

2023.1.21 : 気象研究所研究成果発表会



1

線状降水帯のレビューと 今年度実施した集中観測の報告

加藤輝之

台風・災害気象研究部

↓ 集中観測に参加していただいた大学等研究機関



講演内容



1. 線状降水帯とは

線状降水帯の認知と用語の由来、
地域・月別出現特性

2. 線状降水帯の形成タイプと組織化過程

破線型・バックビルディング型形成

3. 梅雨前線帯と線状降水帯

梅雨前線帯の構造と大雨が発生しやすい地点

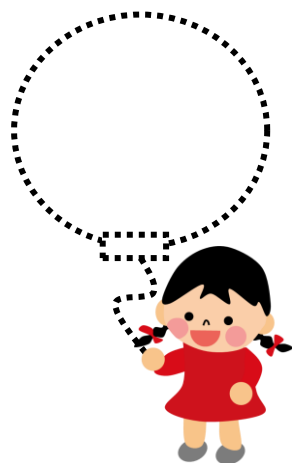
4. 今年度実施した集中観測



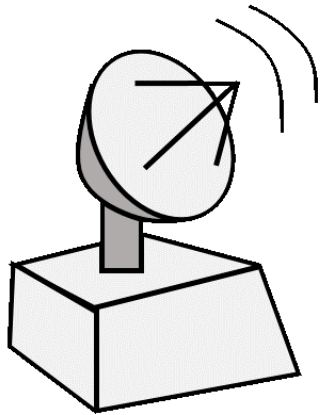


1. 線状降水帯とは

線状降水帯の認知と用語の由来
地域・月別出現特性

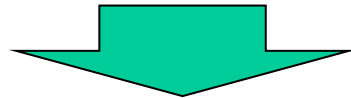


大雨時の降水分布は

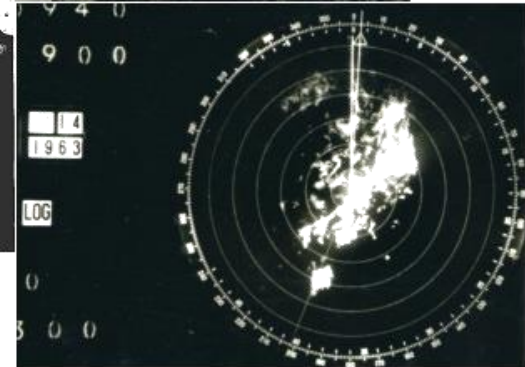


気象レーダーで確認できる

レーダー観測の近代化

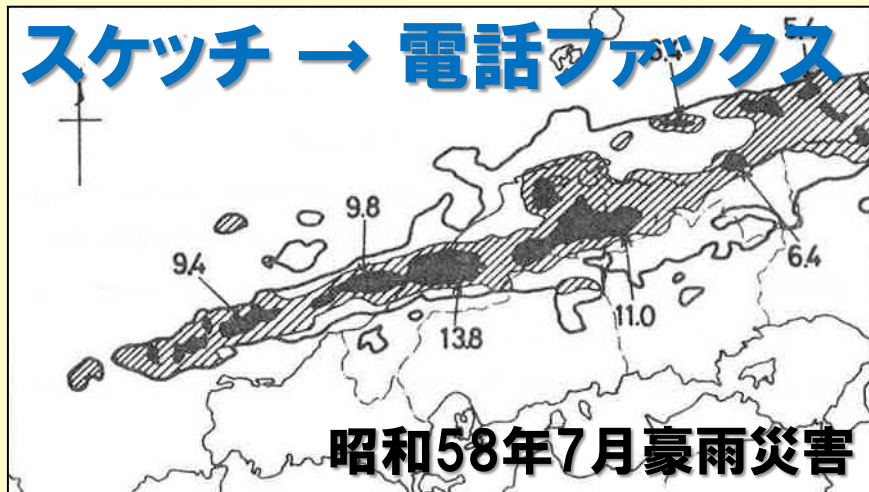


大雨に関する知見の蓄積が進んだ

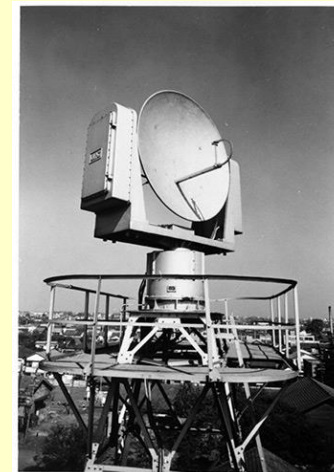


レーダー観測の近代化(デジタル処理)

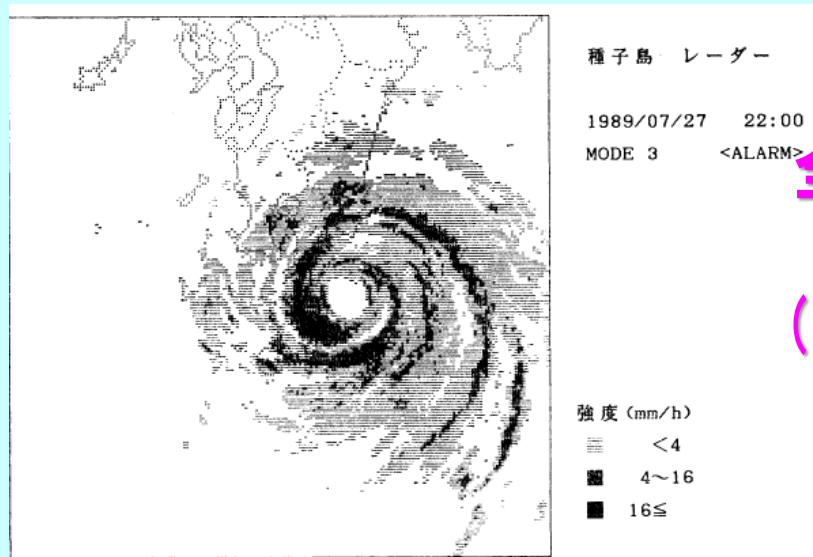
スケッチ → 電話ファックス



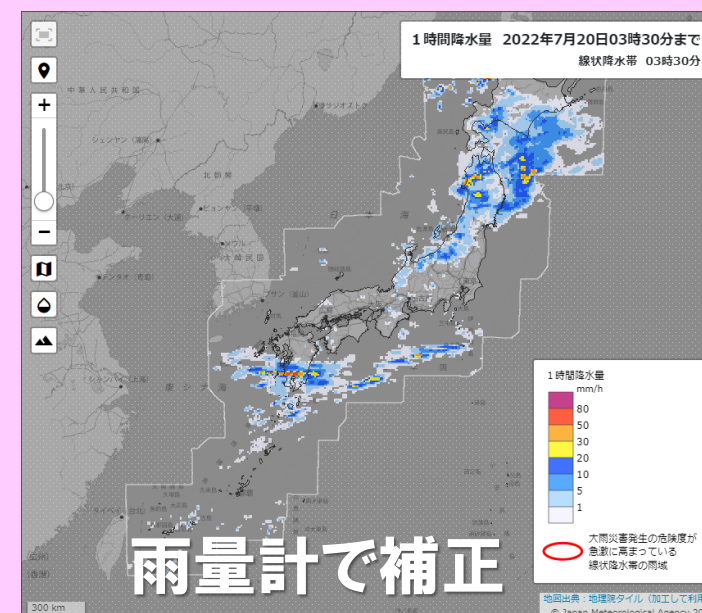
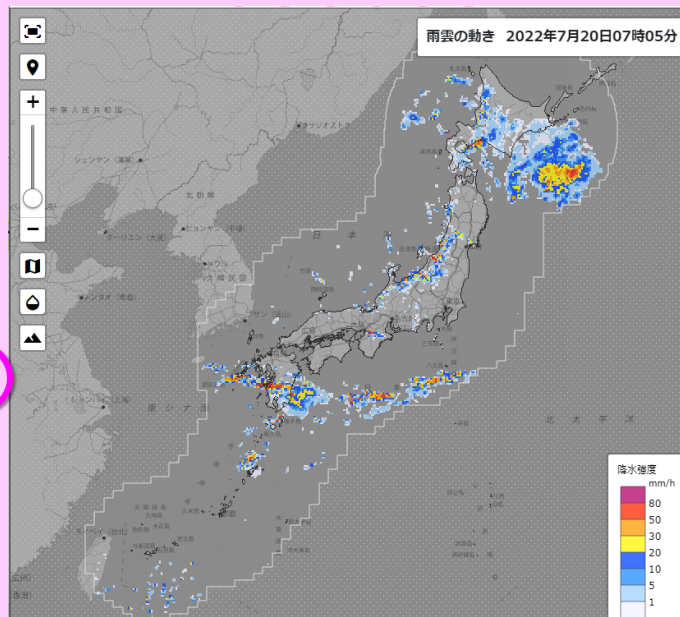
問題点：
定量的・総合的处理が不可能
即時性（作成・情報伝送の時間大）
均質化（職人技）



1954年(昭和29年)に大阪管区気象台に
設置された日本初の同型実用気象レーダー



全国一体
運用
(1990~)



雨量計で補正

デジタル化(1981~)

