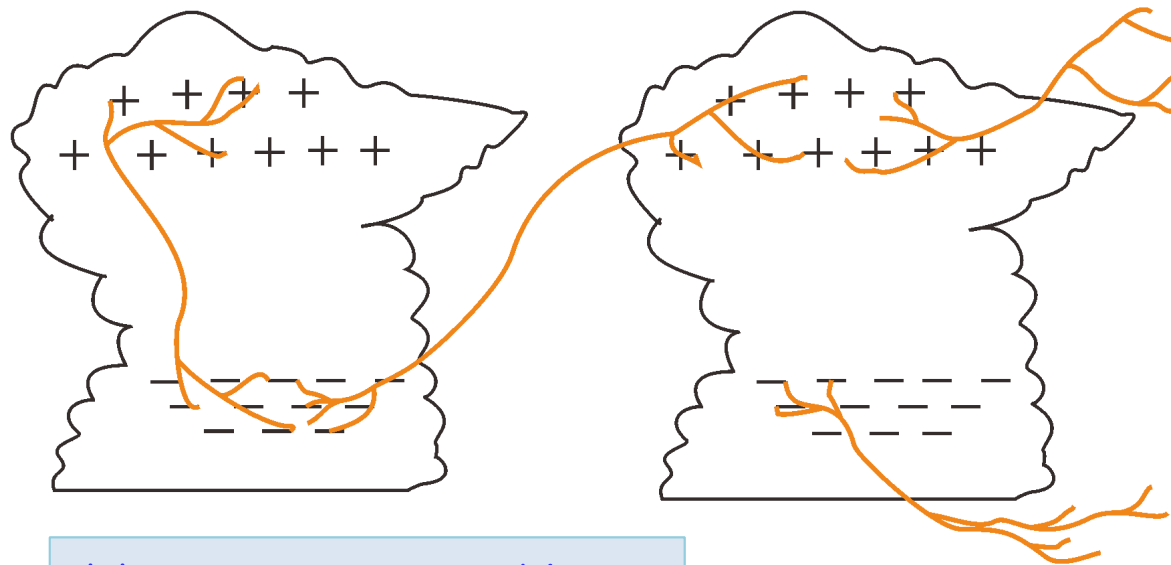
(Takahashi 1978)

雷の種類

落雷・対地放電
(cloud-to-ground discharge)



雲放電
(cloud discharge)



落雷 << 雲放電

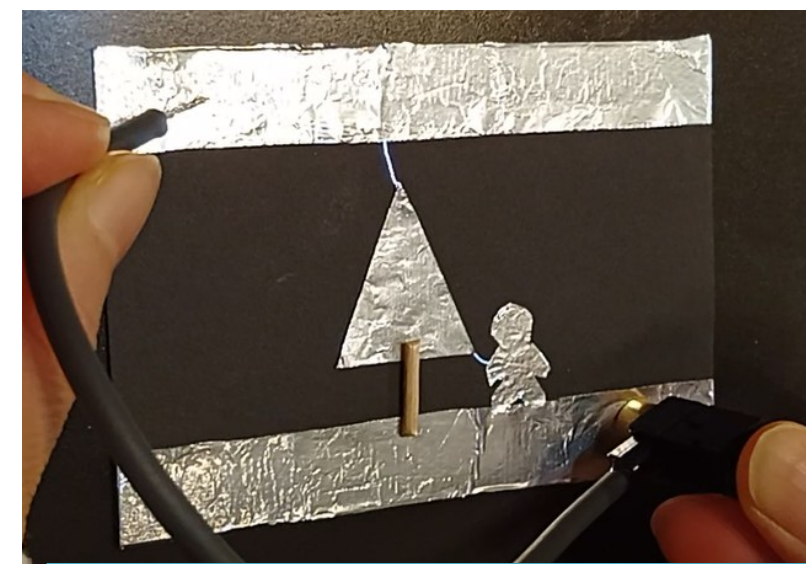
- 地球上の放電の約75%は雲放電、25%は落雷である。 (雷の科学, 高橋劭)
- 雷雨における全放電数に占める落雷の発生割合は、個々の雷雨により0%から100%までばらつきが大きい。 (大気電気学概論)

クイズ 雷の放電経路は何°C？

ここ何度？



- ① 300°C ② 3,000°C ③ 30,000°C ④ 300,000°C

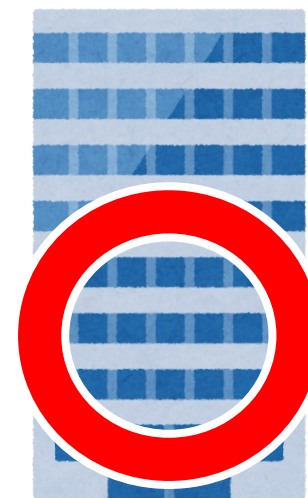
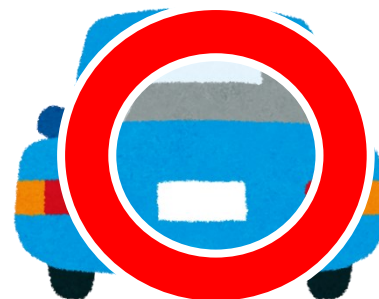
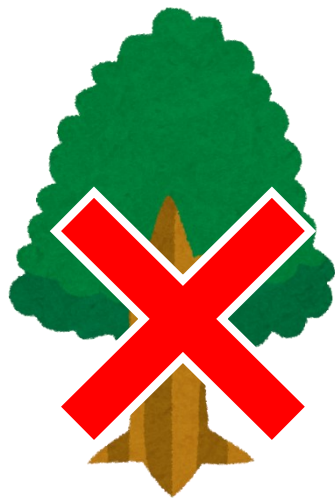


- 積乱雲の位置次第で、海面、平野、山岳など場所を選ばず落ちます。
- 周囲より高いものほど落ちやすいという特徴があります。
- 雷雲の側面から飛び出して、雨域外に落ちる雷があります。
- 直撃雷を受けると約8割の人は死亡します。
- 雷の音がしたら、既に危険な状況です。
- 側撃雷：木から人へ雷が飛び移ることがあります。

日付	落雷事故内容	備考
2025年 4月10日	奈良県・学校グラウンドで落雷	中学生5人と高校生1名の計6名が病院搬送。うち男子中学生1人が心肺停止。
2025年 8月17日	大分県・日出生台演習場で自衛隊員2名死亡	陸上自衛隊の2名が訓練中に落雷により感電死。
2024年 8月5日	富士山9合目付近に落雷	下山途中の親子3人の近くに落雷し、一時意識を失い転倒。自力で下山。
2024年 4月3日	宮崎県・高校のグラウンドで落雷	サッカー一部の練習試合中。高校生18人が救急搬送。

クイズ 雷の避難として正しいのは？

雷雲が近づいたら、どこに避難するのが安全？



東屋や木に雷が落ちた場合、側劇雷を受けやすいので危険！
建物の中、車の中に避難するようにしましょう

落雷
事故
事例

発生日	災害の概要	発生場所
H26年8月6日	野球の練習試合中に落雷。 マウンド上において被雷した男子高校生が死亡。	愛知県扶桑町
H26年6月16日	沖合3kmで操業中の漁船に落雷。男性1名死亡。	青森県深浦町
H25年7月15日	沖合100mのいかだの上で釣りをしていた男性1名死亡。	広島県大崎上島町
H25年7月8日	荒川の河川敷で樹木に落雷。木の下で雨宿りをしていた男性3名のうち1名死亡、2名負傷。	東京都北区
H24年10月17日	海上で真珠の養殖作業中に落雷。男性1名死亡。	愛媛県愛南町
H24年8月18日	農道を1人でジョギングしていた男子中学生に落雷。意識不明の重体。	滋賀県大津市
H24年8月18日	登山中に落雷。男性1名死亡。	槍ヶ岳
H24年8月18日	樹木に落雷。 木の下で雨宿りをしていた女性2名が死亡。	大阪府大阪市
H24年5月28日	尾瀬の登山道を歩行中に落雷。男性1名死亡。	群馬県片品村
H.24年5月6日	樹木に落雷。木の下で雨宿りをしていた母と娘(小学生)が被雷し、娘が死亡。	埼玉県桶川市

(気象庁HPより)

雷鳴が聞こえた時点で危険！

!!落雷は、雲から地面へ落ちてくる途中、水平方向にジグザクと10km程度移動しながら落ちてきます。

!!雷鳴が聞こえる距離は約10kmです。

■クイズ■

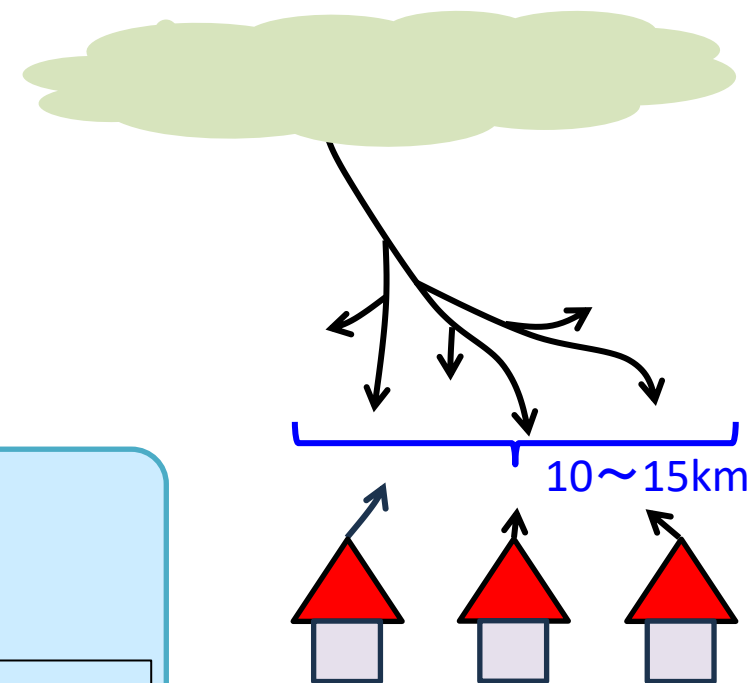
稲光を見てから雷鳴が聞こえるまでに10秒かかったとした場合、今いる場所は安全でしょうか？

ヒント:

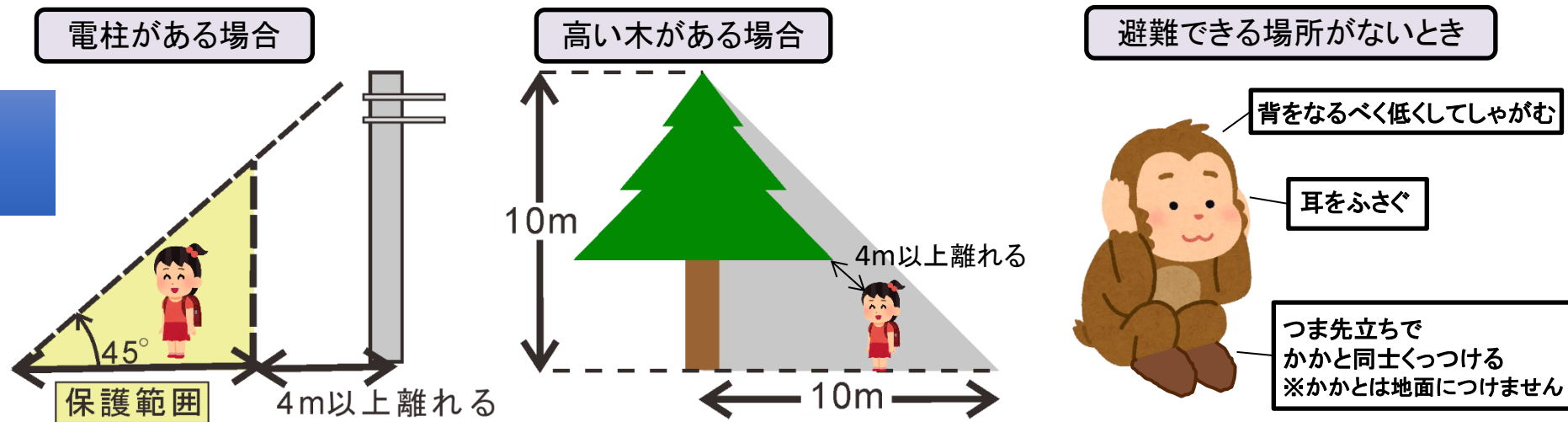
光速: 秒速約30万km! (光は1秒間で地球7周半まわります)
音は秒速約340mです。

$$340\text{m} \times 10\text{秒} = 3400\text{m}$$

3.4km先で起こった雷の音が聞こえたということ。



避難のポイント (雷)



雷鳴が近くで聞こえたら

- 近くの**安全な場所に避難**し、無理に屋外を移動しない。
- 鉄筋コンクリート建築、自動車、バス、電車の内部は比較的安全です。
- 木造建築の内部も基本的に安全ですが、すべての電気器具、天井、壁から1m以上離れればさらに安全です。
- 近くに避難する場所がない場合、**低い場所を探してしゃがみ**、姿勢を低くし、地面との接地面をできる限り少なくします。
- 電柱などの高い物体のてっぺんを45度以上の角度で見上げる範囲で、その物体から**4m**以上離れたところに退避します。
- **高い木の近くは危険**です。最低でも木のすべての幹、枝、葉から**4m**以上は離れましょう。