全国合成

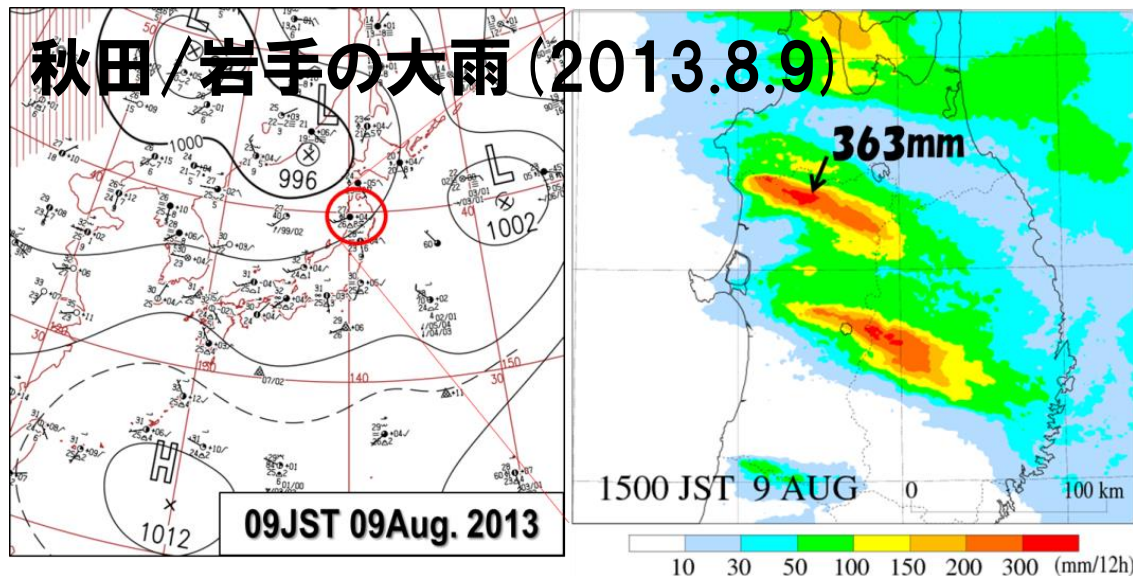
解析雨量

毎年、日本各地で集中豪雨が発生！

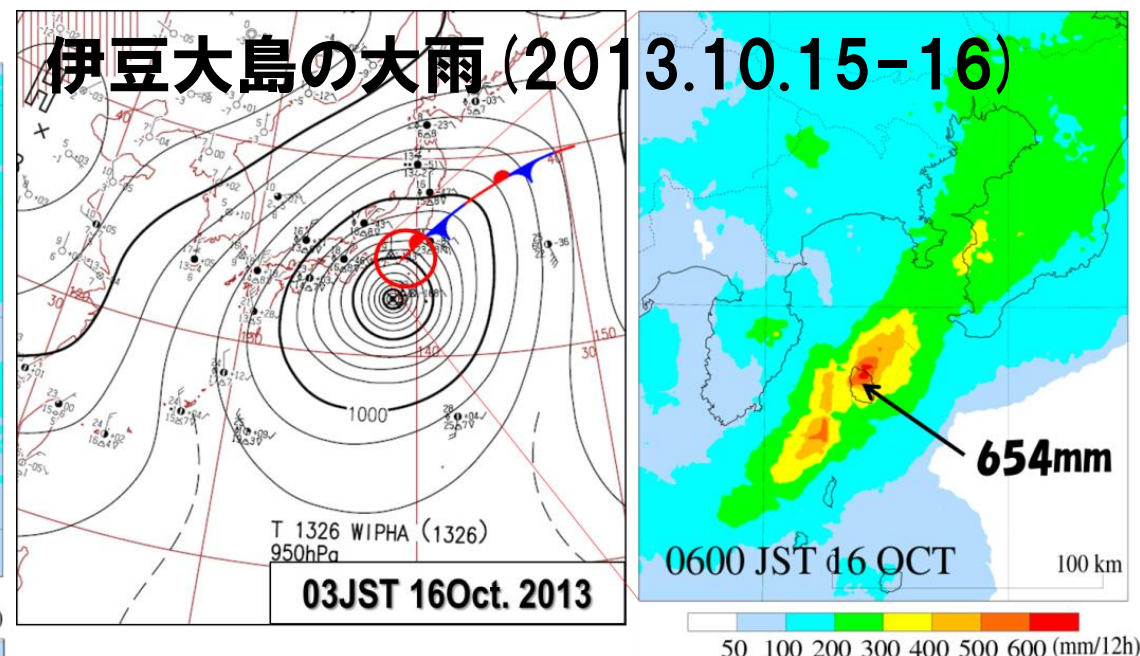
それも、線状のことが多い

地上天気図/12時間降水量

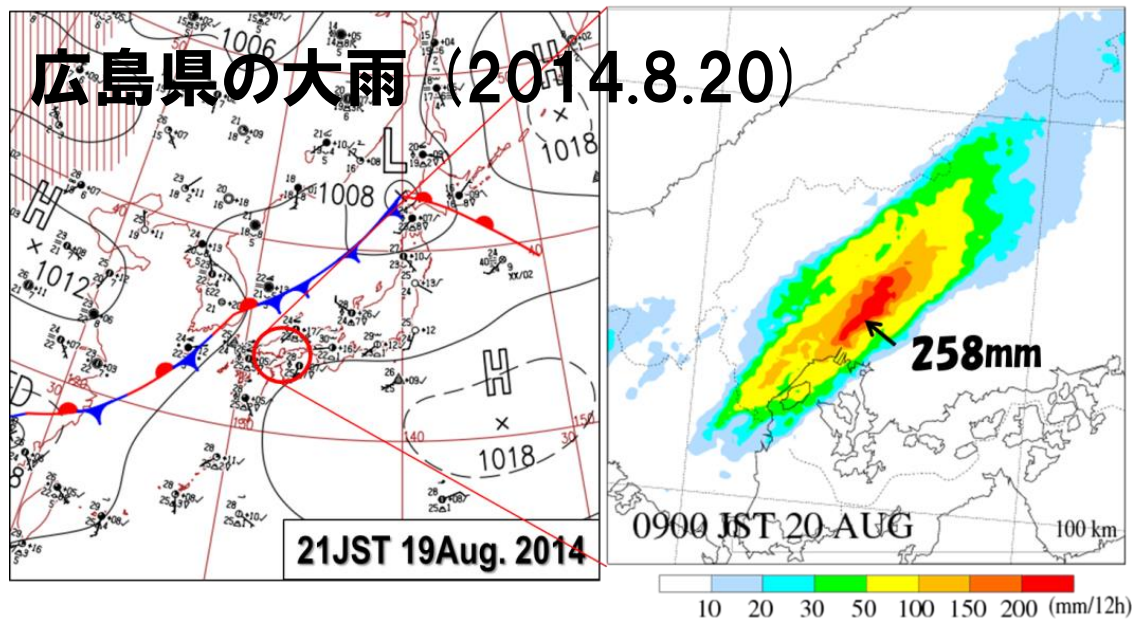
秋田/岩手の大雨 (2013.8.9)



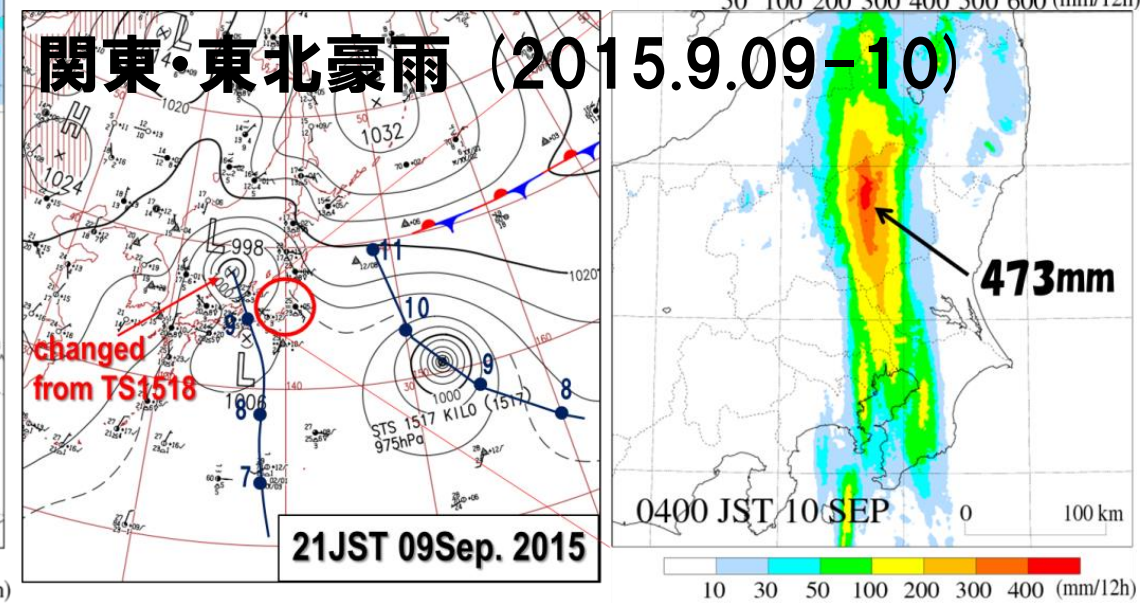
伊豆大島の大雨 (2013.10.15-16)



広島県の大雨 (2014.8.20)



関東・東北豪雨 (2015.9.09-10)





線状降水帯の命名の由来



戦略的基礎研究「メソ対流系の構造と発生・発達 のメカニズムの解明」

研究期間: 1998-2003

ターゲット: 梅雨期九州での
線状の降水システム

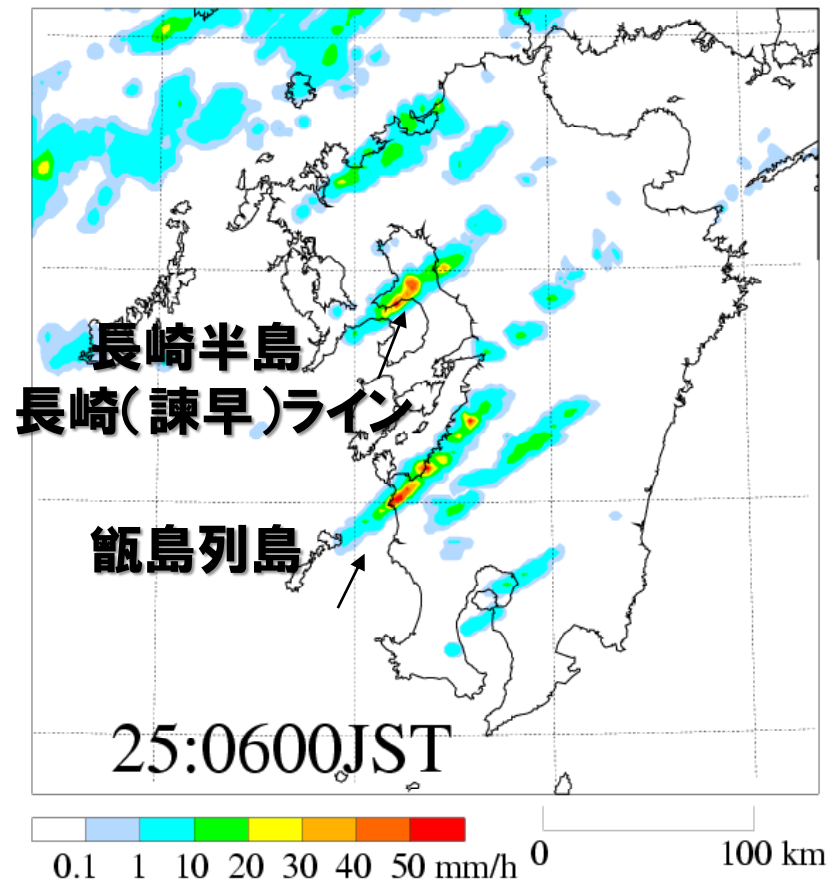
この研究に関わった研究者が
線状降水帯
という言葉を使いだした

教科書での定義
(2007年)



第1.1節を
線状降水帯
とし、
教科書として
初めて紹介

降水分布を見ると、
... **100～200 km**
程度で、幅が**10～30km**の**線状の降水域**が見られる。...
その降水域が少なくとも3時間はほとんど移動していない。...多くの豪雨は線状の降水域、
... **線状降水帯**が長時間ほぼ同じ場所に停滞することにより引き起こされるのである。



報道発表での最初の利用(2011年)

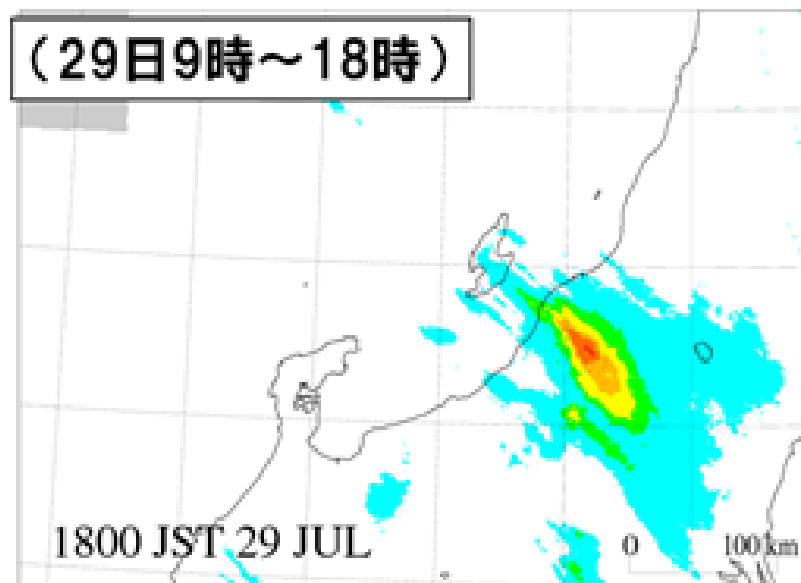
報道発表資料
平成 23 年 8 月 4 日
気象研究所

豪雨発生5日後

平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨の発生要因について

9時間で 500mm以上の降水をもたらした**線状降水帯**(下図)は、積乱雲繰り返し風上側に発生する**バックビルディング型形成**によって作り出されていたことが気象レーダの観測結果から確かめられました

ただ、線状降水帯よりも
「バックビルディング」
の方が人気





からの 継続した線状降水帯による大雨の報道発表

2012年	「平成24年7月九州北部豪雨」の発生要因について ～強い南西風の持続と東シナ海上からの水蒸気供給～
2013年	平成25年台風第26号にともなう伊豆大島の大雨の発生要因 ～局地前線の停滞と伊豆大島の地形による強化～
2014年	平成26年台風第8号にともなう沖縄本島での大雨の発生要因 ～冷氣プールによる降雨域の停滞と断熱冷却による不安定の強化～
	平成26年8月20日の広島市での大雨の発生要因 ～ 線状降水帯 の停滞と豊後水道での水蒸気の蓄積～
2015年	平成27年9月関東・東北豪雨の発生要因 ～2つの台風からの継続的な暖湿流の流入と多数の 線状降水帯 の発生～
2016年	2016年6月20-21日の長崎・熊本での大雨の発生要因について

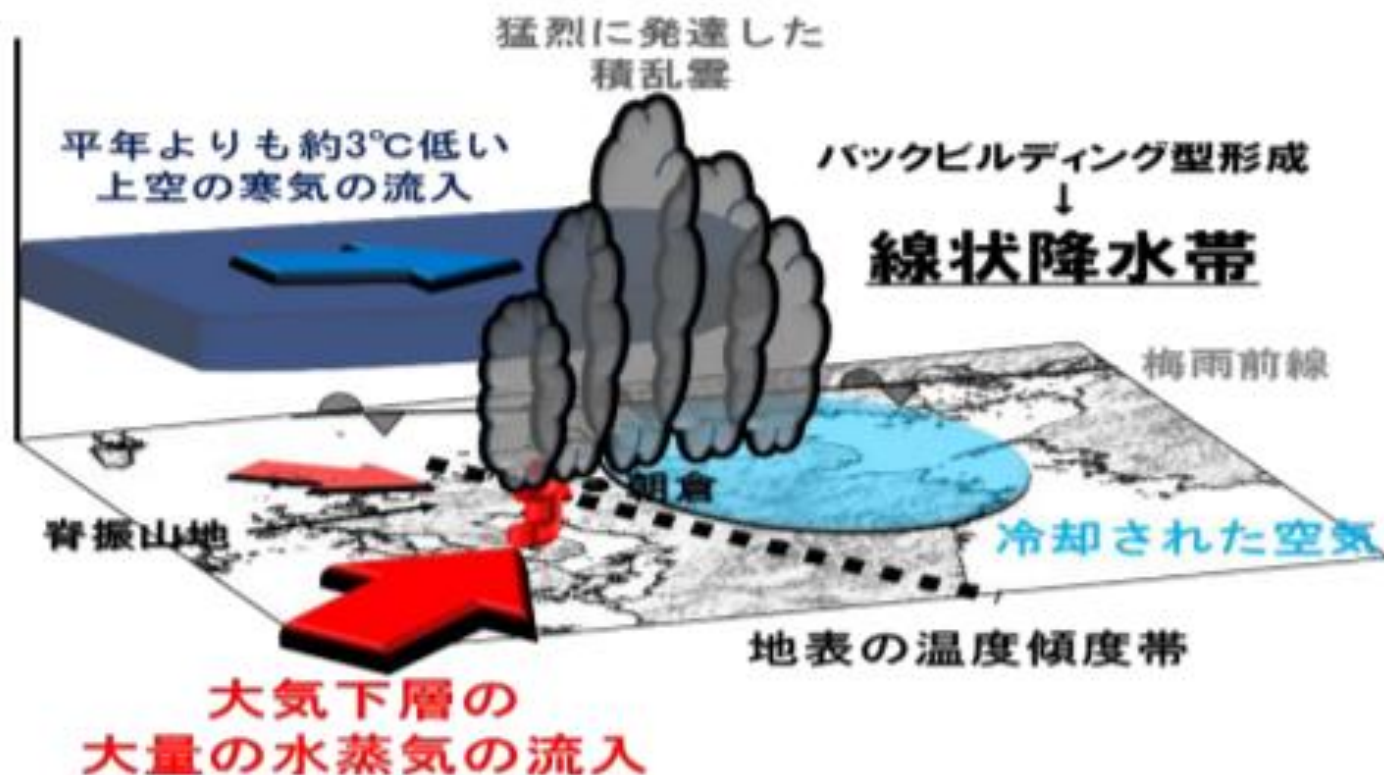
広島の大雨(副題に線状降水帯を付加)以降、
「バックビルディング」から線状降水帯が主体な報道へ