屋外活動の再開

雷雲が衰退しても、新たに雷雲が発生する場合があるため、20分程度は状況を確認する必要がある。

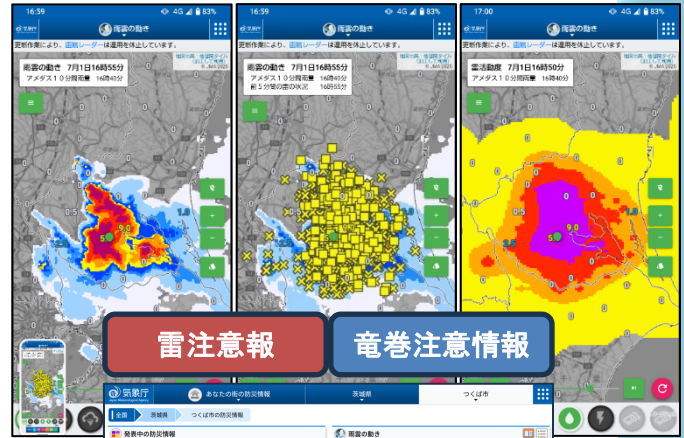
これらを確認の上、活動を再開するかどうかを判断する。

判断に迷う場合や、雷雲の位置・動きが十分に把握できない場合は、より安全側の対応(30分以上の待機)を行う。

ナウキャスト

気象庁「高解像度降水ナウキャスト」より

① 事前に、こまめに気象情報を集める習慣を持とう。



雷注意報

竜巻注意情報

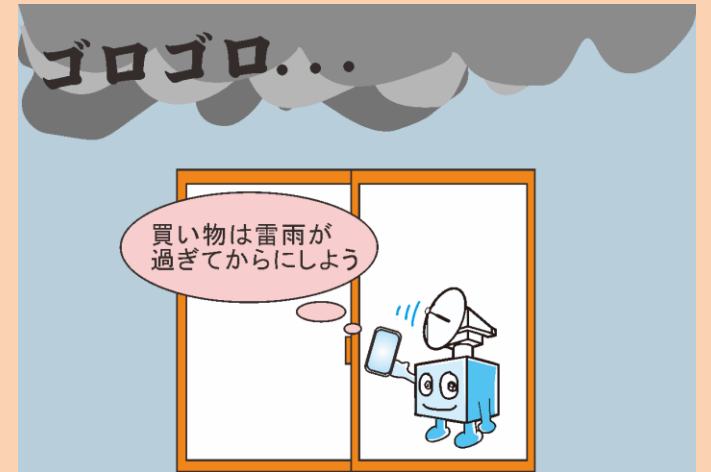


スマホでチェック



通知機能を利用

② 予定を変更する勇気を持とう。

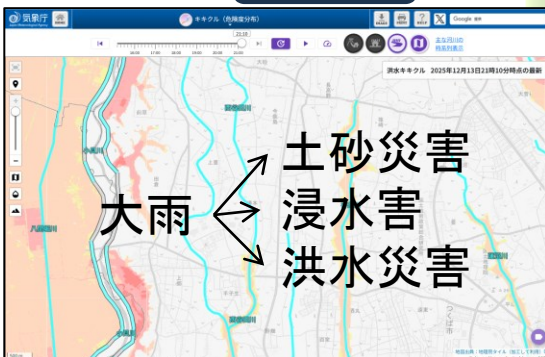


③ 自分の住んでいる街の危険な場所を把握しよう。

気象庁「あなたの街の防災情報」より



キキクル

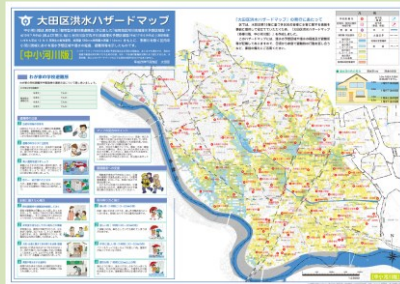


気象庁「キキクル」より

浸水時にアンダーパスなどに近づかないよう、低い場所（水の集まりやすい場所）をチェック



ハザードマップをチェック



④ 防災知識を身に付けよう。

防災イベントに参加する

防災科研一般公開
4月中旬に開催@つくば

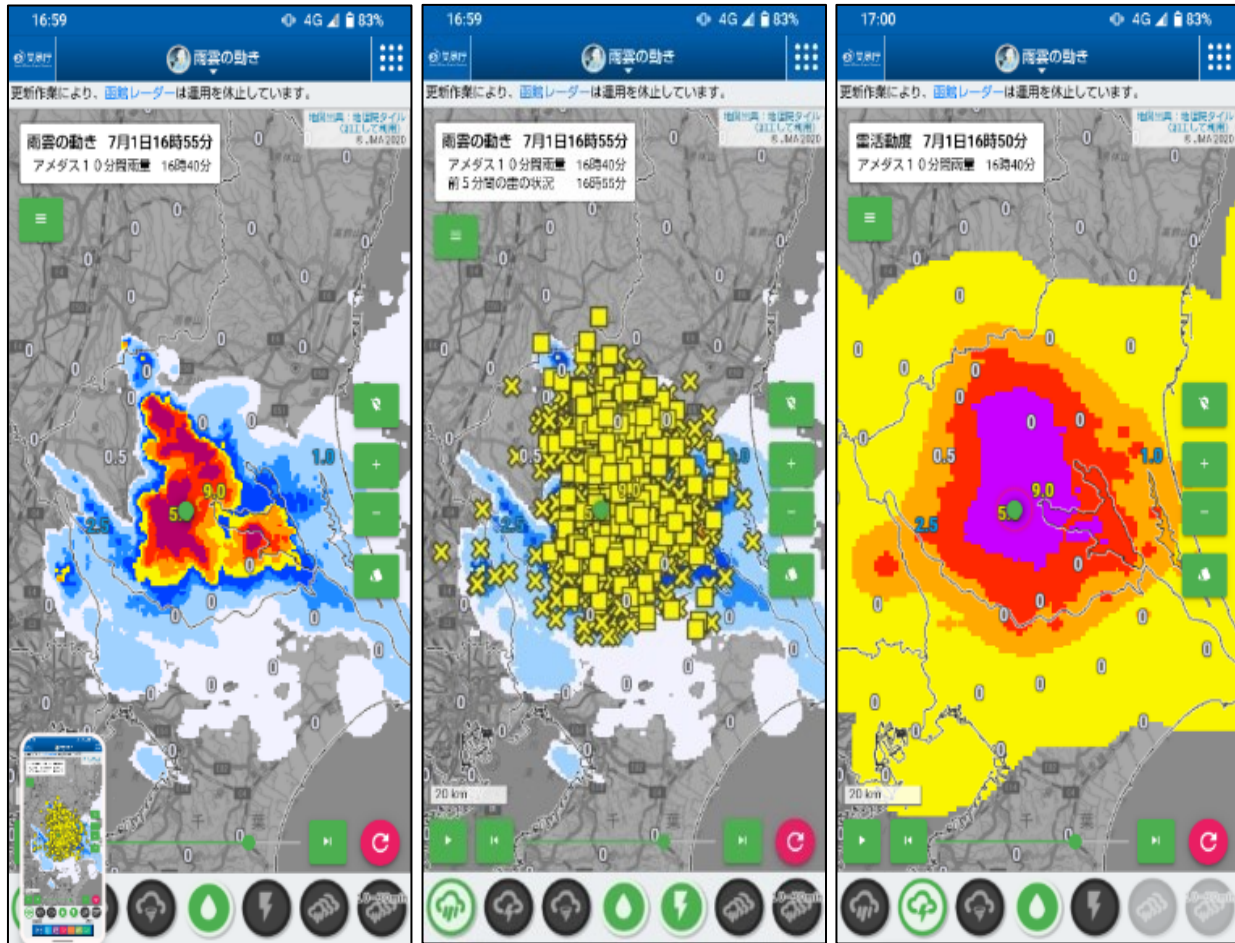


防災記事などを読む



ナウキャスト

気象庁「高解像度降水ナウキャスト」より



雷注意報

竜巻注意情報

気象庁 Japan Meteorological Agency

あなたの街の防災情報 茨城県 つくば市

全国 茨城県 つくば市の防災情報

発表中の防災情報

強風

警報・注意報 (発表状況)

つくば市	警報・注意報・警報の切り替え
警報・注意報(継続)	強風注意報

詳しく見る

警報・注意報 (今後の推移)

つくば市	12日					13日	
	03-06	06-09	09-12	12-15	15-18	18-21	21-24
強風	13	13	12	12	12		

詳しく見る

天気予報 (一覧表)

日付	今日 12日(金)	明日 13日(土)	明後日 14日(日)	15日(月)	16日(火)	17日(水)
茨城県	晴	晴時々曇	曇一時雨	晴時々曇	晴時々曇	曇時々晴
降水	0	0	0	0	0	0
信頼度	-	-	-	A	A	A
水戸 最低/最高(C)	- / 9	- / 9	2 / 12	0 / 12	-2 / 13	0 / 14

2週間気温予報へ 週間天気予報解説資料へ 早期注意情報へ

詳しく見る

今注目の防災情報 天気 キキクル (危険度分布) 大雨・大雪 地震・火山

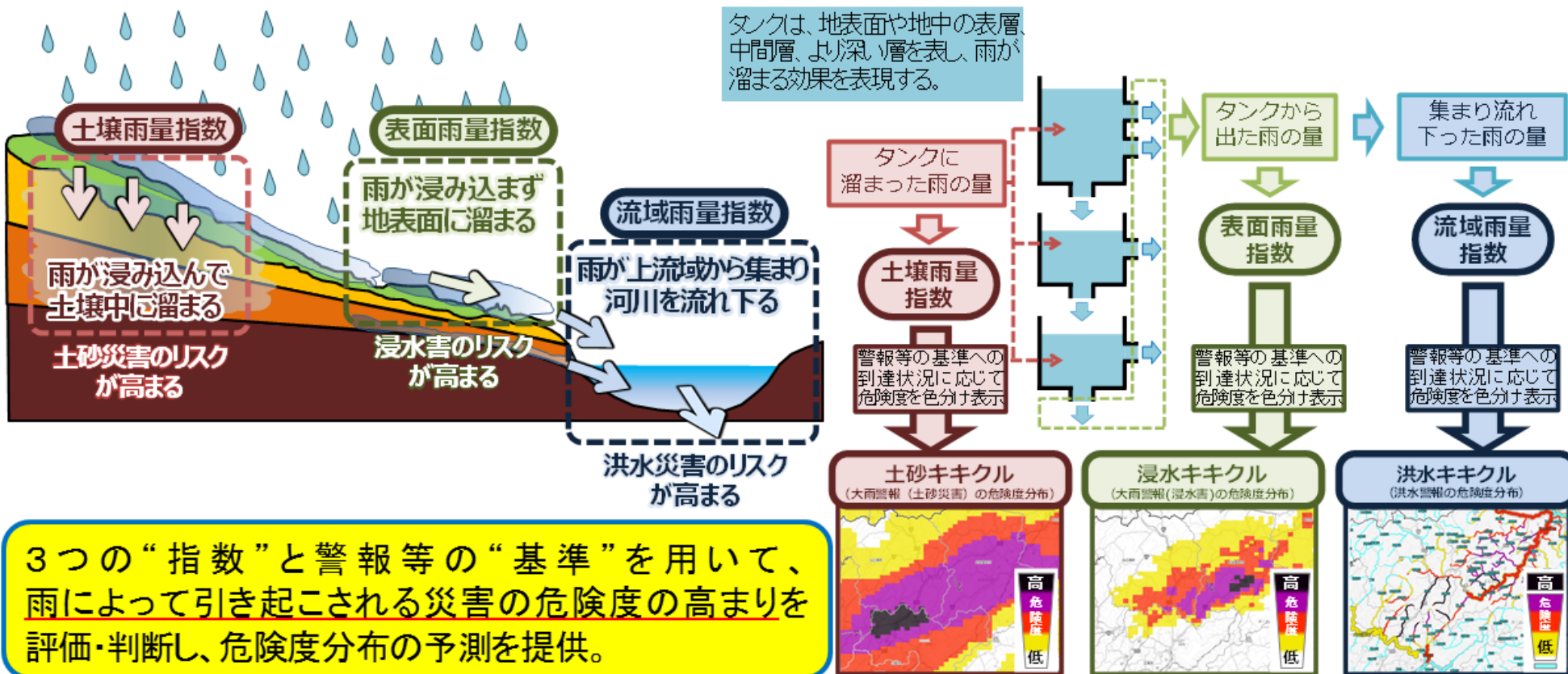
つくば市 あなたの街を変更する 表示をカスタマイズする

キキクル

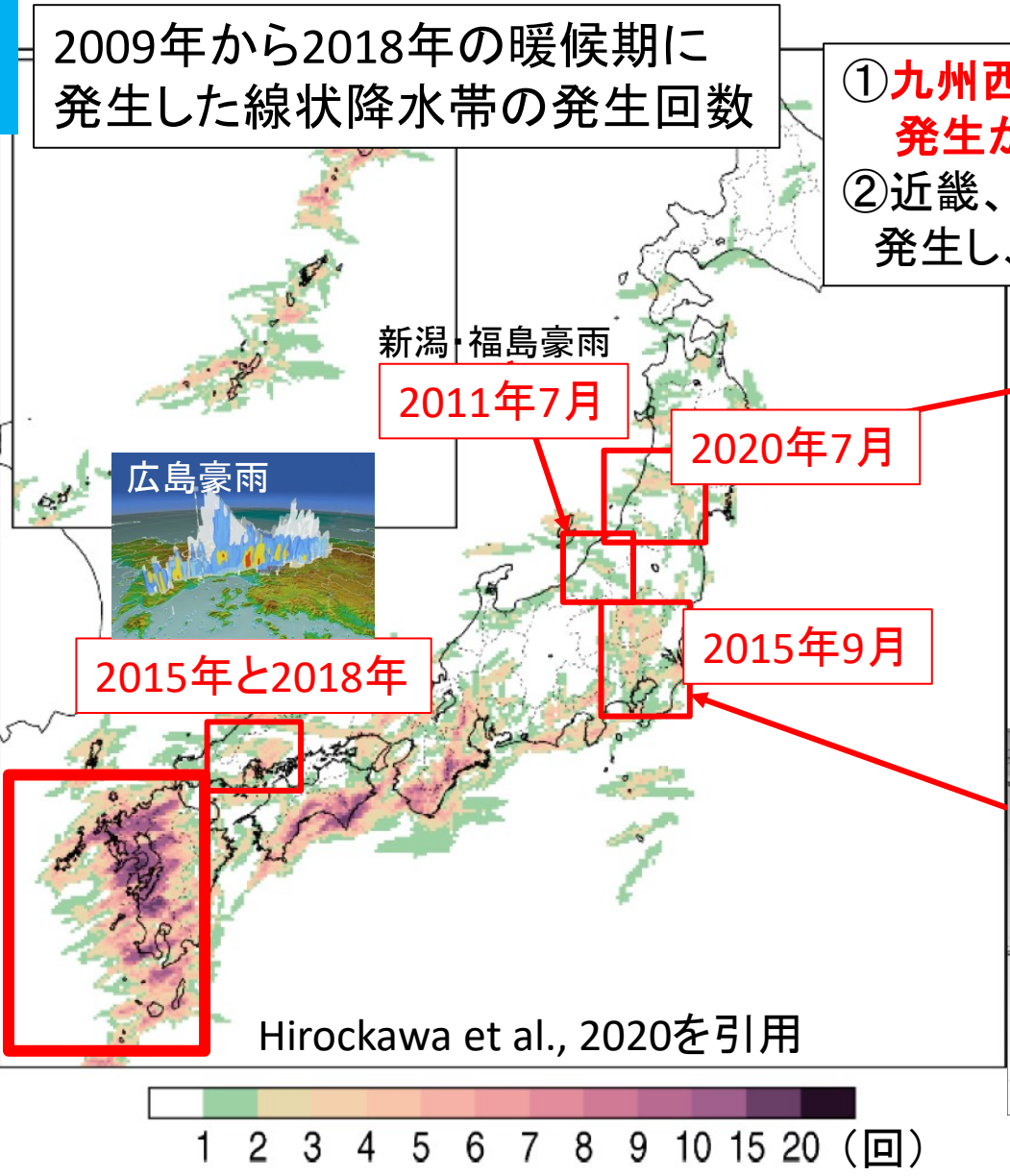
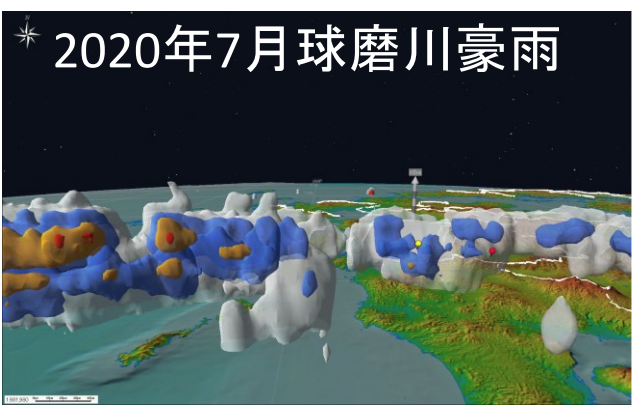
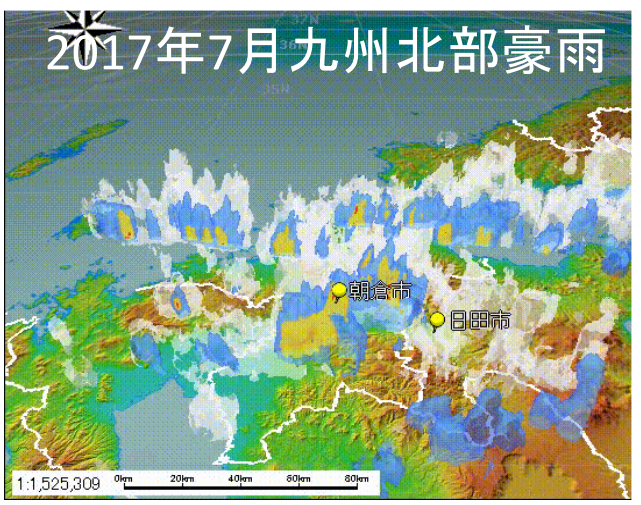
雨によって引き起こされる災害発生の危険度の高まりを評価する技術
土壌雨量指数・表面雨量指数・流域雨量指数と危険度分布

雨によって
災害のリスクが高まるメカニズムは
以下の3つが考えられる。

左のメカニズムを“**タンクモデル**”で表現し
各々の災害リスクの高まりを“**指数**”化し
警報等の“**基準**”への到達状況に応じて色分け表示。

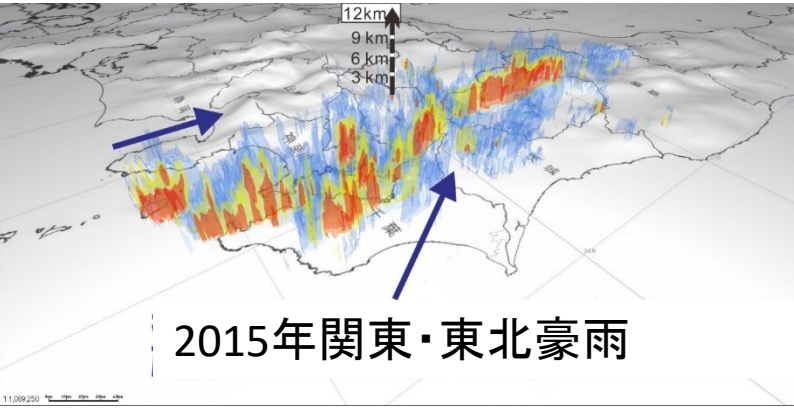
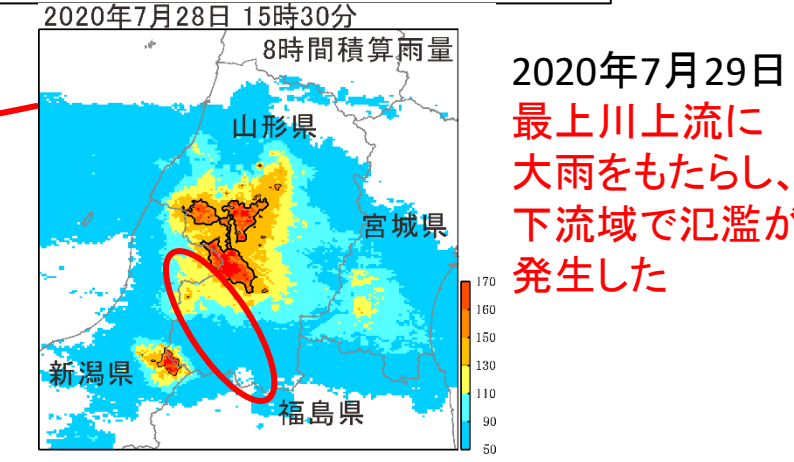


頻発する線状降水帯による大規模水害



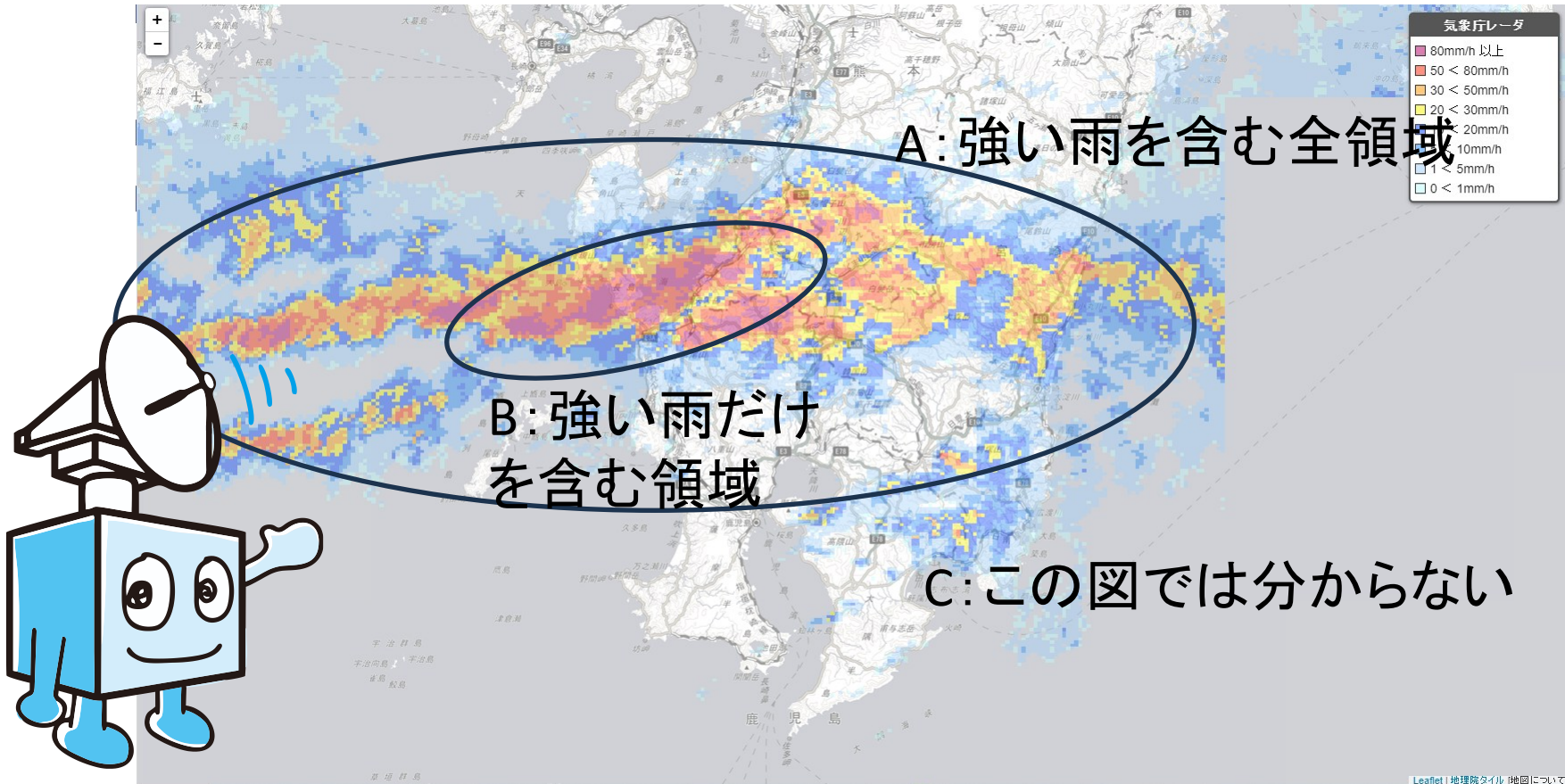
線状降水帯の発生傾向

- ①九州西岸、四国南部、紀伊半島に発生が集中している。
- ②近畿、関東、東北でも少なからず発生し、災害が発生している。

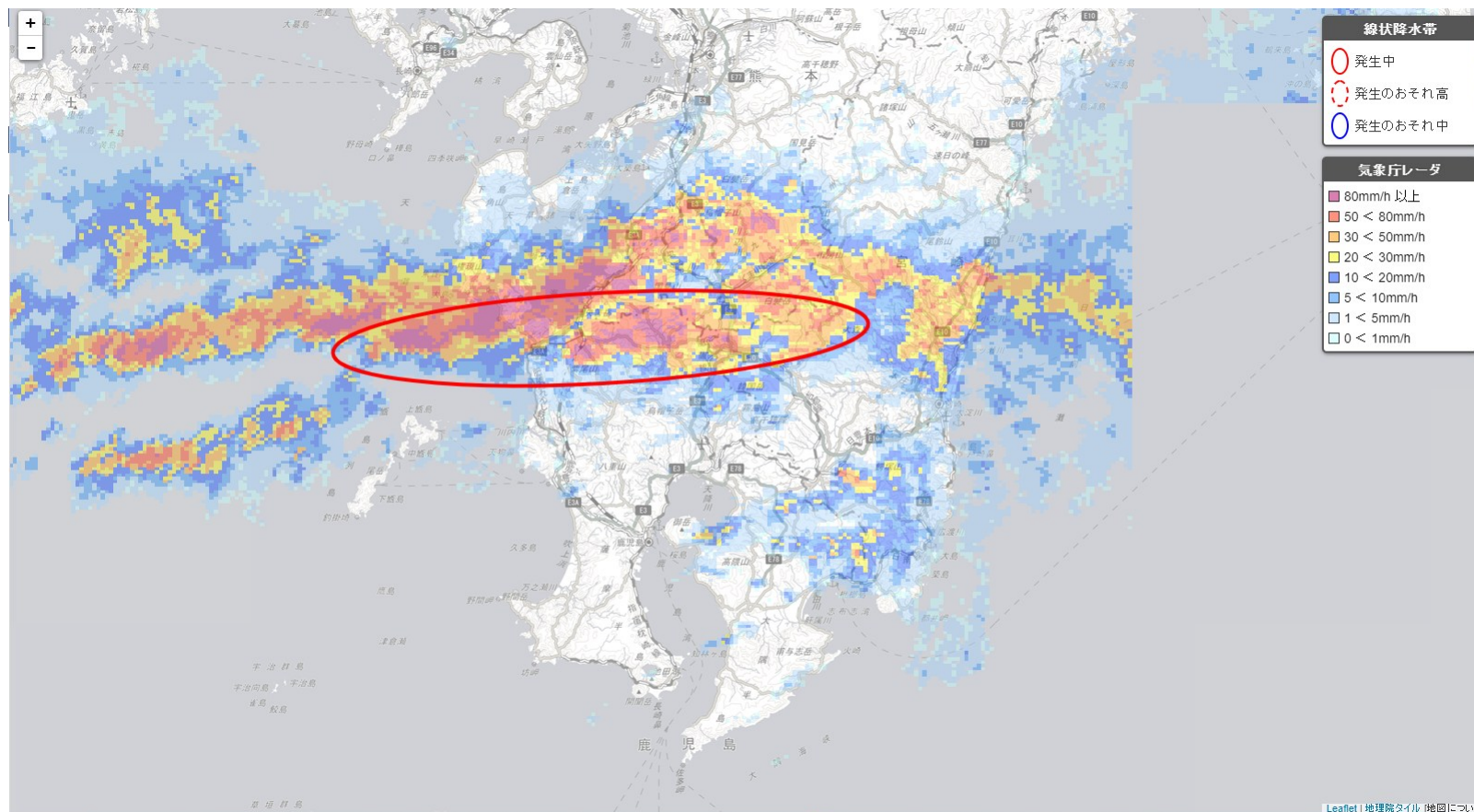


クイズ：線状降水帯はどこにあるでしょうか？

気象庁のレーダ画像（降水強度分布）

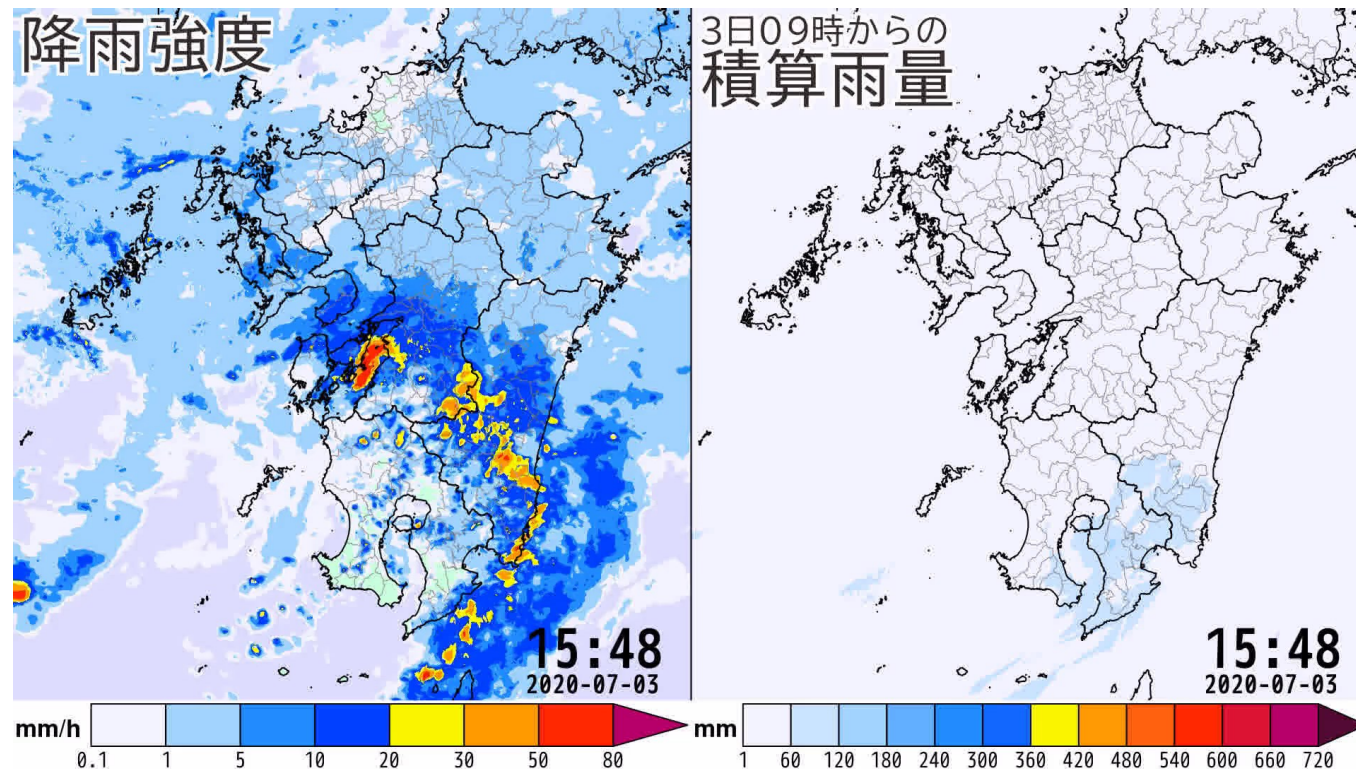


答え:C この図では分からない



線状降水帯による 雨量分布の特徴

2020年7月3日から
7月4日にかけて
熊本県球磨川周辺の
雨量の時間変化
左:降水強度
右:積算雨量



線状降水帯の 定性的な定義

線状降水帯は、次々と発生する発達した雨雲（積乱雲）が列をなした、組織化した積乱雲群によって、数時間におわたってほぼ同じ場所を通過または停滞することで作り出される、線状に伸びる長さ50～300km程度、幅20～50km程度の強い降水をともなう雨域である。

“線状に延びる降水域”を認識でき、かつ、災害につながる雨量の具体的な閾値は地域によって幅が大きい → その明確な定義は難しいとされていた。

線状降水帯の定性的な定義

次々と発生する発達した雨雲（積乱雲）が列をなした、組織化した積乱雲群によって、**数時間にわたって**ほぼ同じ場所を通過または停滞することで作り出される、**線状に伸びる**長さ50～300km程度、幅20～50km程度の**強い降水をともなう雨域**。

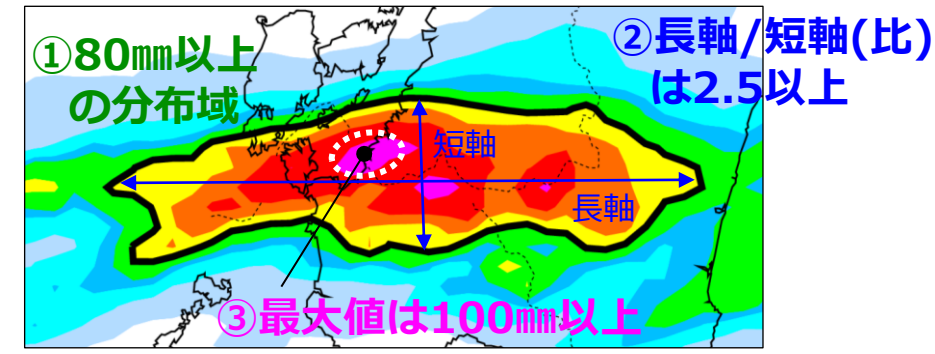
線状降水帯の学術的な定義



気象研 廣川 主任研究官 (資料提供)

線状降水帯の客観的な抽出手法の提案 (Hirockawa et al., 2020)

3時間積算降水量



積算雨量ベース

線状降水帯の客観的な抽出手法の提案 (津口と加藤, 2014)

高度化

国交省 土砂災害危険度評価システム

降水強度ベース

線状の降雨域の客観的な抽出手法の提案 (Unuma and Takemi 2016)

降水強度ベース

線状の降雨域の客観的な抽出手法の提案 (辻本 他 2017)



- ① **数時間降水が続いた“雨域”があるか？**
3時間積算降水量が80mm以上の分布域の面積が500km²以上
- ② **①の雨域は線状か？**
長軸の長さが短軸の長さの2.5倍以上
→ **長軸÷短軸の値が大きいほど、線状の特徴を示す**
- ③ **①の雨域が強い降水をともなうか？**
雨域内の最大値が100mm以上

線状降水帯の
定性的な定義

線状降水帯の
学術的な定義

学術的な定義
の有効性検証

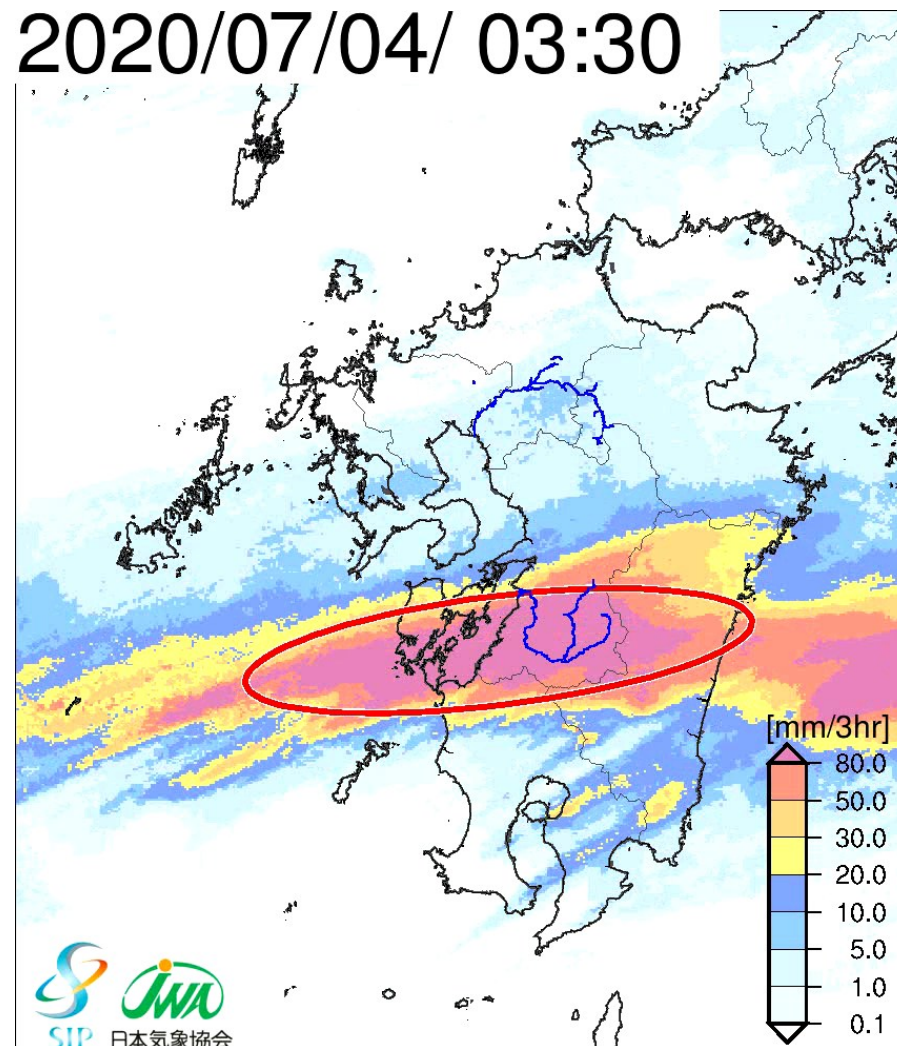
客観的検出法(学術的定義と呼ぶ)を用いた自治体実証実験(2019年～)
自治体の災害対応において、線状降水帯情報へのニーズを確認