2017年の新語・流行語大賞にノミネート

報道発表資料
平成 29 年 7 月 14 日
気 象 研 究 所

平成 29 年 7 月 5-6 日の福岡県・大分県での大雨の発生要因について

～上空寒気による不安定の強化と猛烈に発達した積乱雲による線状降水帯～



今回の大雨の発生要因の概念図

線状降水帯が世間で認知

線状降水帯のスケールと定義



2000年頃に日本で作られた新しい用語

気象庁用語集での定義

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、線状にのびる**長さ50～300km程度、幅20～50km程度**の強い降水をともしなう雨域。

↑ **移動する降雨バンドは線状降水帯でない！**
学術的に定量的な定義は存在しない

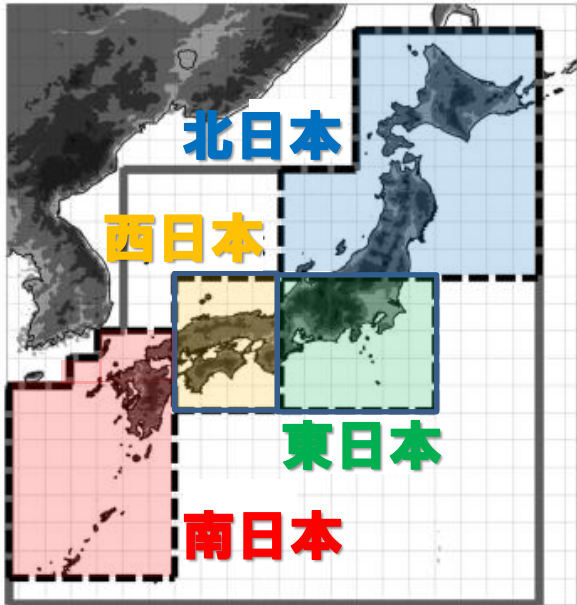
適切な英訳も存在しない→“Senjo-Kousuitai”

気象庁発表の情報は災害に直結する線状降水帯が対象

降水系の形状別の集中豪雨事例の発生数

津口・加藤(2014)

台風・熱低本体による豪雨事例は除く



	北日本	東日本	西日本	南日本	合計
線状	25	38	45	60	168(64.4%)
その他	32	38	16	7	93(35.6%)
合計	57	76	61	67	261

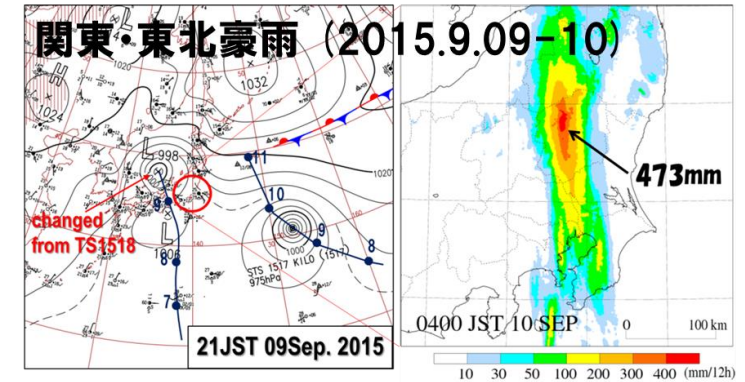
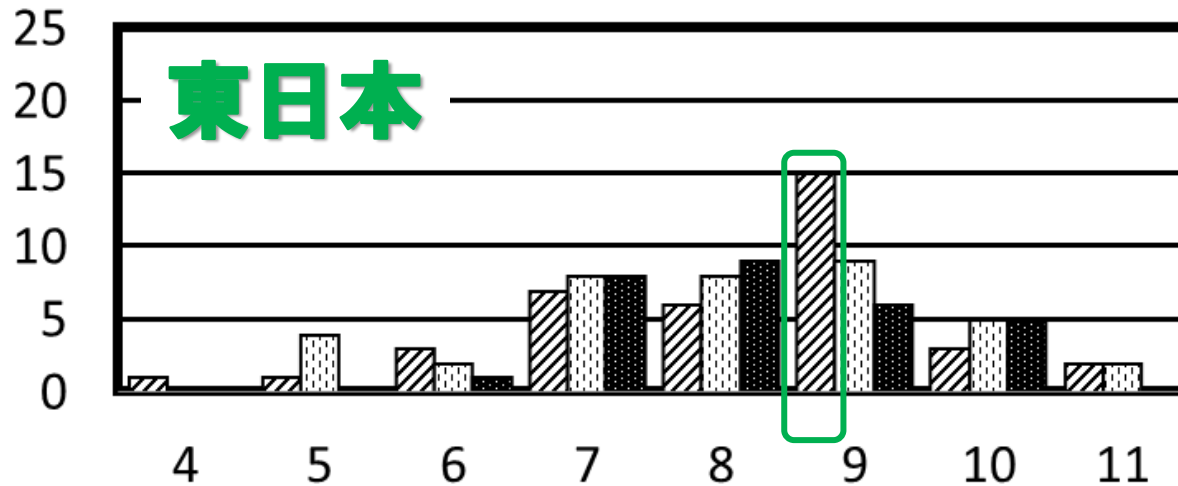
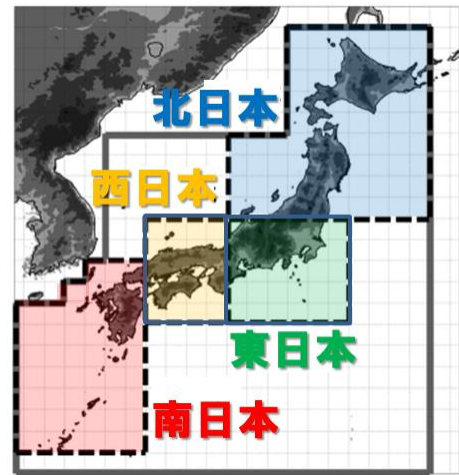
線状事例は縦横比3.0以上の降水域で定義

線状降水帯は集中豪雨事例の **64.4%**
 (台風・熱低本体も含むと**約半数** : Kato 2020)

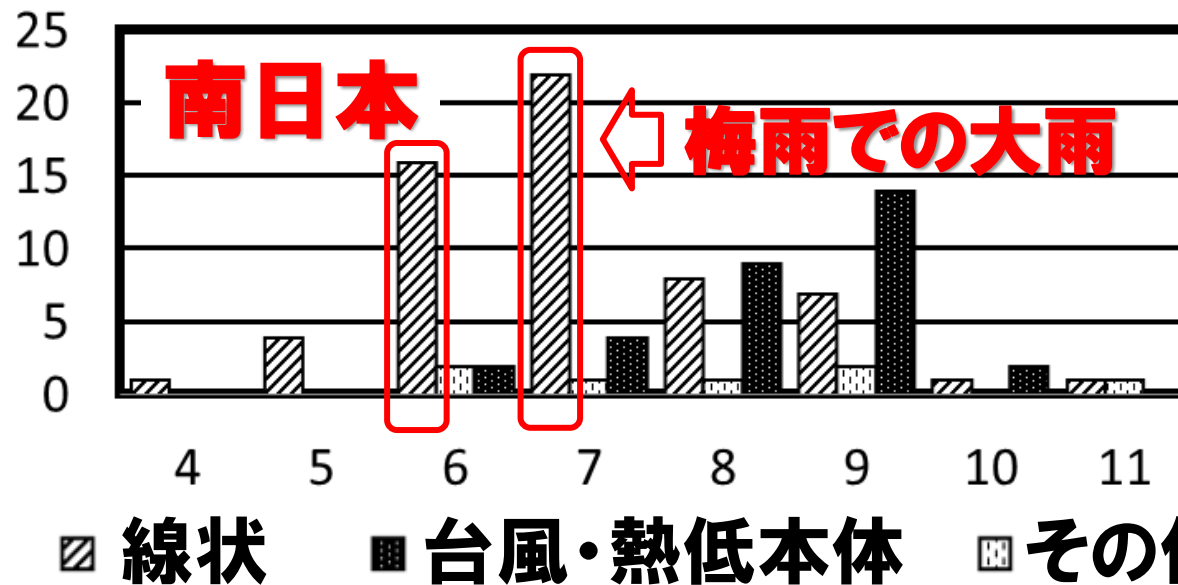
特に**南日本**で豪雨事例のほとんどが線状降水帯！

地域別-月別-降水系の形状別の 集中豪雨事例の発生数

津口・加藤(2014)