- 自治体の声
 - 線状降水帯の発生状況の楕円表示は視覚的にわかりやすい
 - 警報がでている状況で、1時間前に線状降水帯がわかるとよい。
 - 土砂災害警戒情報の、1.5~2時間くらい前に線状降水帯の発生予測、がでると、避難所開設の判断に使える。

- 課題
 - 1回の線状降水帯検出 = 災害発生とは限らない
 - 精度の高い予測情報の必要性

2020/07/04/ 03:30



気象庁の「顕著な大雨情報」として社会実装

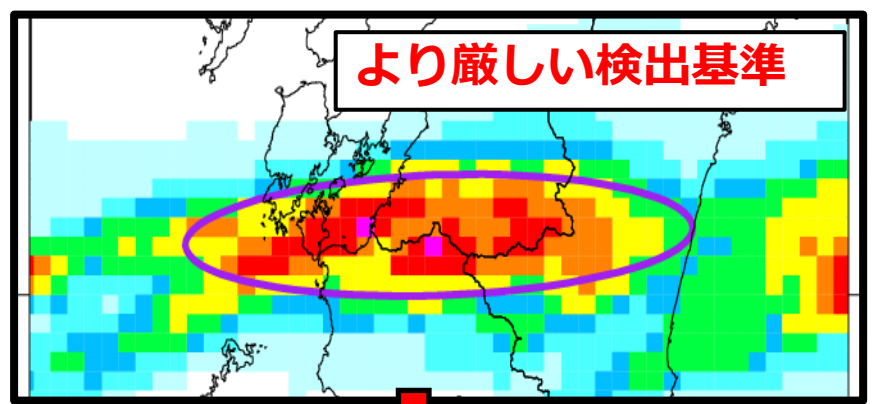
線状降水帯の
定性的な定義

線状降水帯の
学術的な定義

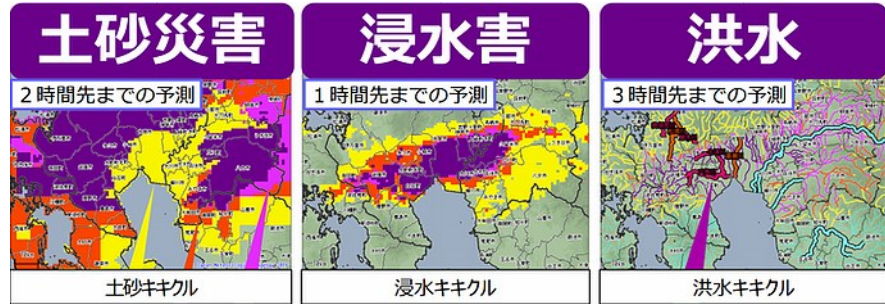
学術的な定義
の有効性検証

気象庁版定義を
気象庁とSIPが
協力して作成

解析雨量だけでなく、気象庁の危険度分布を活用することで、災害発生の危険度が急激に高まっている地域における線状降水帯を検出する



気象庁危険度分布（キキクル）



顕著な大雨に関する情報の発表基準

- 雨量**：解析雨量（5kmメッシュ）において前3時間積算降水量が100mm以上の分布域の面積が500km²以上
- 雨量**：1.の形状が線状（長軸・短軸比2.5以上）
- 雨量**：1.の領域内の最大値が150mm以上
- 危険度**：大雨警報(土砂災害)の危険度分布において土砂災害警戒情報の基準を実況で超過（かつ大雨特別警報の土壤雨量指数基準値への到達割合8割以上）又は洪水警報の危険度分布において警報基準を大きく超過した基準を実況で超過

気象庁版定義
気象庁とSIPが
協力して作成

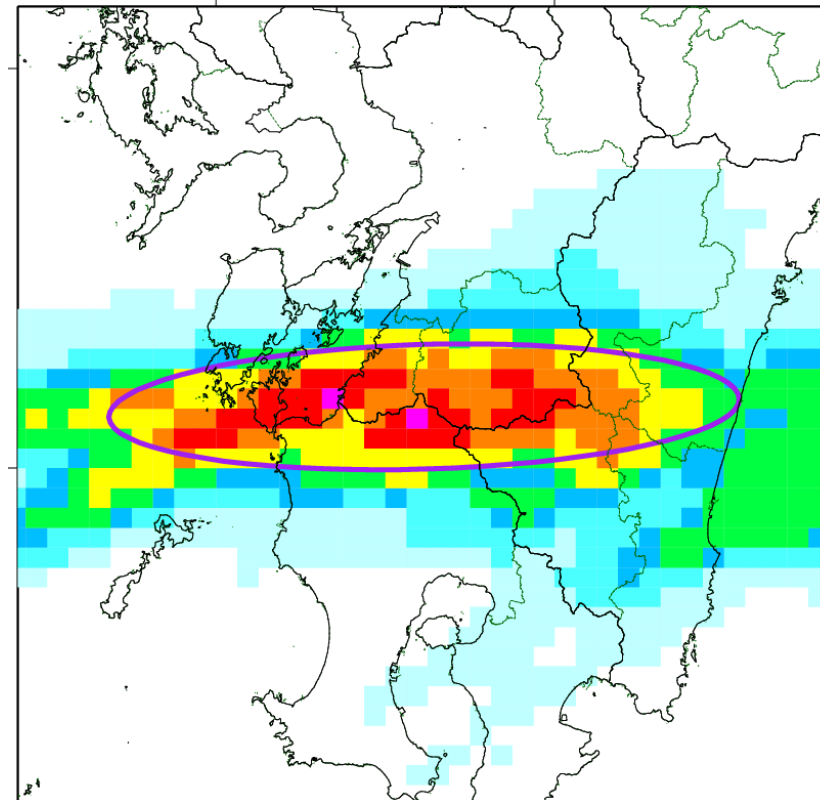
気象庁版定義
有効性の検証

2021年6月17日
顕著な大雨情報
として運用開始

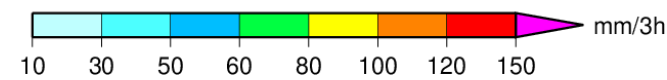
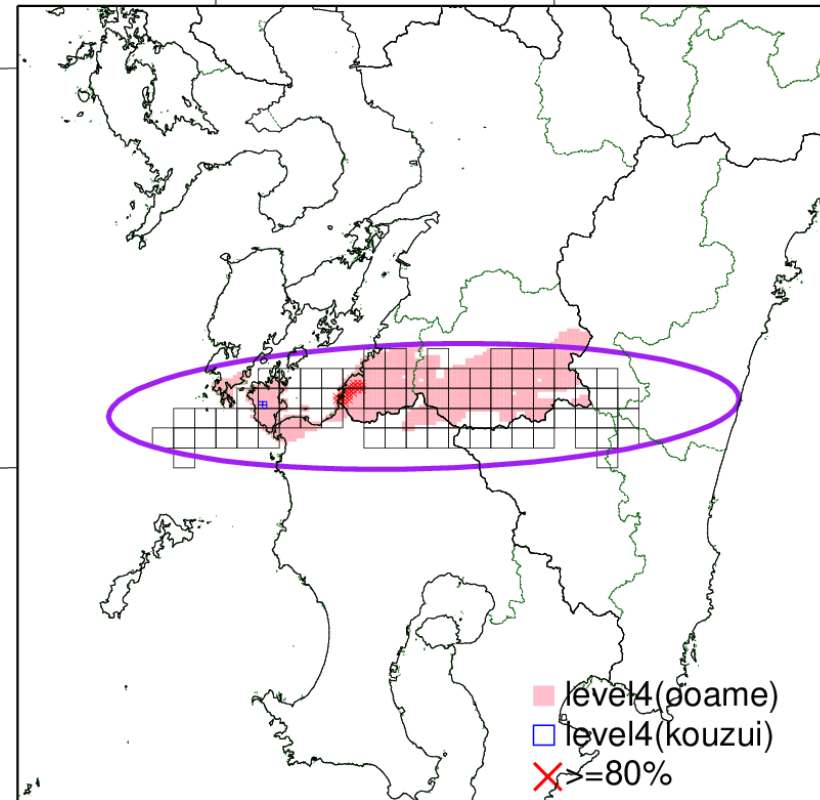
気象庁の「顕著な大雨情報」として社会実装 土砂災害の危険度と組み合わせた例



s) R3 [500/150] 2020/07/04 02:00(JST)



s) R3 [500/150] 2020/07/04 02:00(JST)



- 土砂災害警戒情報の基準を実況で超過
- × 大雨特別警報の土壌雨量指数基準値への到達割合8割以上
- 洪水警報の危険度分布において警報基準を大きく超過した基準を実況で超過

気象庁版定義
気象庁とSIPが
協力して作成

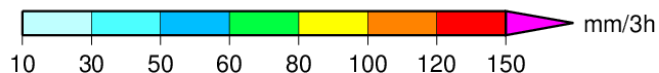
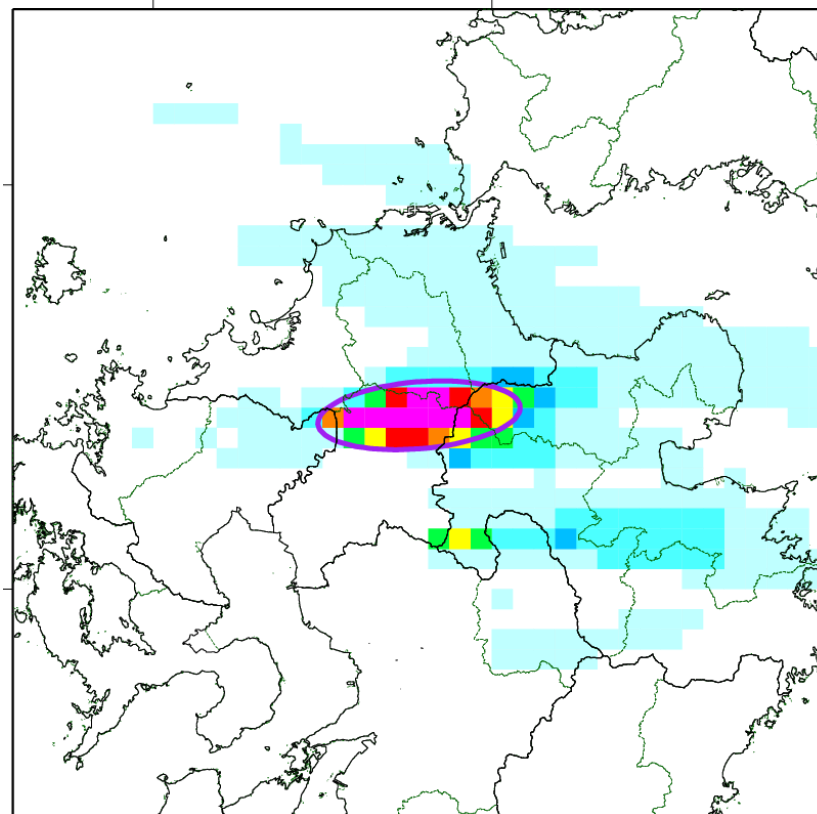
気象庁の定義
有効性の検証

2021年6月17日
顕著な大雨情報
として運用開始

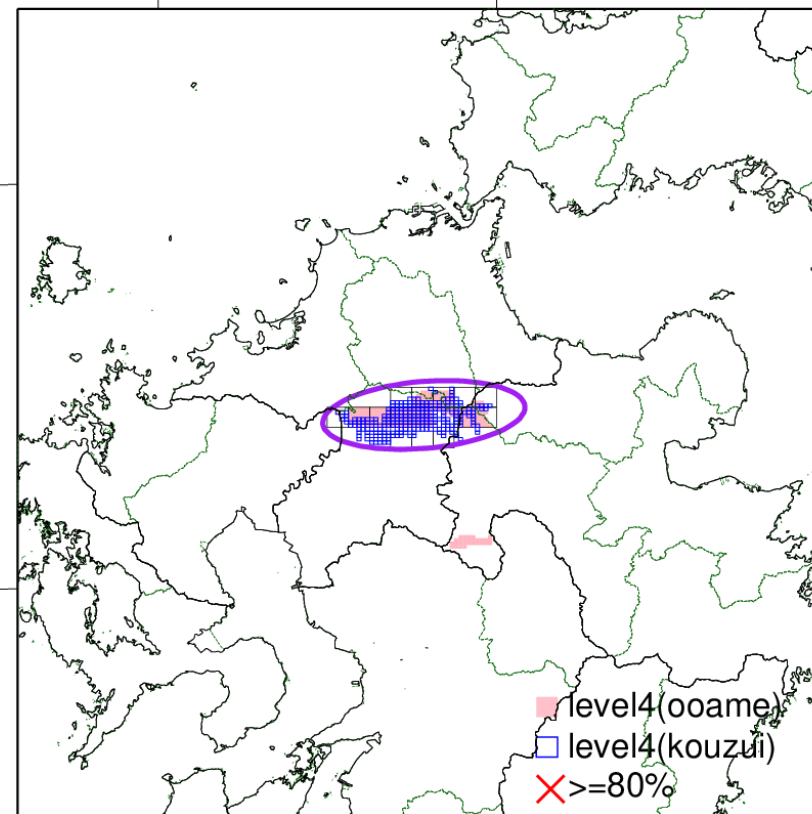
気象庁の「顕著な大雨情報」として社会実装 洪水の危険度と組み合わせた例



s) R3 [500/150] 2017/07/05 15:20(JST)

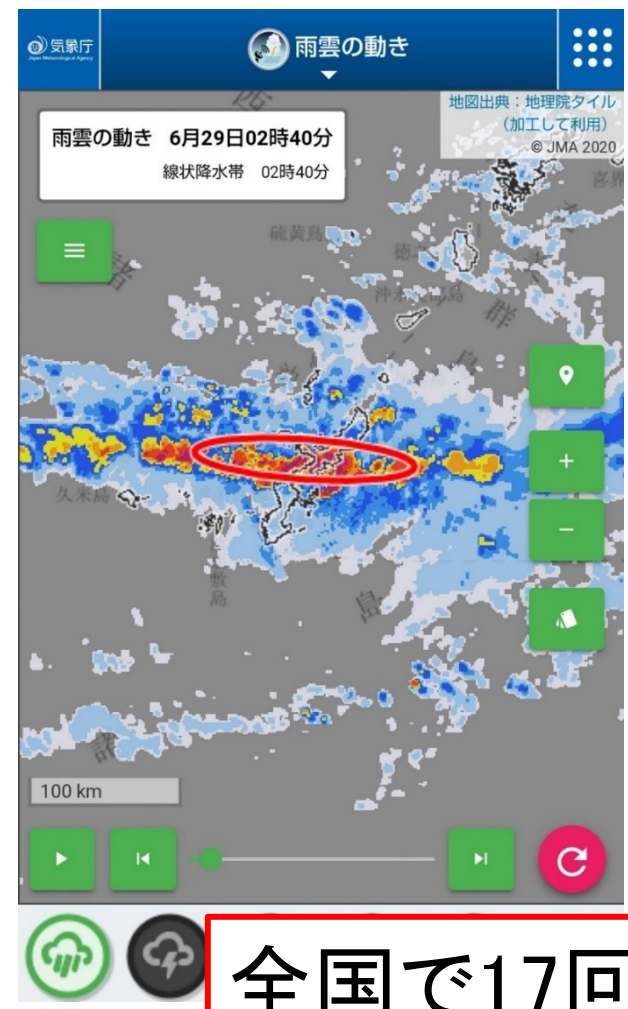


s) R3 [500/150] 2017/07/05 15:20(JST)



- 土砂災害警戒情報の基準を実況で超過
- × 大雨特別警報の土壌雨量指数基準値への到達割合8割以上
- 洪水警報の危険度分布において警報基準を大きく超過した基準を実況で超過

線状降水帯の客観的抽出の社会実装



全国で17回発表

回数	日時	場所
1	2021/06/29	沖縄県
2	2021/07/01	東京都
3	2021/07/07	島根県
4	2021/07/07	島根県
5	2021/07/10	鹿児島県
6	2021/07/10	鹿児島県
7	2021/08/09	島根県
8	2021/08/12	福岡県
9	2021/08/12	熊本県
10	2021/08/13	広島県
11	2021/08/14	佐賀県
12	2021/08/14	長崎県
13	2021/08/14	長崎県
14	2021/08/14	佐賀県
15	2021/08/14	長崎県
16	2021/08/14	福岡県
17	2021/09/08	徳島県

クイズ1:
線状降水帯は2009年
から現在まで増えている?
(参考論文:
廣川と加藤,2023
風工学会誌)

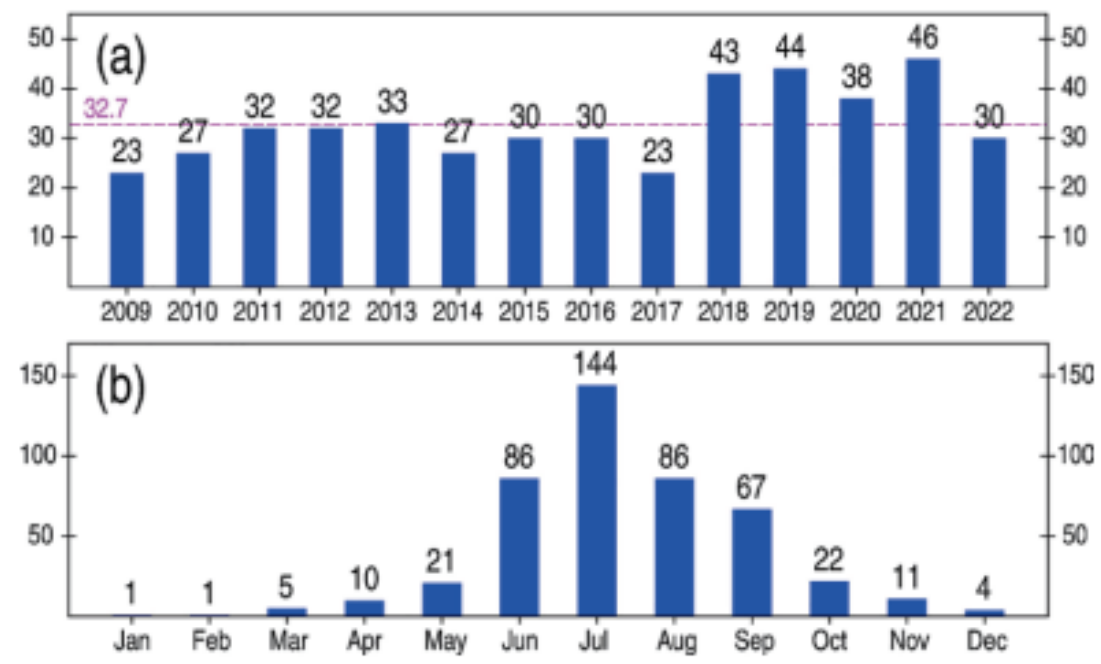
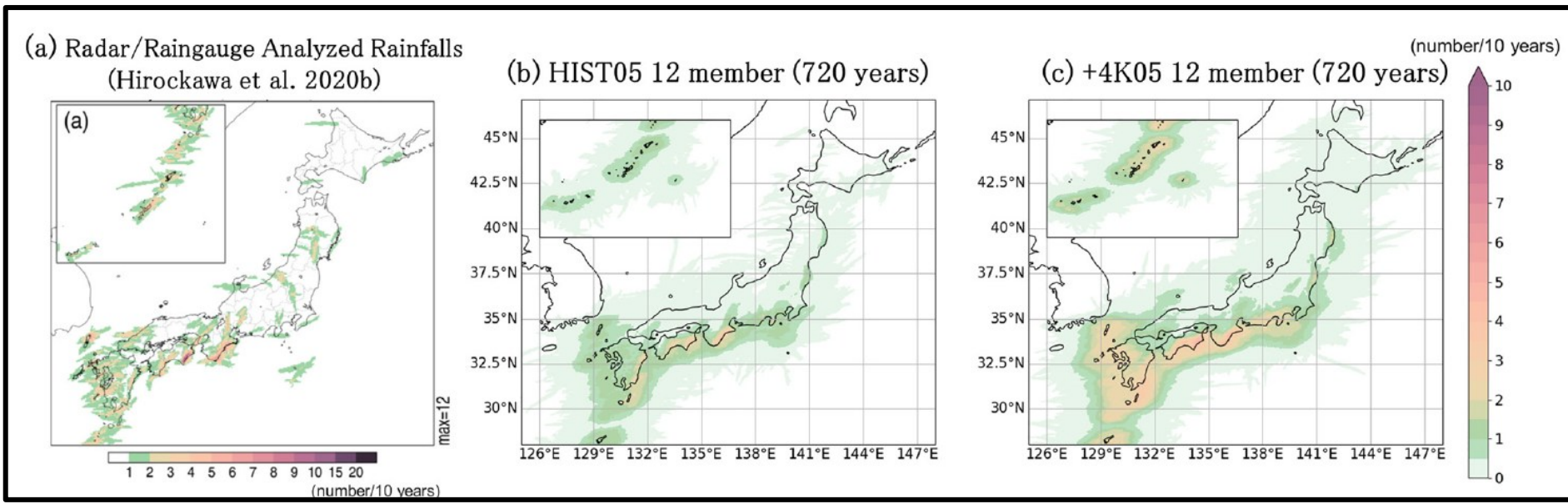


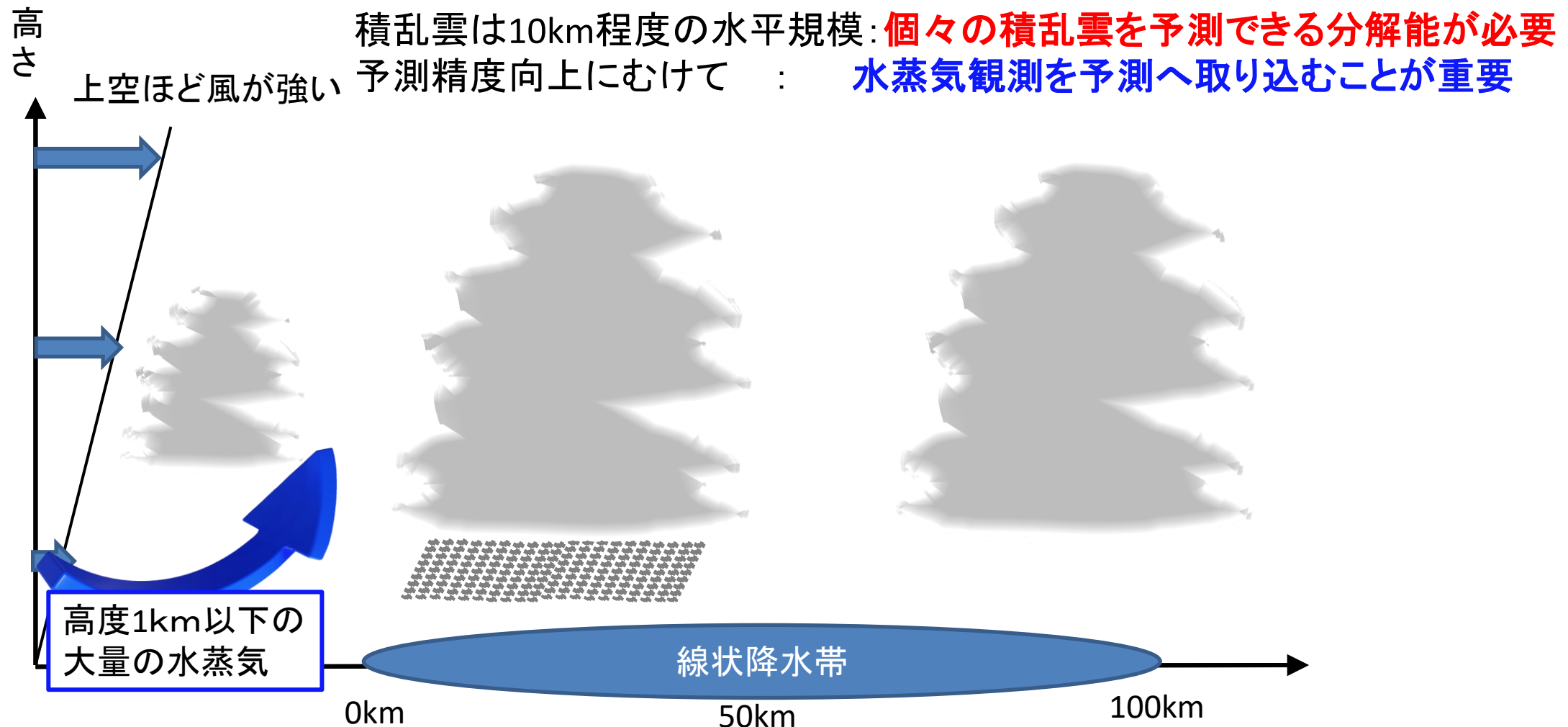
図7 2009-2022年に生じた線状降水帯の(a)年別, (b)月別出現頻度. 棒グラフ上の値は事例数を示す。(a)の破線は期間内平均値(32.7)を示す。

クイズ2:
線状降水帯
は将来増える?
(参考論文:
Kawase et al., 2023 JGR)

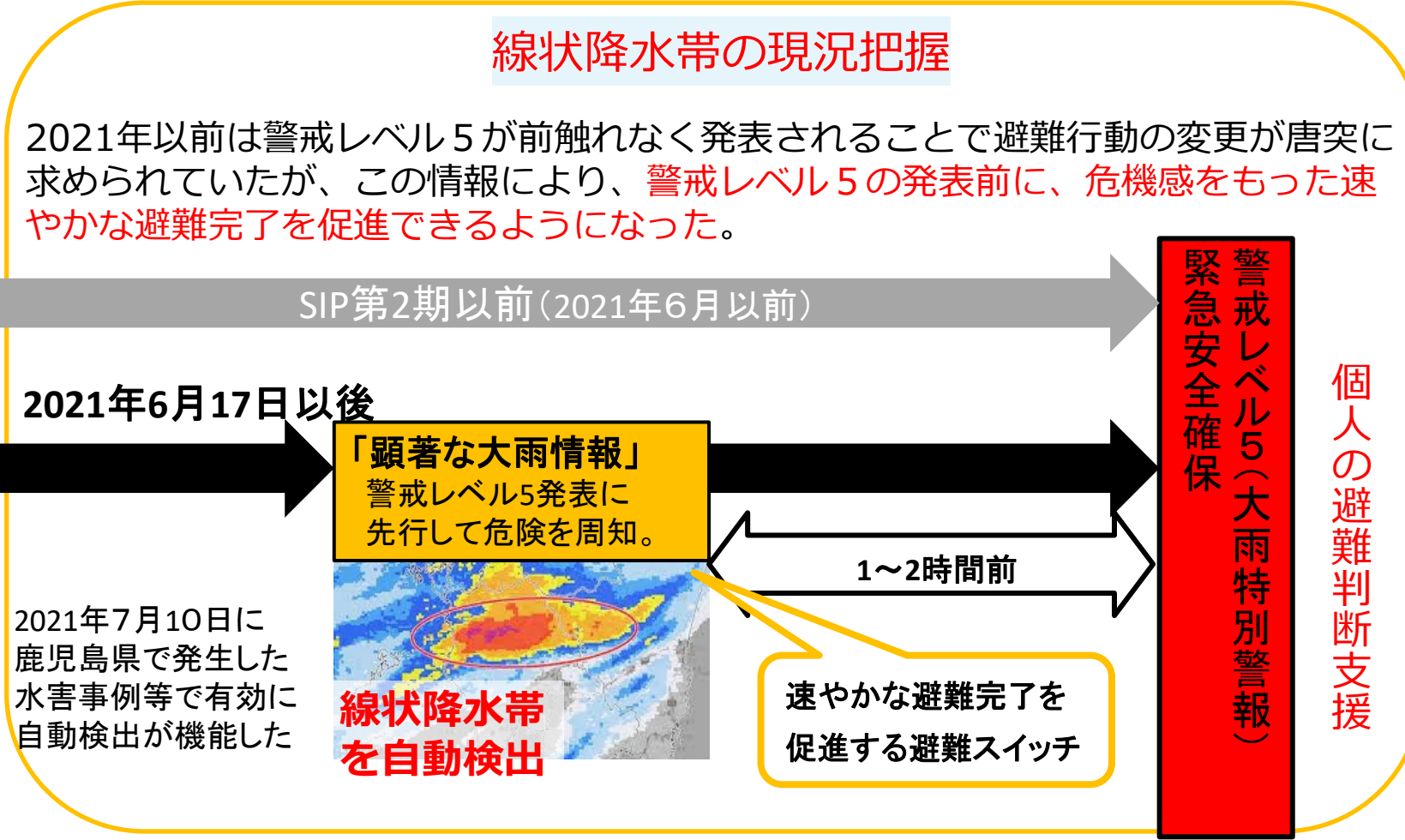
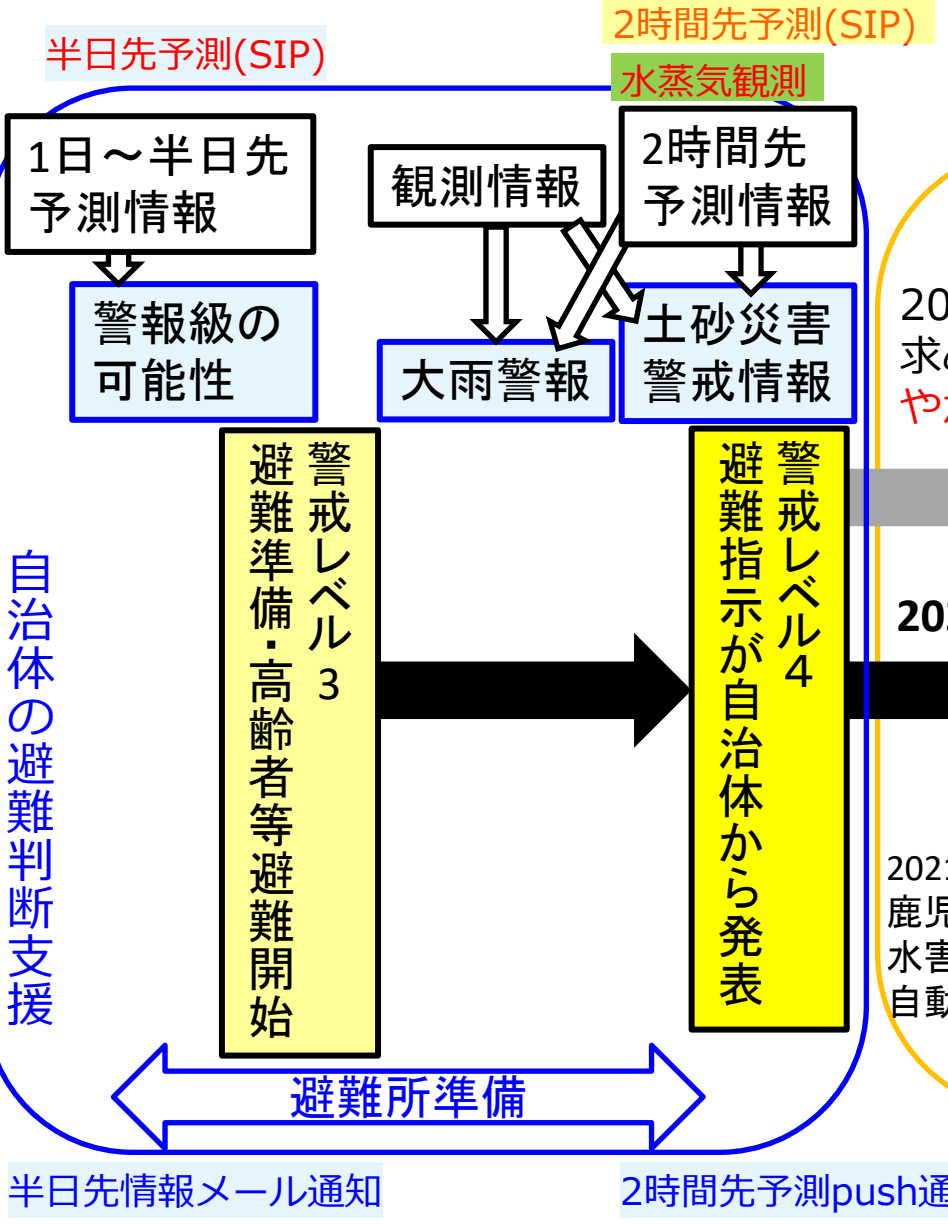


線状降水帯の発生メカニズム

線状降水帯は積乱雲が世代交代することで発生



自治体避難判断のタイムライン上での研究成果の貢献

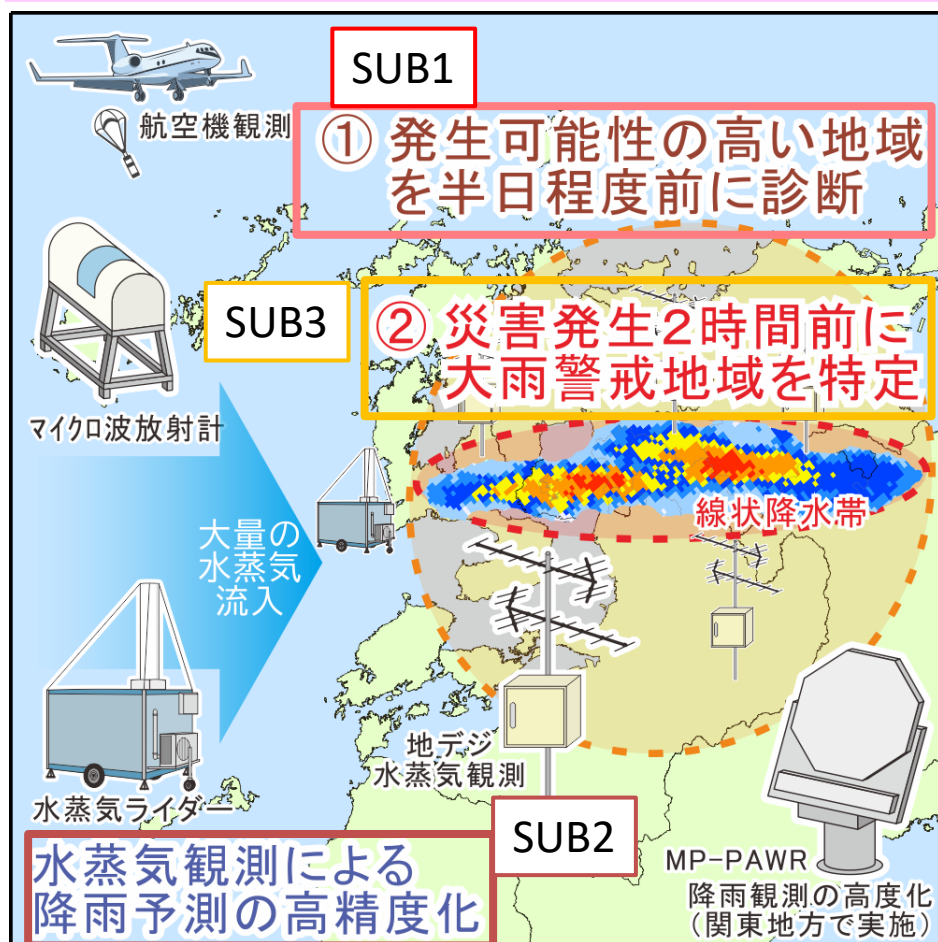


顕著な大雨情報は、必ずしもレベル5よりも前に発表されるとは限りません。また、必ずレベル5が発表されるわけではありません。

- (課題1) 線状降水帯の**早期予測の高度化と利活用**:
線状降水帯の観測・予測情報の**可視化**:
- (課題2) 降雨予測に資する**水蒸気・降水マルチセンシング技術開発**:
- (課題3) 線状降水帯の**高頻度積算雨量予測法の開発**:

半日前の避難準備・高齢者等避難開始の判断支援
 気象庁「**顕著な大雨情報**」として、2021年6月から**社会実装**
 面的水蒸気分布を取得可能とする
 2時間前の避難勧告・避難指示の判断支援

Q6(避難困難者)への回答



実証実験+精度検証

日没前における**半日程度先の予測情報を提供**

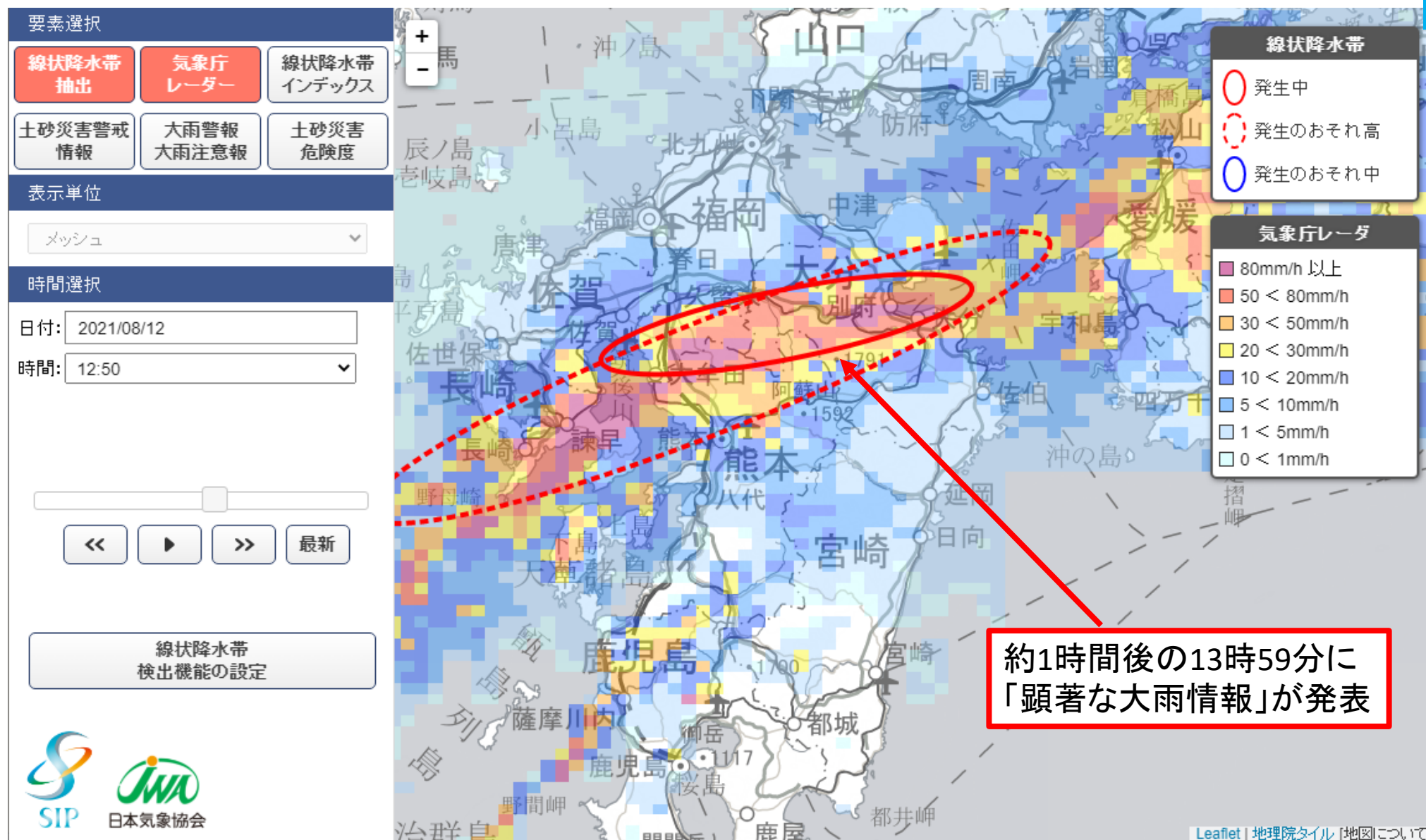
水蒸気・降水マルチセンシングデータを提供

線状降水帯が発達する**2時間前に雨量を予測し、避難エリアを避難区分単位で特定。**

半日前から
2時間前までに
避難が必要な
エリアを絞り込む



■ 線状降水帯検出：2021年8月12日12時50分



データ同化技術を用いたリアルタイム 初期値解析と2時間先予測

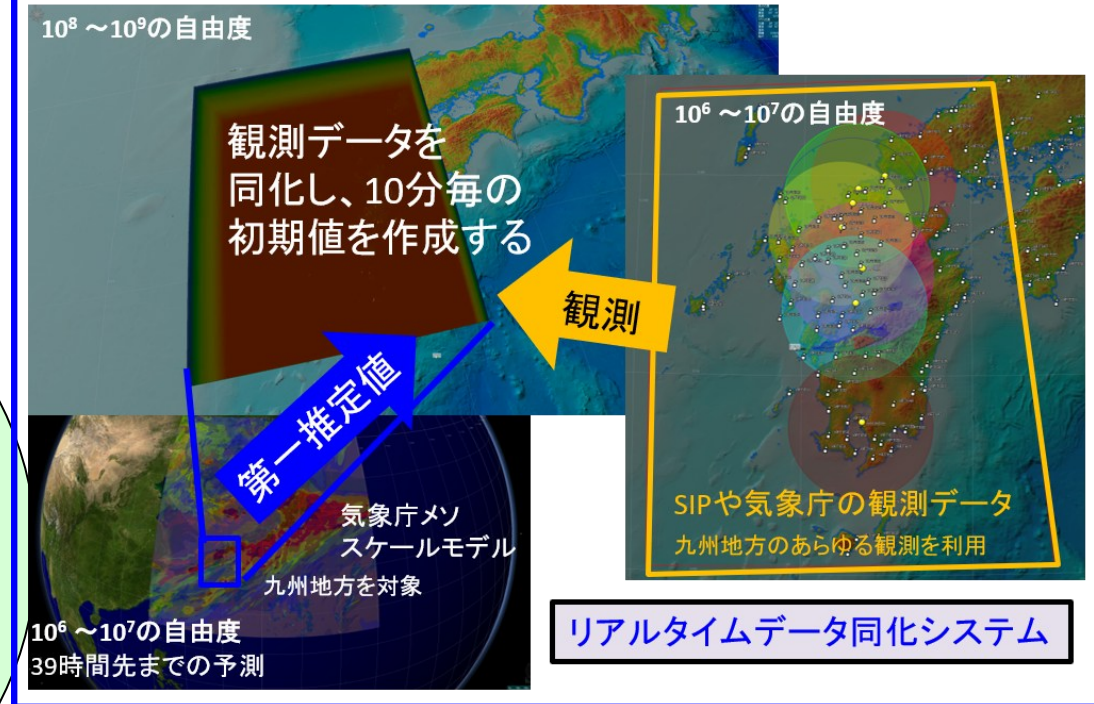
数値シミュレーション

- 観測に比べて、時空間分解能が非常に高い。
- 多くの変数が解析可能。
- 数値モデル自体が不完全であることと、不完全な初期値・境界条件により、時間とともに精度が落ちる。

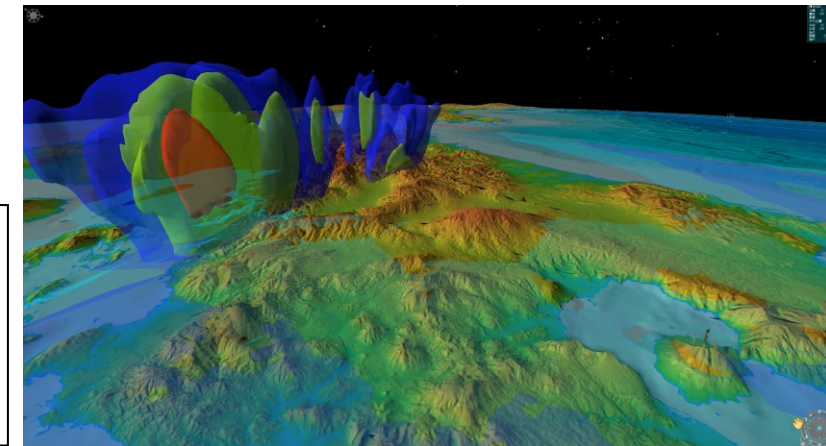
データ同化

観測

- 観測値は、その場所、その瞬間において、高精度である。
- 観測地点は、不規則に配置されている。時間間隔も規則的でない場合がある。
- 1つの測器で、観測できる変数は限られている。



- データ同化は予測精度向上のカギ。
- 如何に多くの観測を入力できるかがカギ。1秒も未来を予測しない特許技術を利用。
- 観測後1分以内に入電したデータをすべてデータ同化可能。
- 同化による修正を時間方向で分散して行う。高頻度更新によるショックを減らす。

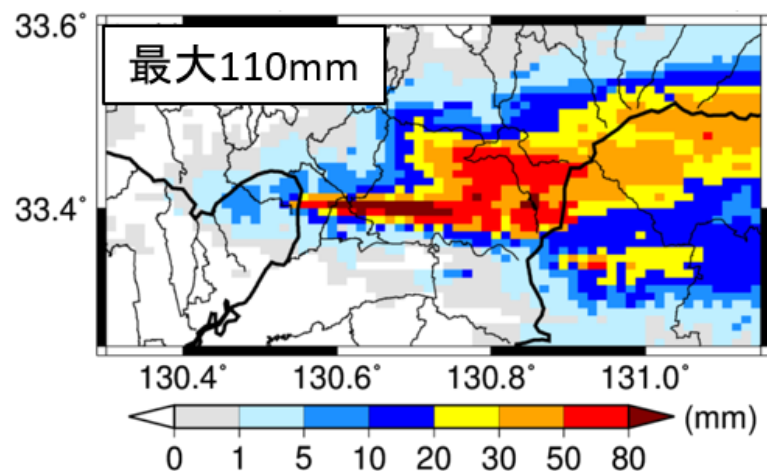


線状降水帯高頻度積算雨量予測システム

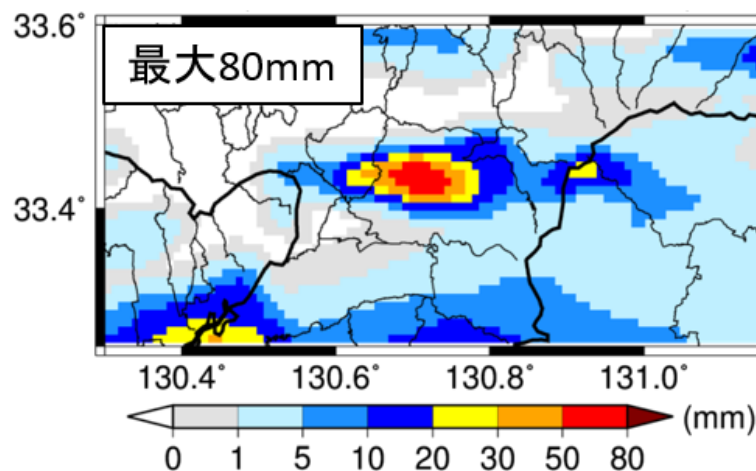
SIP第1期で開発した短時間予測法(ブレンド予測)

2017年九州北部豪雨における
予測実験(2時間予報)