東日本:9月
に線状が多い ➡ 台風の
遠隔事例



南日本:6-7月
に線状が多い

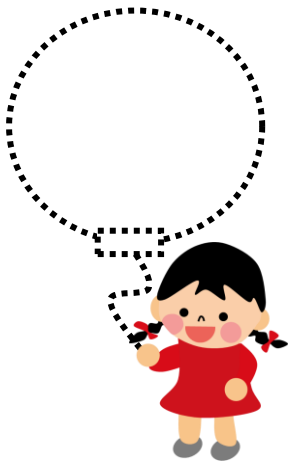
➡ 梅雨前線にともなう
大雨の特徴





2. 線状降水帯の形成タイプと 組織化過程

破線型・バックビルディング型形成

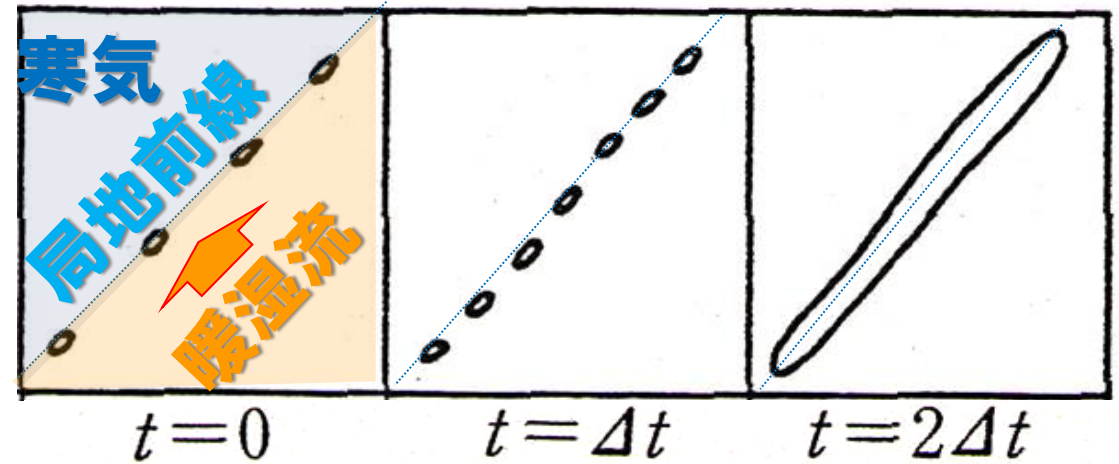


日本でみられる線状降水帯の2つの形成過程

ほぼどちらか

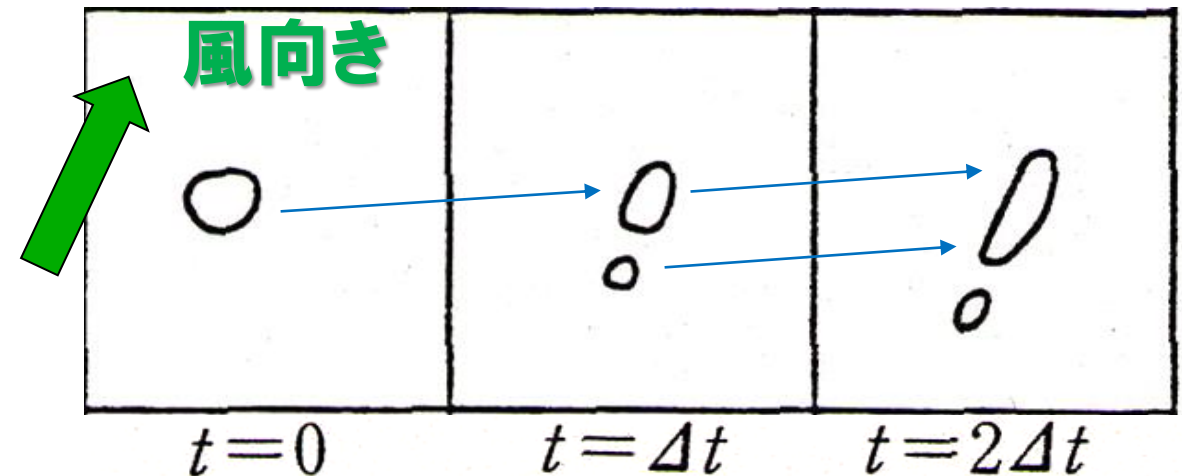
(1) 破線型(broken line type)

局地前線上に
暖湿流が流入することで、
個々の積乱雲(降水セル)
が同時期に発生

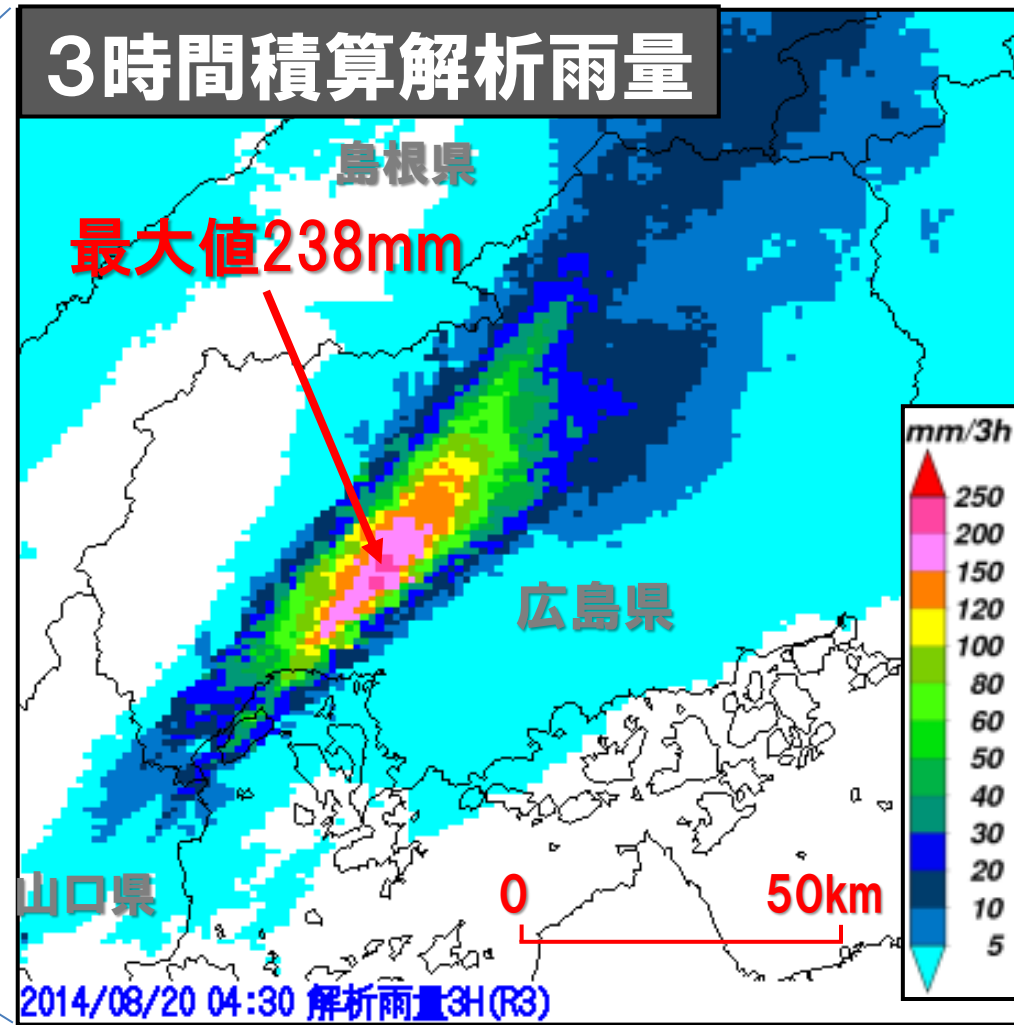
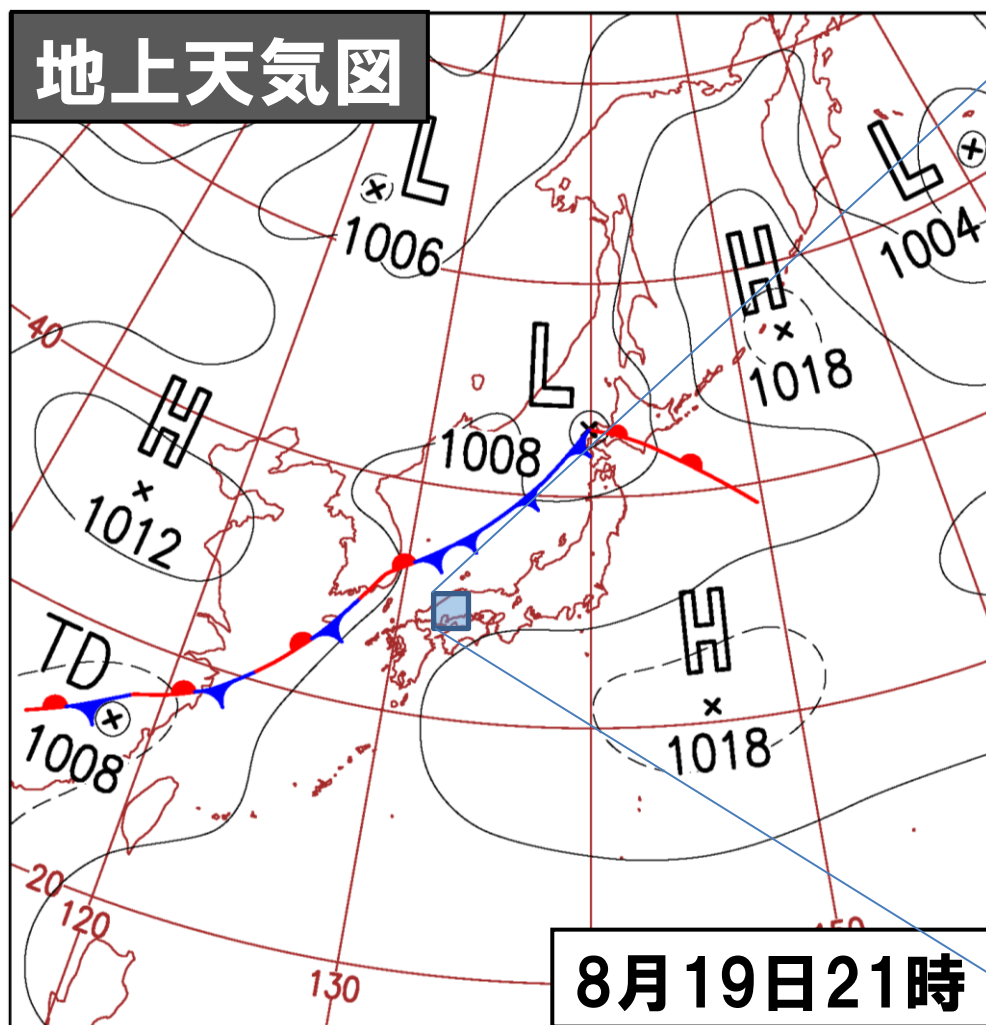


(2) バックビルディング形成型 (back building type)

降水セルからみて環境の風の
上流方向に新しいセルが
次々と出現し、それが発達・
移動して線状になる



バックビルディング型形成による線状降水帯の例 (2014年8月広島での大雨)

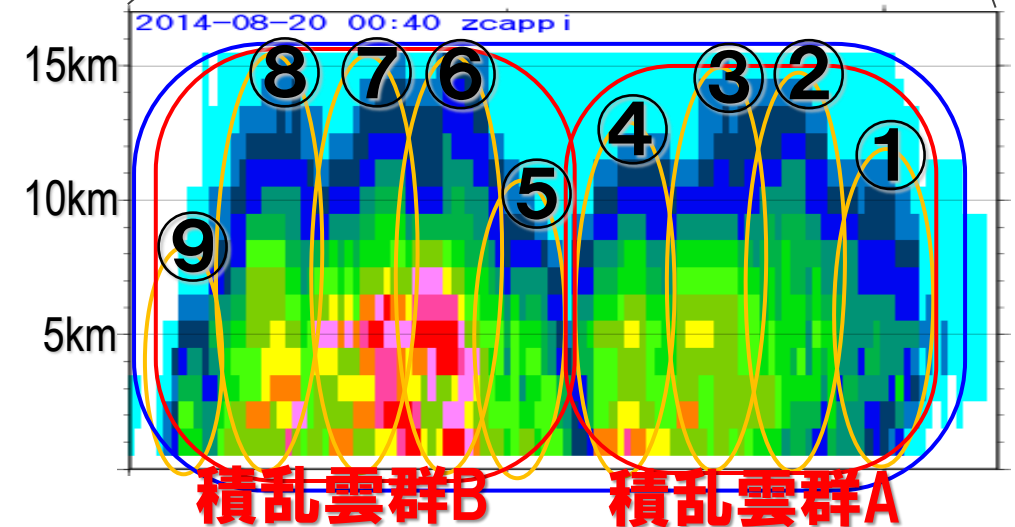
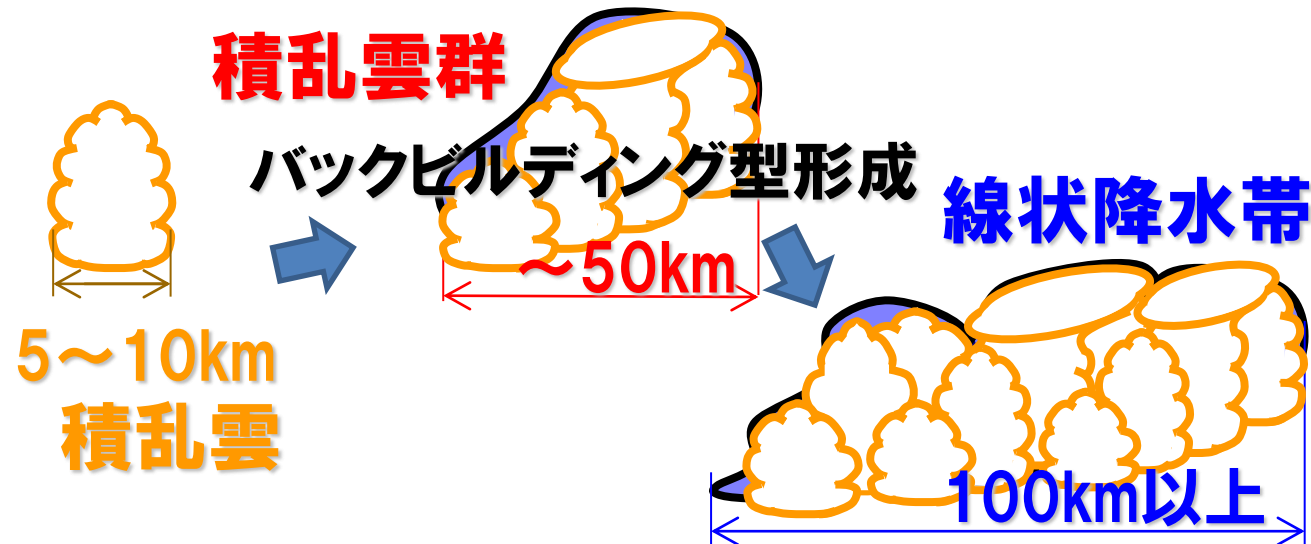
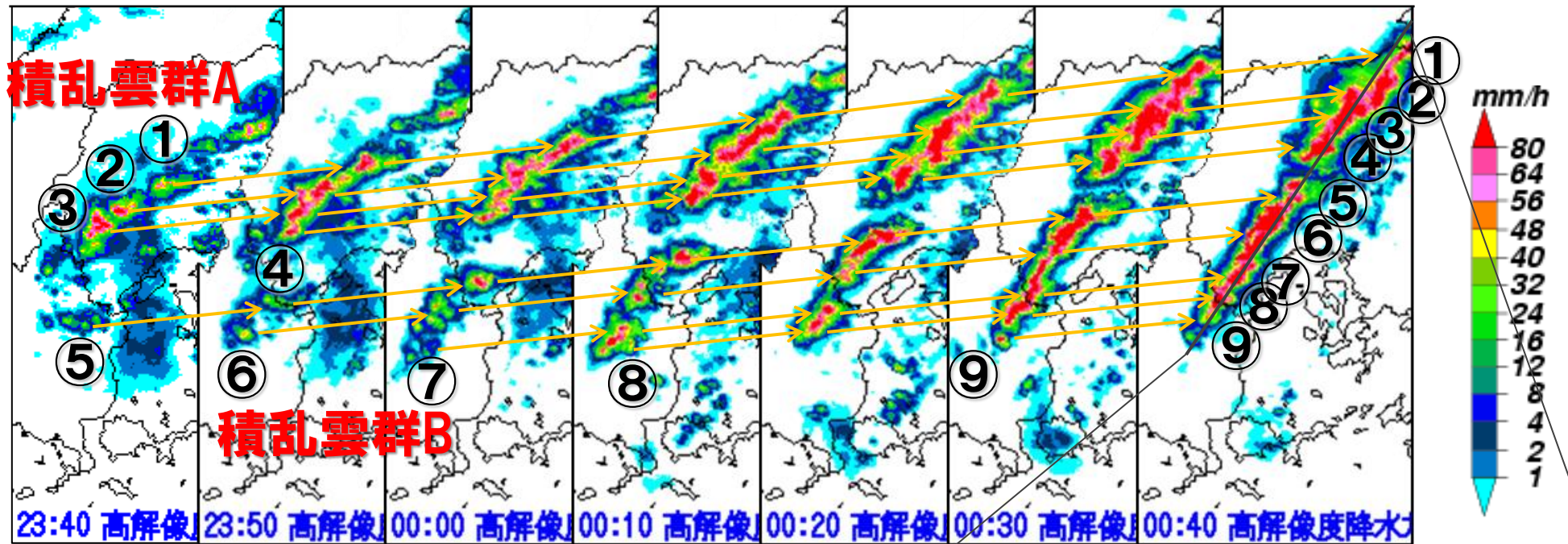