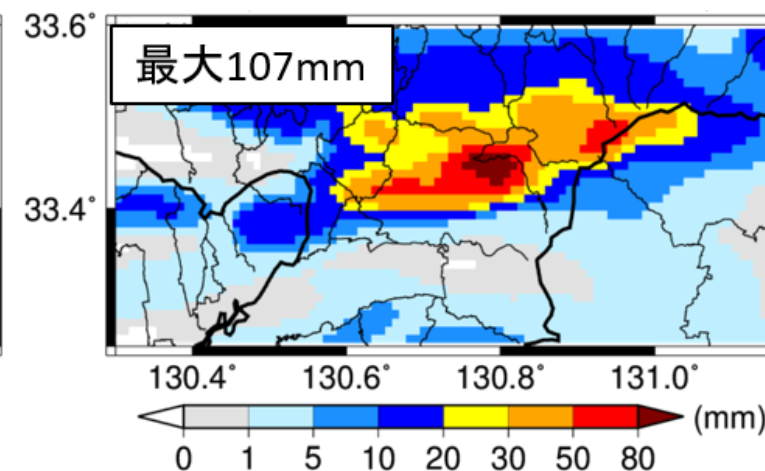
観測



水蒸気同化なし

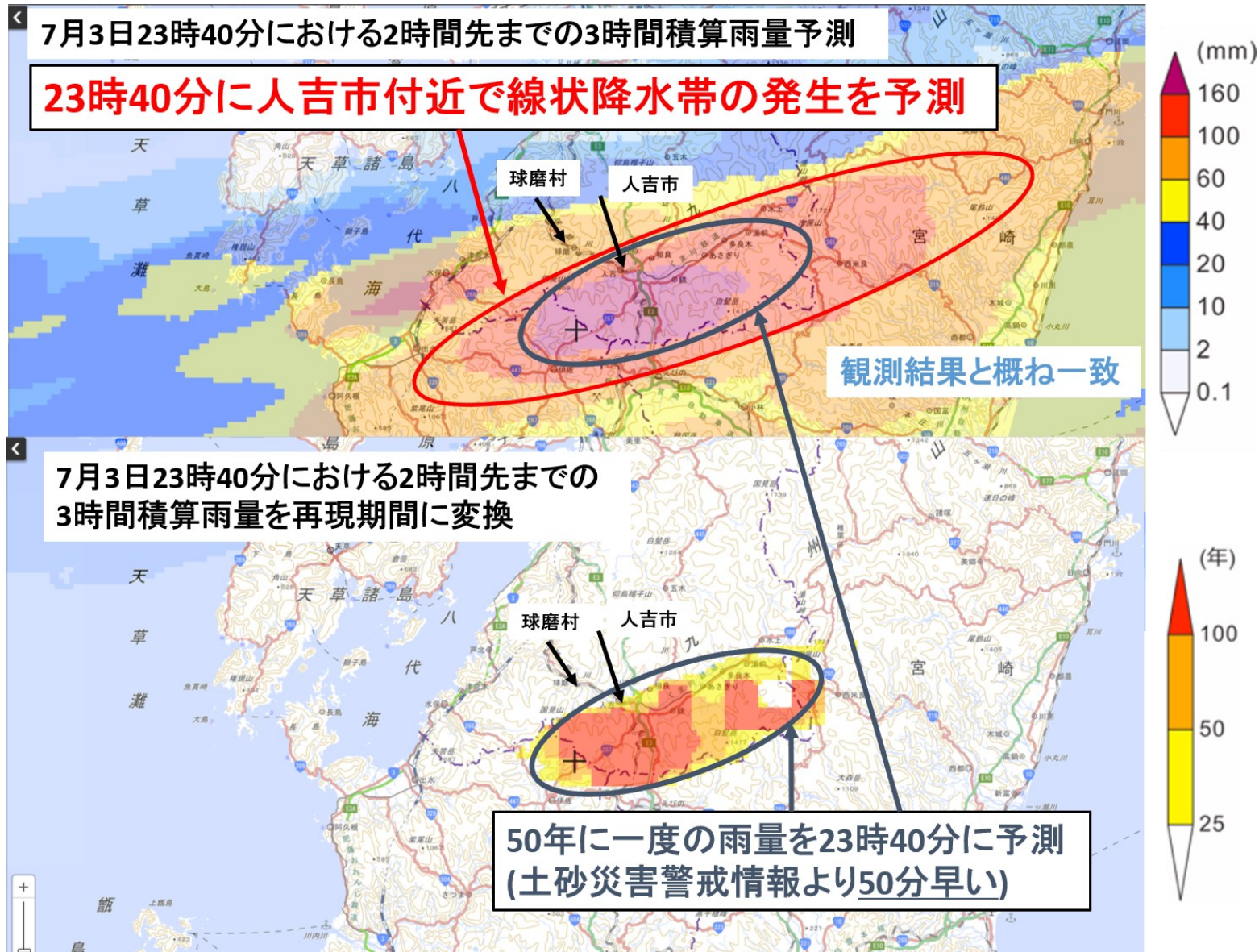


水蒸気同化あり

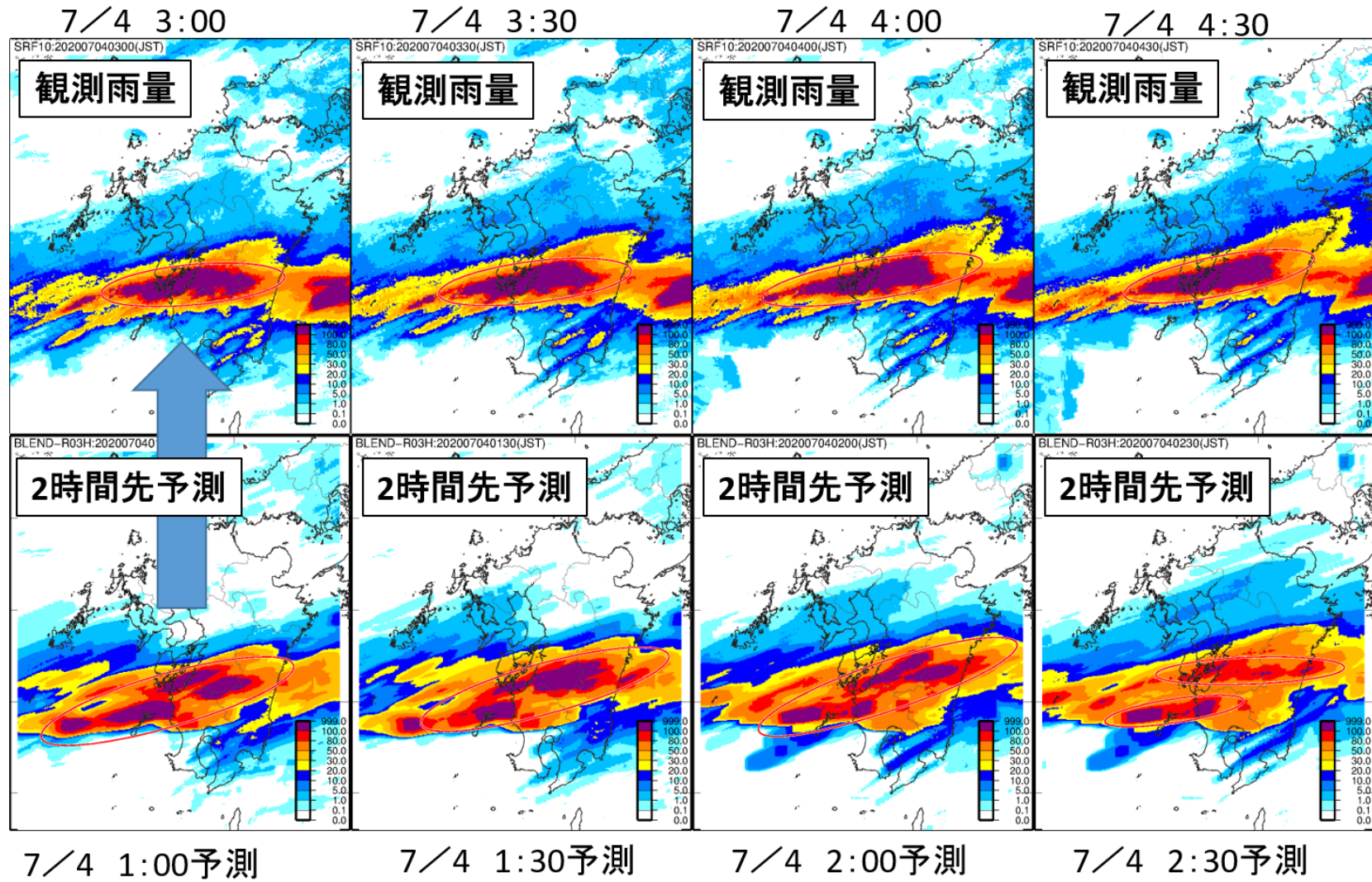


- ✓ GNSS可降水量の同化により降雨予測は大きく改善されている。
- ✓ ピークの降水量は正しいが、予測の位置ズレがある。
- ✓ GNSS可降水量(F3:最終解)のリアルタイム利用は困難
- ✓ GNSS可降水量は水蒸気の高度分布情報がない。
- ✓ 高度1km以下の水蒸気量が降雨予測に極めて重要
- ✓ GNSS可降水量観測に変わる新しい“対流圏下層の水蒸気観測”が必要

2020年7月4日に発生した熊本県南部の大雨事例 2時間先予測

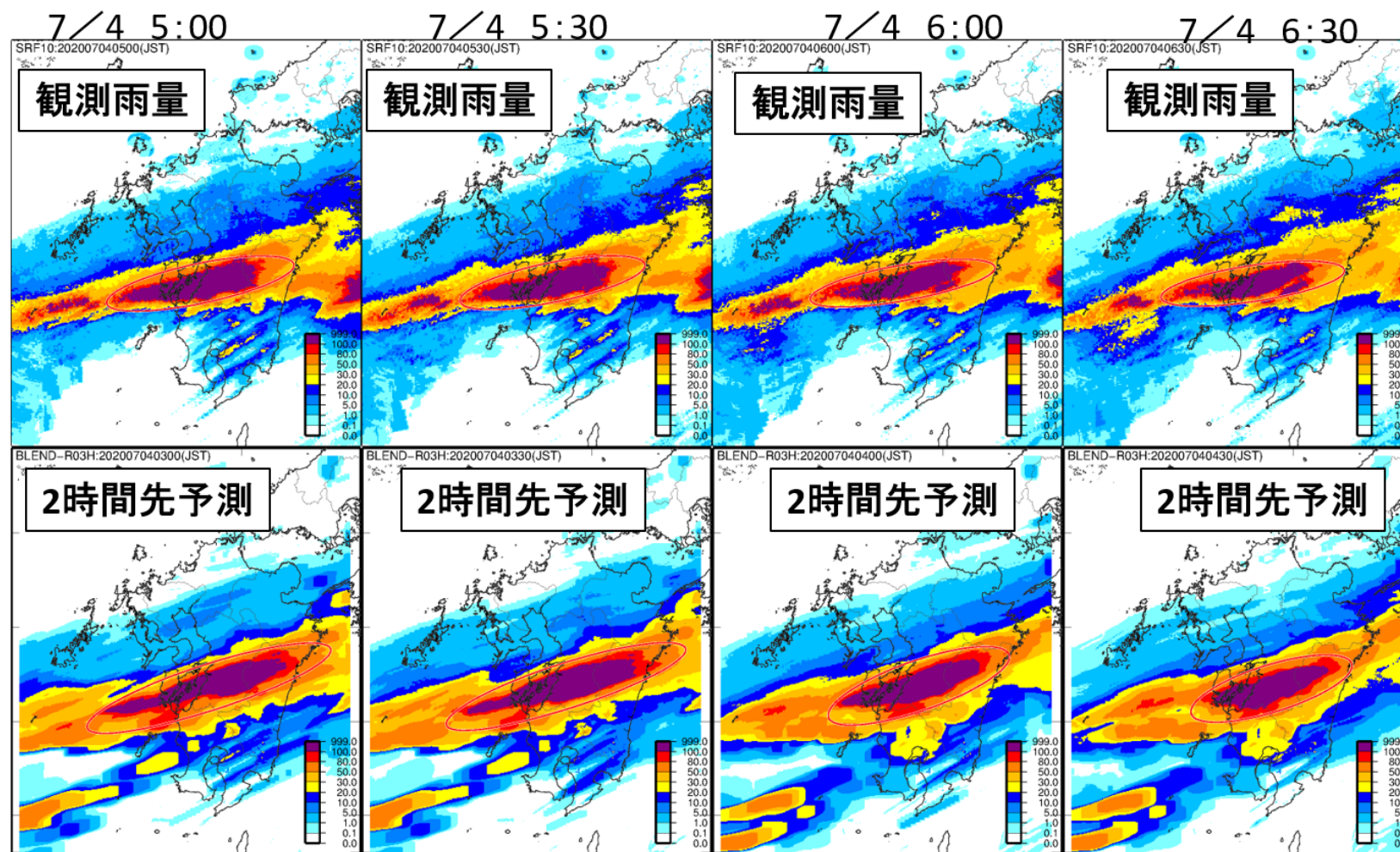


2020年7月4日に発生した熊本県南部の大雨事例 2時間先予測



1時以降も人吉市付近で線状降水帯の停滞を予測

2020年7月4日に発生した熊本県南部の大雨事例 2時間先予測

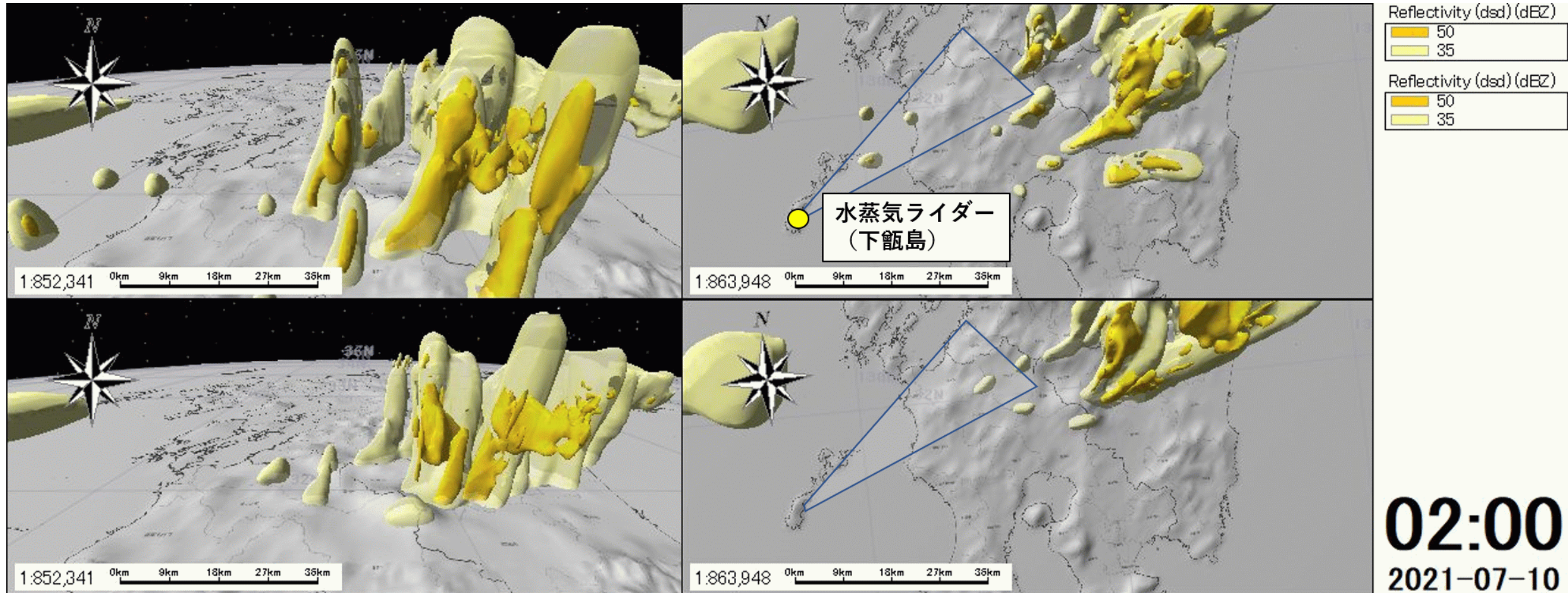


7/4 3:00予測 7/4 3:30予測 7/4 4:00予測 7/4 4:30予測

3時以降も人吉市付近で線状降水帯の停滞を予測

2021年7月10日 九州南部における「大雨特別警報」における予測の検証

同化後1時間後の積乱雲の時間変化（上段：同化あり、下段：同化なし）

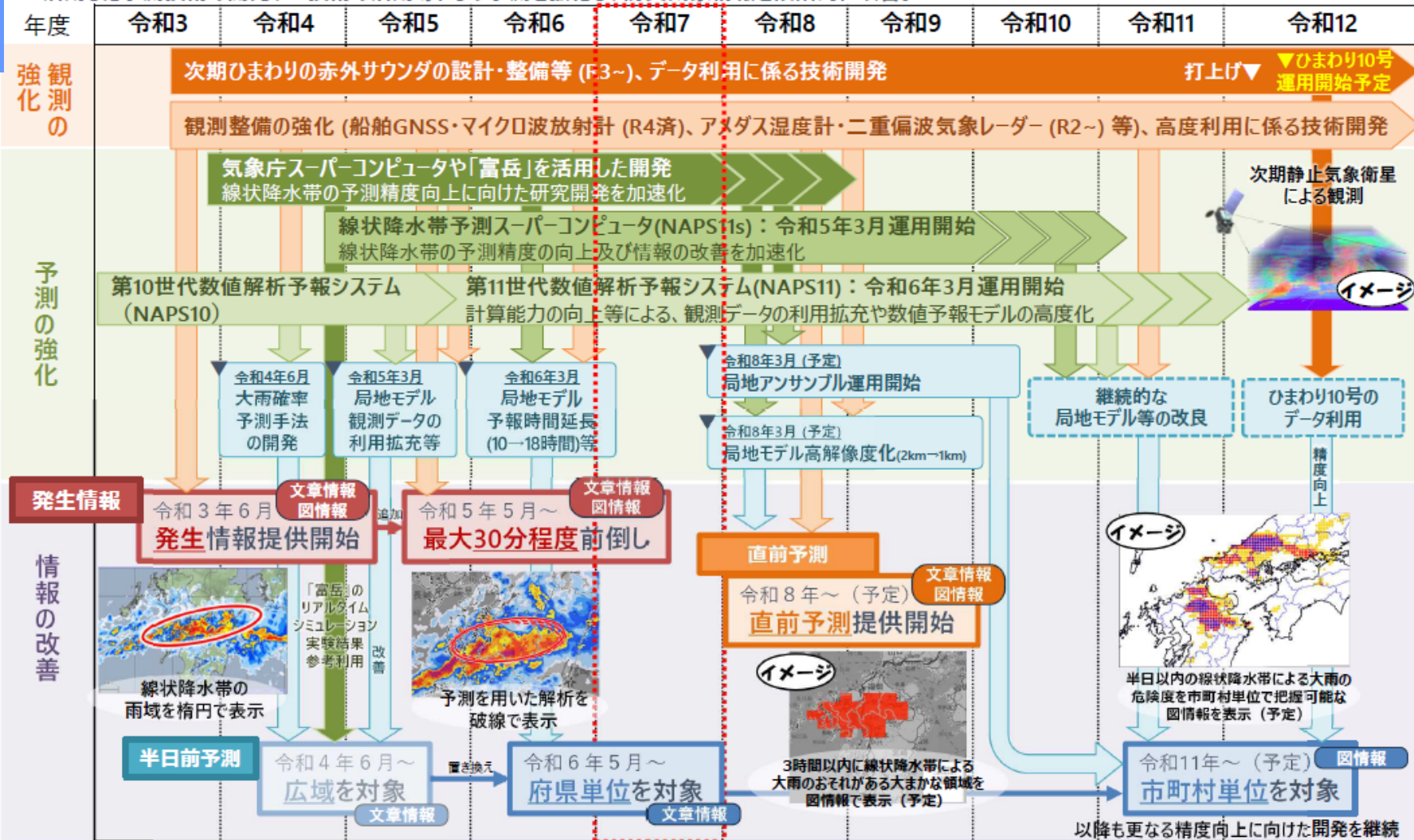


(Kato et al., 2024, *JMSJ*)

気象庁
線状降水帯
予測精度向上WG 資料

線状降水帯の予測精度向上に向けたロードマップ

観測能力を大幅に強化した次期静止気象衛星等による水蒸気観測等の強化とともに、強化した気象庁スーパーコンピュータやスーパーコンピュータ「富岳」を活用した予測技術の開発、AI技術の活用等により予測を強化し、防災気象情報を段階的に改善。