(停滞)前線の約300km南側で、線状降水帯が発生

線状降水帯(積乱雲群AとB)の形成過程と構造

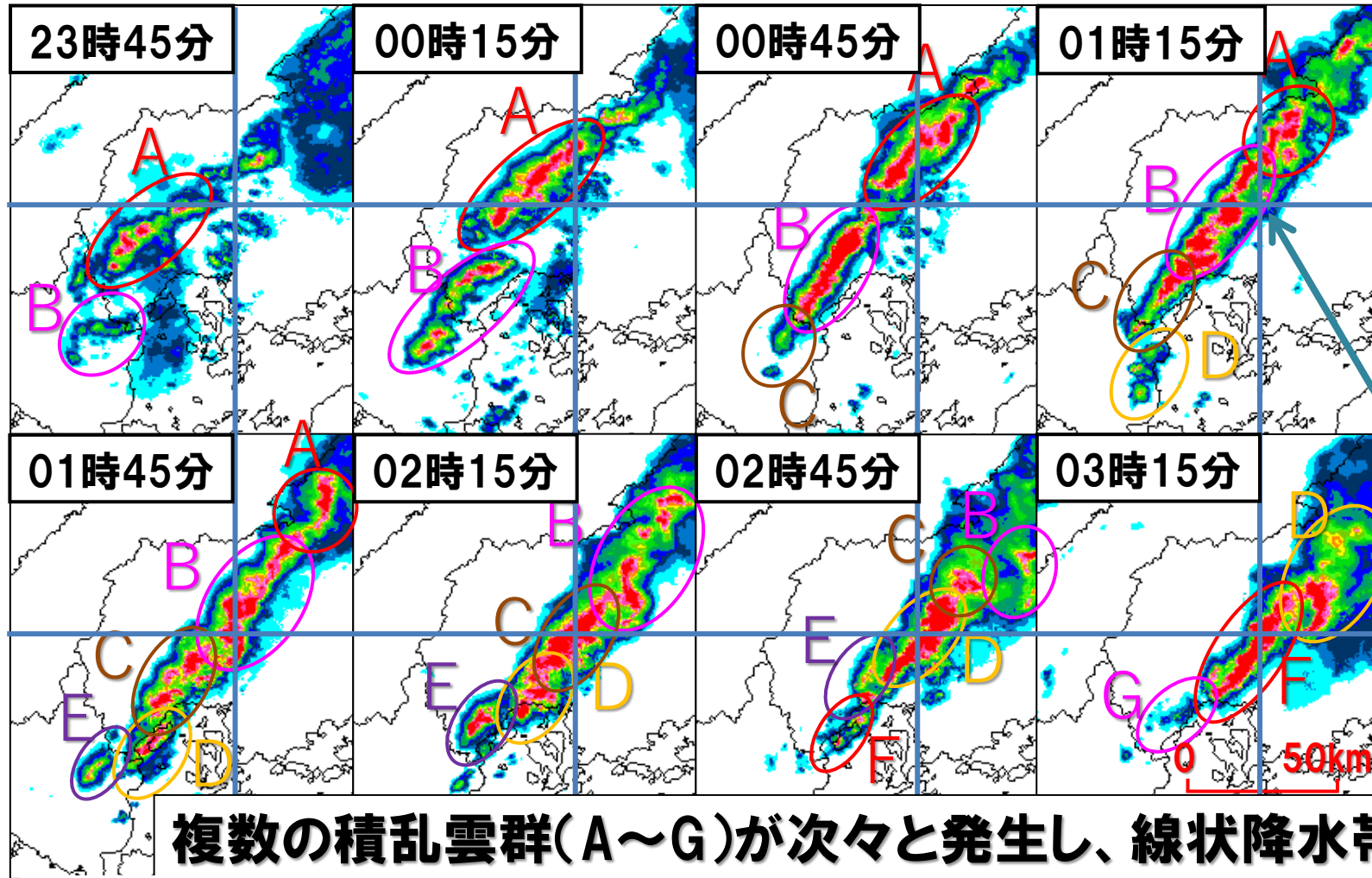
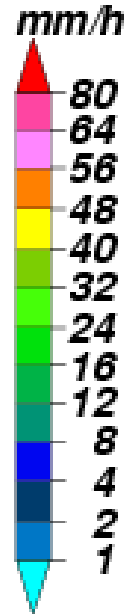
Kato(2020)

10分ごとの
気象レーダー
による
降水強度



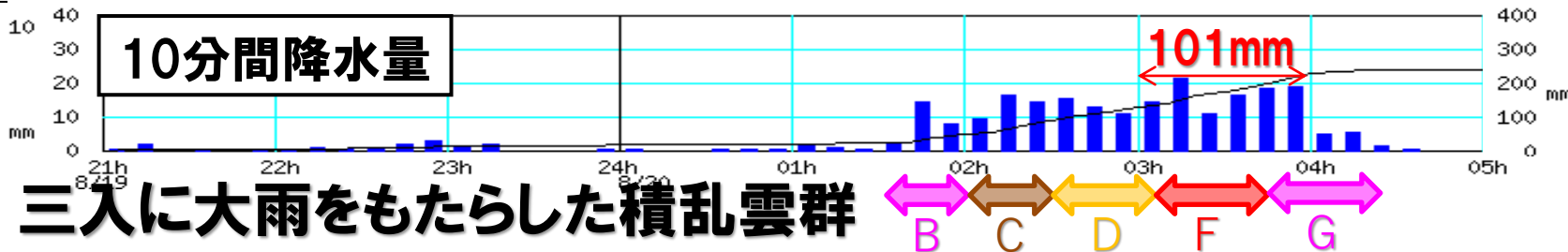
線状降水帯の維持過程：積乱雲群もバックビルディング形成

30分ごとの
気象レーダー
による
降水強度



三入アメダス

10分間降水量

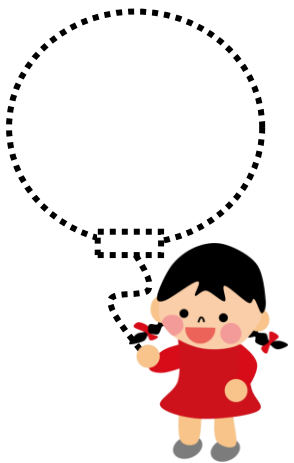




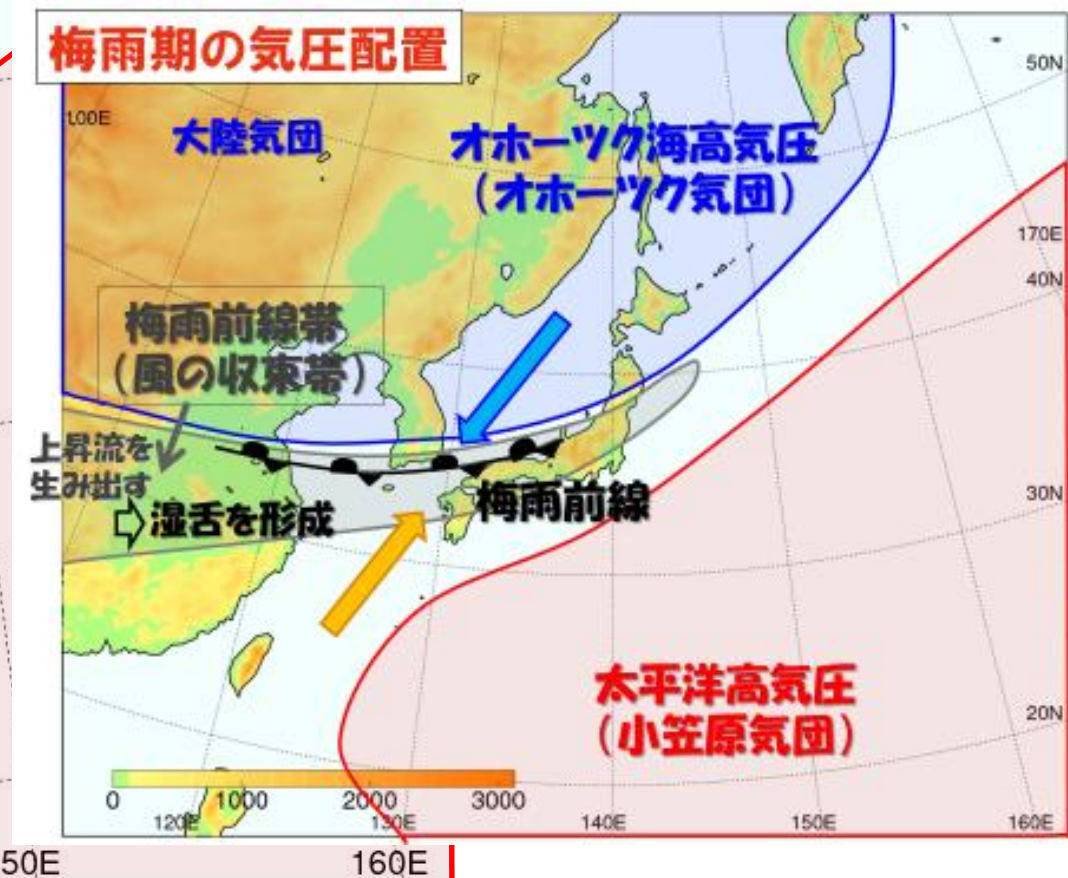
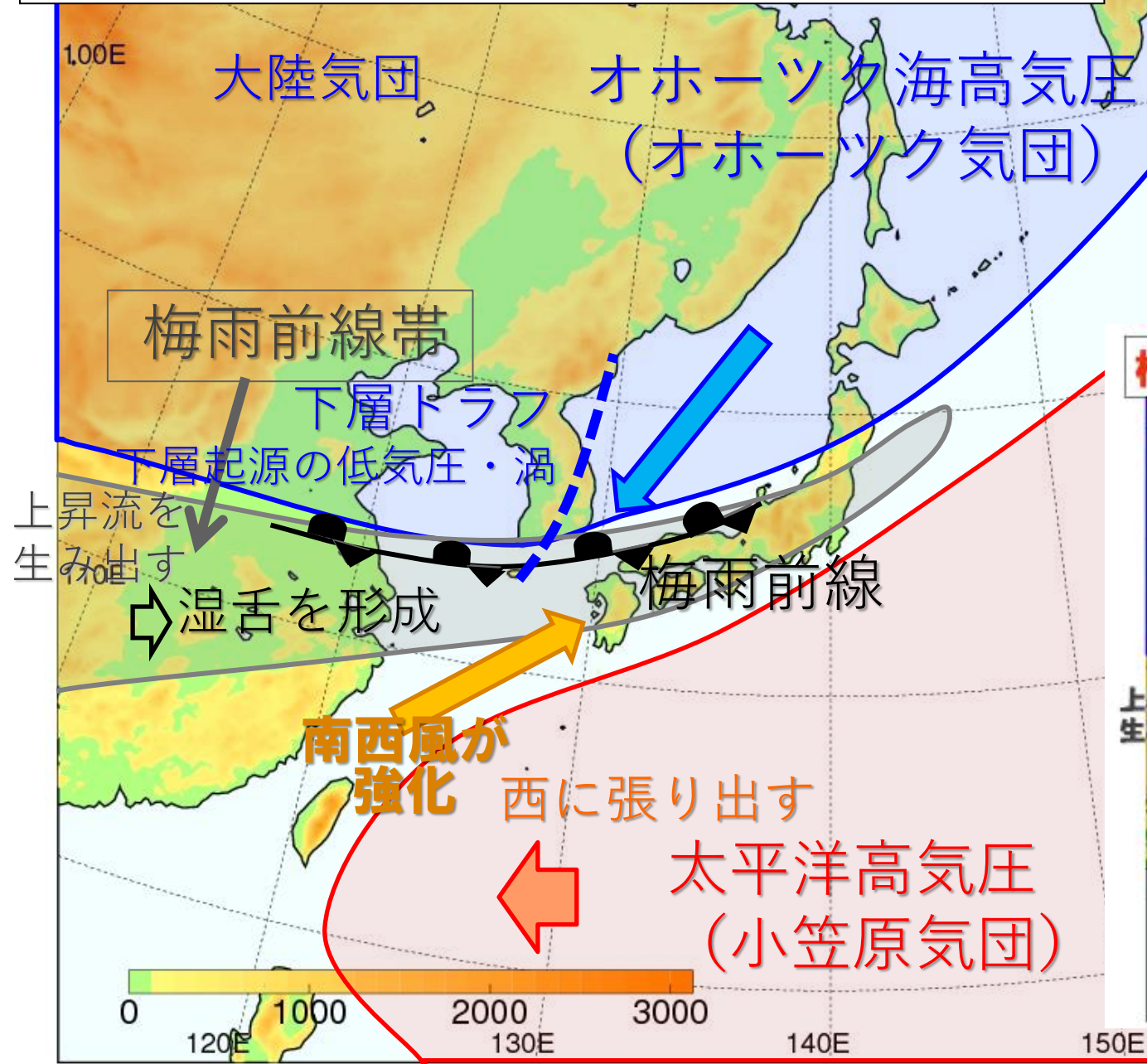
九州で集中観測を
行う必要性の説明