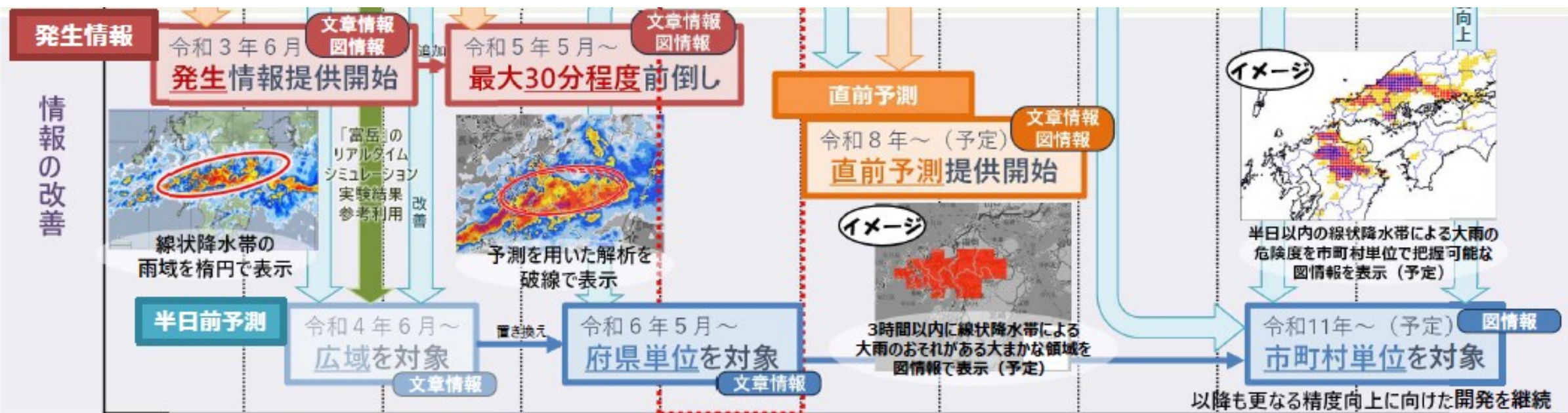


線状降水帯の予測精度向上に向けたロードマップ



観測能力を大幅に強化した次期静止気象衛星等による水蒸気観測等の強化とともに、強化した気象庁スーパーコンピュータやスーパーコンピュータ「富岳」を活用した予測技術の開発、AI技術の活用等により予測を強化し、防災気象情報を段階的に改善。

年度	令和3	令和4	令和5	令和6	令和7	令和8	令和9	令和10	令和11	令和12
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------



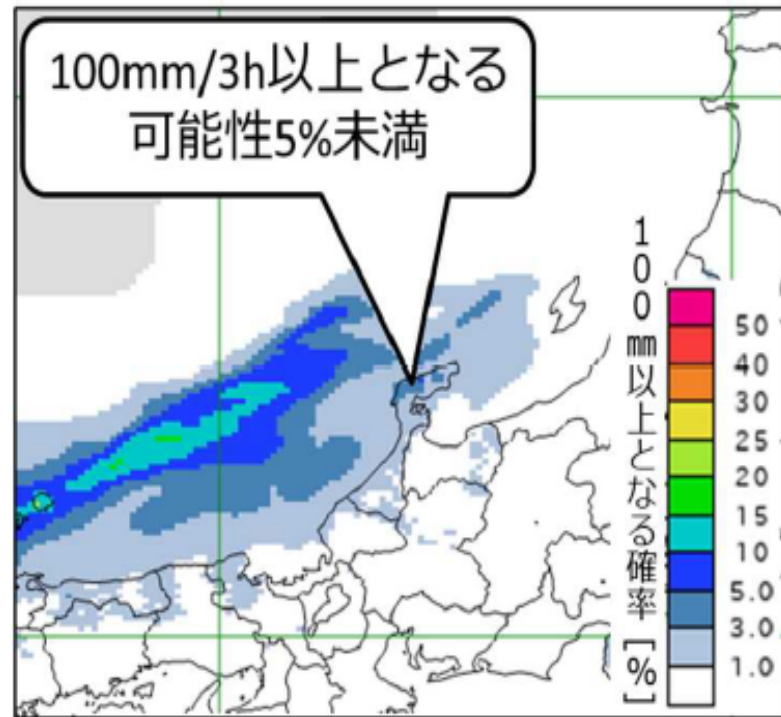
線状降水帯の情報が年々高度化しています。
確率情報としての提供が始まります。

2026年3月17日から、半日先予測の解像度が1kmとなり、さらに3月18日から確率論的予測(アンサンブル予測)の解像度も2kmとなり、1日2回の更新を予定。

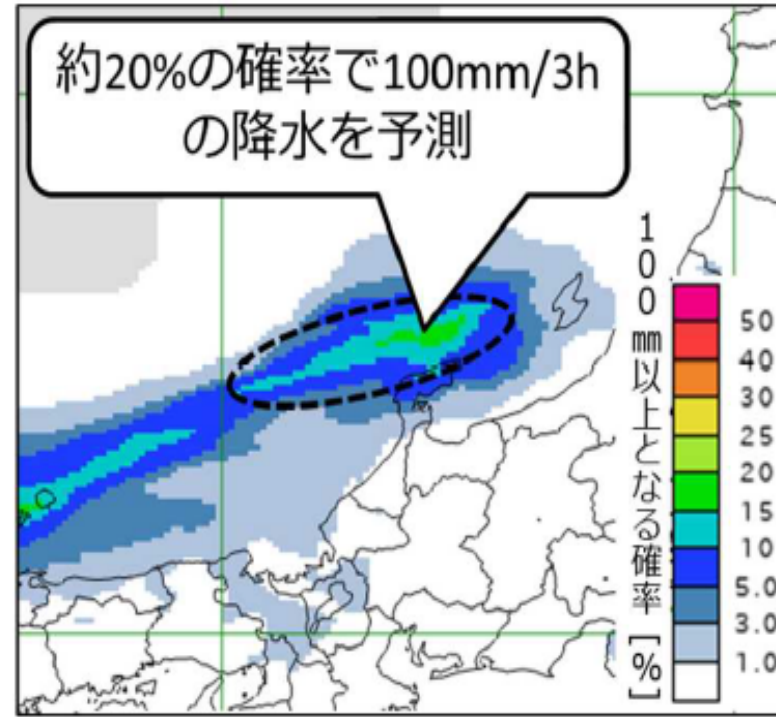
気象庁資料

2024年9月21日9時を対象としたMSM大雨発生確率ガイダンスの予測
(3時間積算降水量100mm以上となる確率予測値、21時間先予測)

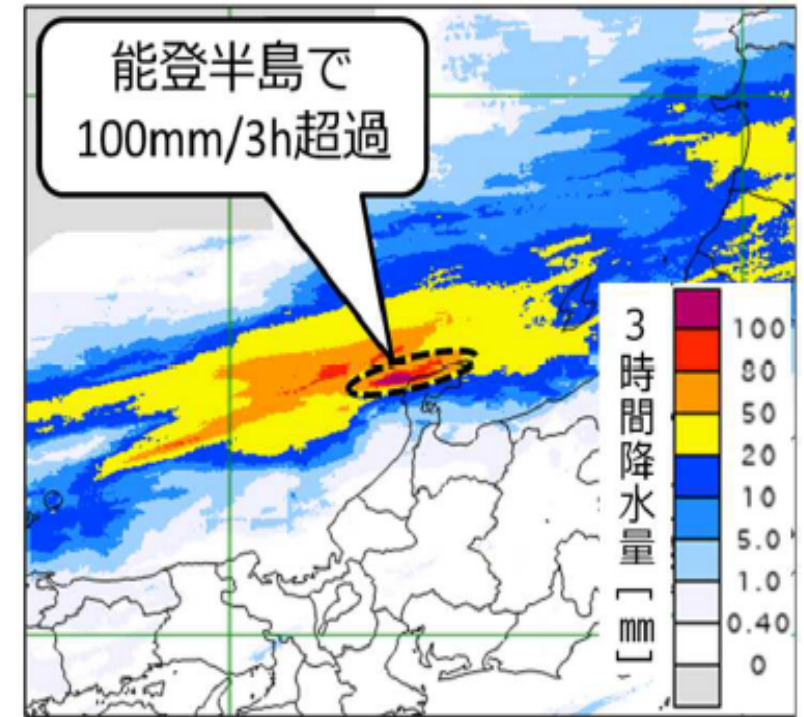
改良前



改良後



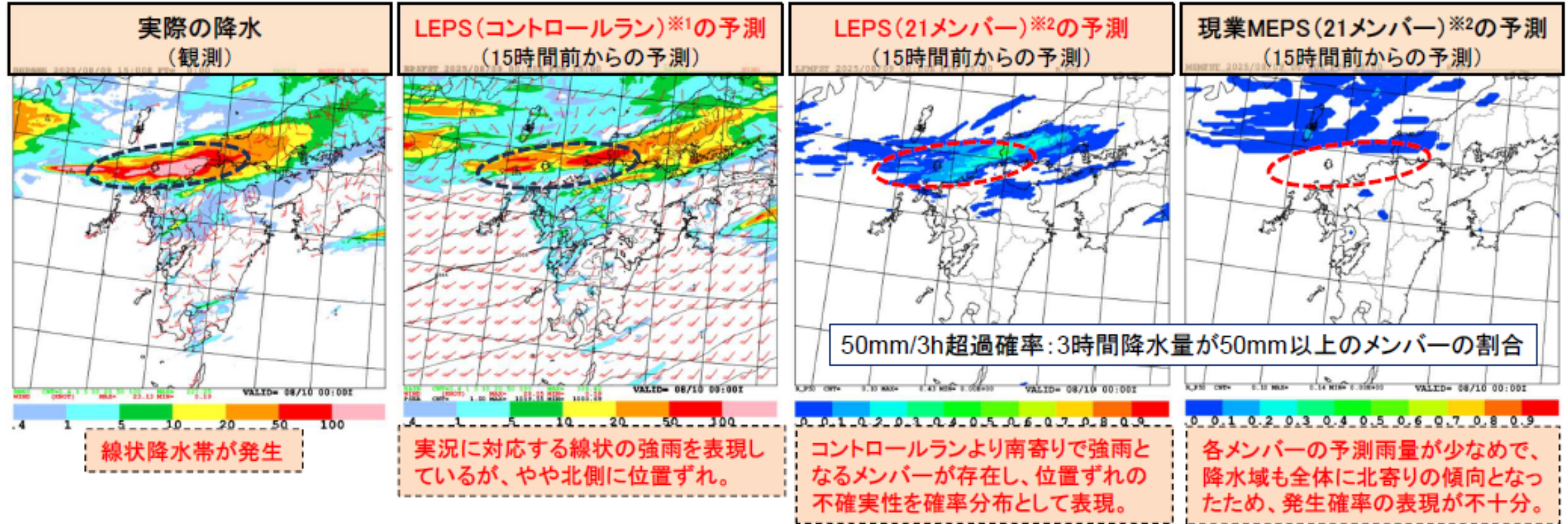
解析雨量 (実況)



改良後は能登半島での大雨発生の可能性をより高い確率で予測

「富岳」リアルタイムLEPSの実行情例

(令和7年(2025年)8月10日0時頃に福岡県で発生した線状降水帯)



確率情報としての提供が始まります。

※1. コントロールラン：人工的な誤差を与えないメンバー

※2. 21メンバー：MEPS、LEPSともにコントロールランを含め全部で21の予測を行う

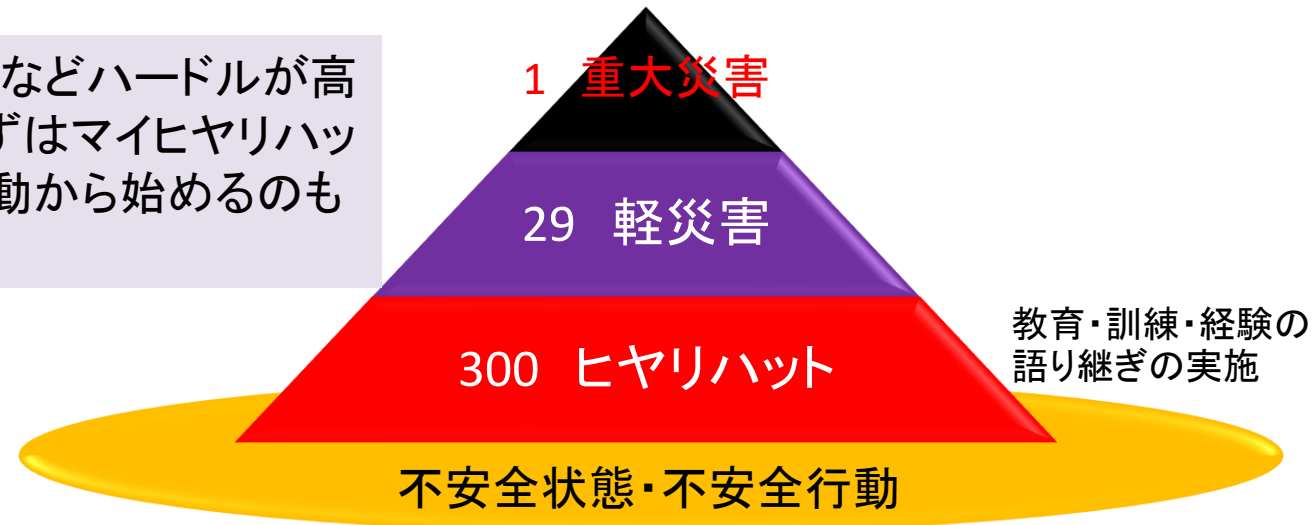
近隣で類似災害・事故が発生した時、 ヒヤリハットとみなして対策を打つ姿勢が大切

日本語の擬声語と擬態語から生まれた、日本独自の表現
重大な事故には至らなかったものの、
一歩間違えれば事故につながる可能性があった出来事を指す。

ハインリッヒの法則

1930年にアメリカのハーバート・ウィリアム・ハインリッヒ氏が提唱。
「1件の重大な事故・災害の背後には、29件の軽微な事故・災害があり、
その背景には300件の異常がある」
労働災害の経験則。

マイ・タイムラインの作成などハードルが高いと感じられた方は、まずはマイヒヤリハットに対して対策を取る行動から始めるのも良いと思います。



集中豪雨への備え

線状降水帯等に伴う降り続く雨による土砂災害、洪水災害に注意

– 事前の備え：ハザードマップの利用

- 自分の住んでいる場所の危険性(土砂災害、洪水災害)を調べ、避難場所を考えておく
 - 災害の種類(土砂災害、洪水災害)で避難場所は異なる可能性がある
- 降雨の継続時間が長くなった場合には、必要な情報の取得と、安全な場所への避難が重要

– 必要な情報の取得 (キキクル:土砂、浸水、洪水)

- 市町村が発令する避難情報→警戒レベル4までに全員避難
 - 警戒レベル3:高齢者(等の支援が必要な方)避難
 - 警戒レベル4:全員避難
 - 警戒レベル5:災害発生情報、命を守る最善の行動を
- 住民自ら行動をとる際の判断となる情報
 - 気象庁が発表する大雨警報・土砂災害警戒情報等、危険度分布
 - レーダー画像:線状の降水域が長時間同じような場所で持続すると危険

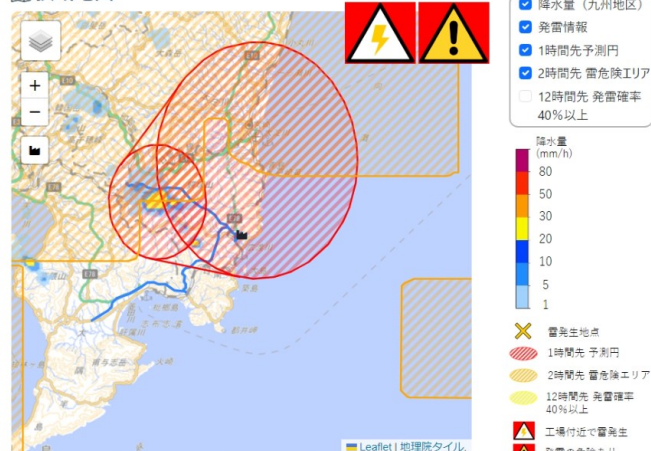
局地的豪雨への備え(情報戦です)

積乱雲に伴う短時間の大雨、突風、落雷、ひょうに注意

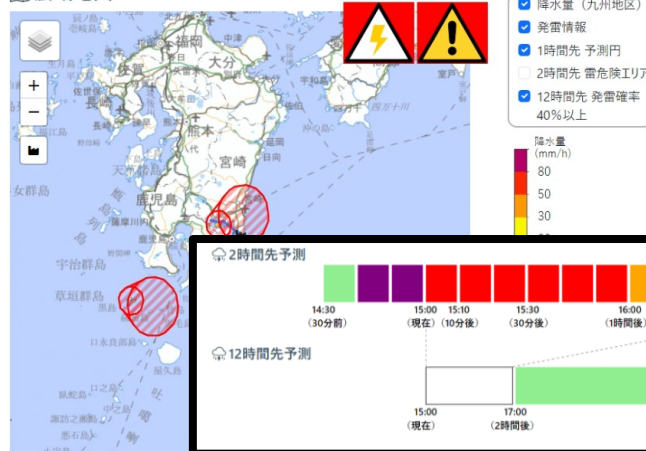
- 1) レーダ情報の高頻度・監視 が 最も重要 (“雨の動き(高解像度ナウキャスト)”) (大雨、落雷の現況+60分先までの予測が把握できる)
- 2) 積乱雲の寿命は30-60分。行動変容(少しの我慢)が重要。
- 3) 積乱雲の縁から10km 離れないと安全とは言えない。(特に雷)
移動速度 20-60km/hrとすると、積乱雲通過後 30 分は危ない可能性がある。
- 4) 雷の温度は3万°C. 頑丈な建物への避難が最も重要。1時間先予測を活用してほしい。

2024/10/07 15:00時点 (JST) 予測情報：雷の記録・予測があります

狭域地図



広域地図



NIEDが開発中の
積乱雲の“予報円”
2時間先までの落雷の
可能性を予測