3. 梅雨前線帯と線状降水帯

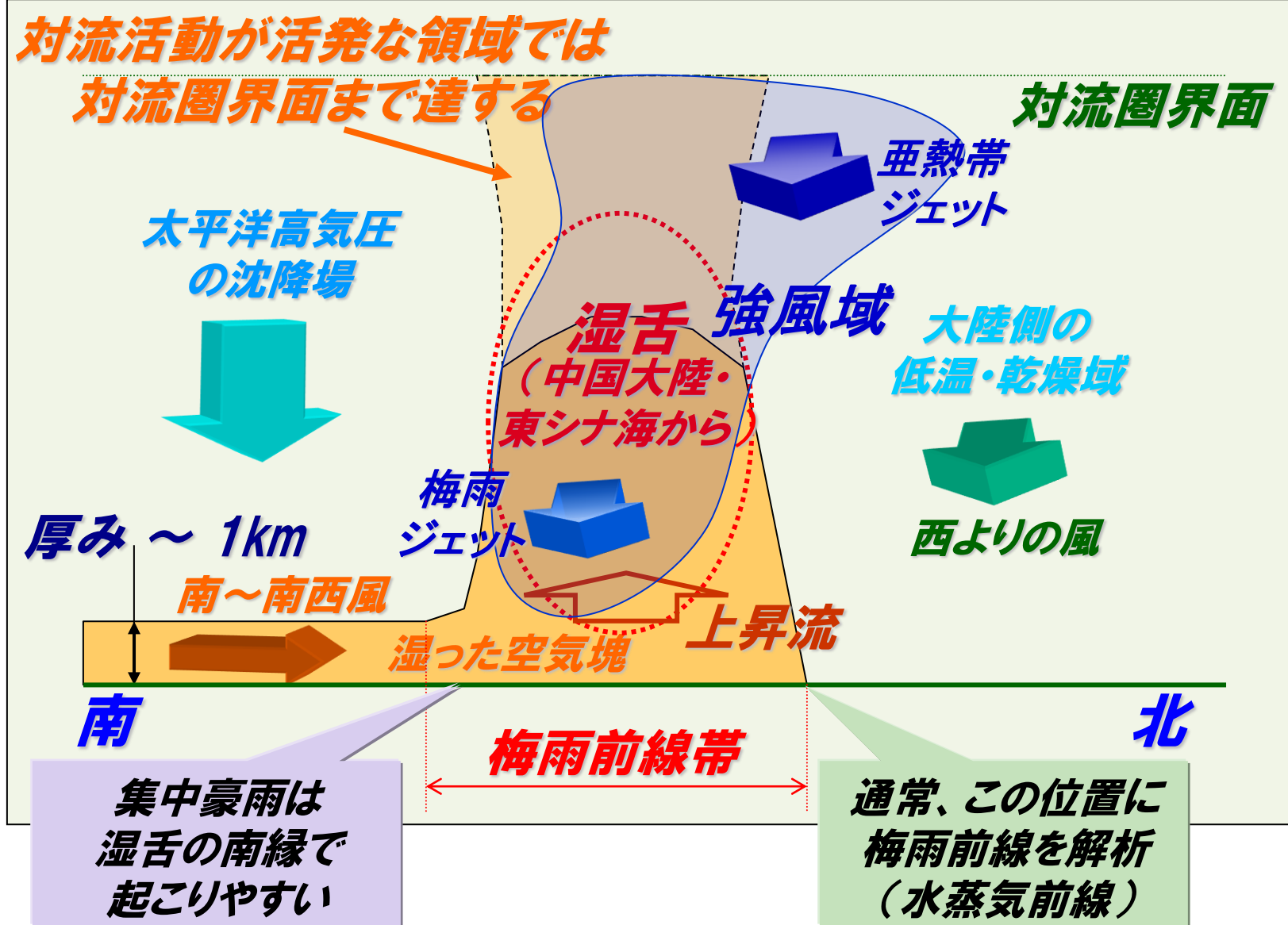
梅雨前線帯の構造と
大雨が発生しやすい場所



西日本での大雨発生時の気圧配置



西日本で見られる梅雨前線帯の特徴



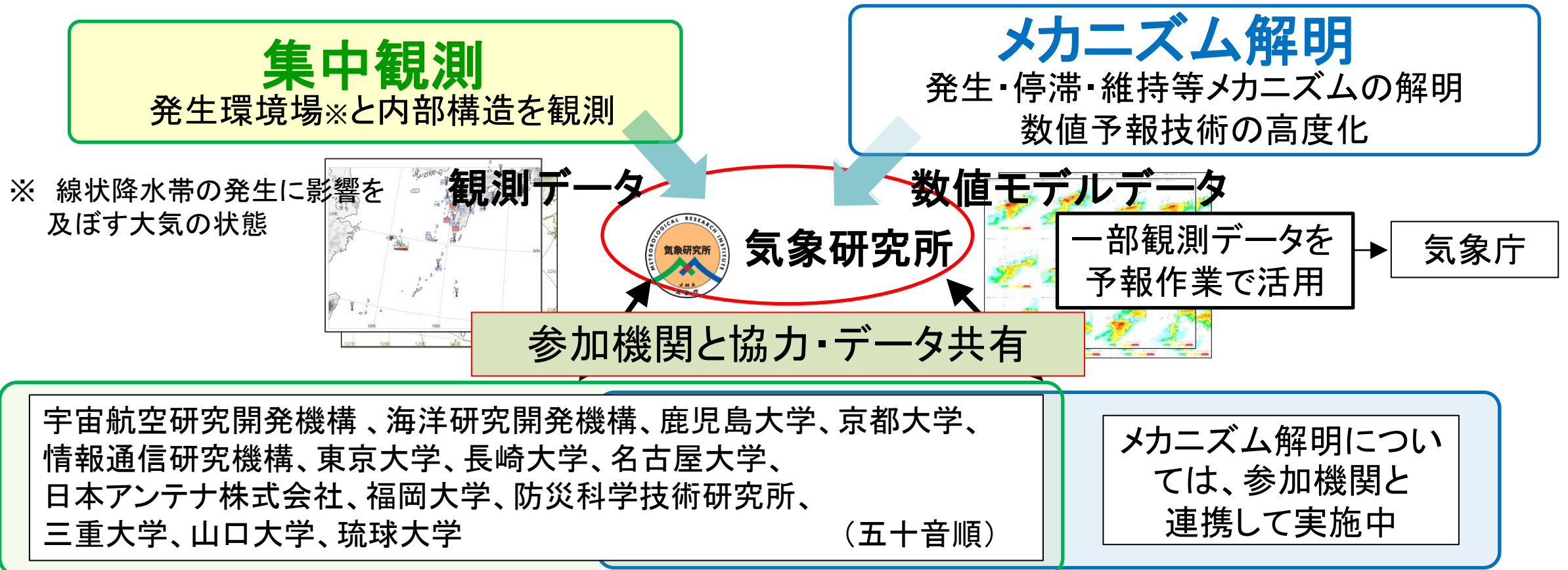
4. 今年度実施した集中観測

↓ 集中観測に参加していただいた大学等研究機関



線状降水帯のメカニズム解明研究

- 気象研究所が中心となり、大学等の 14 機関と連携して、6月から九州を中心とした西日本において、線状降水帯のメカニズム解明のための高密度な集中観測を実施。
- 集中観測データを参加機関と共有し、連携の下、メカニズム解明研究の推進を通じて、予測精度の向上に貢献。



集中観測の実施状況

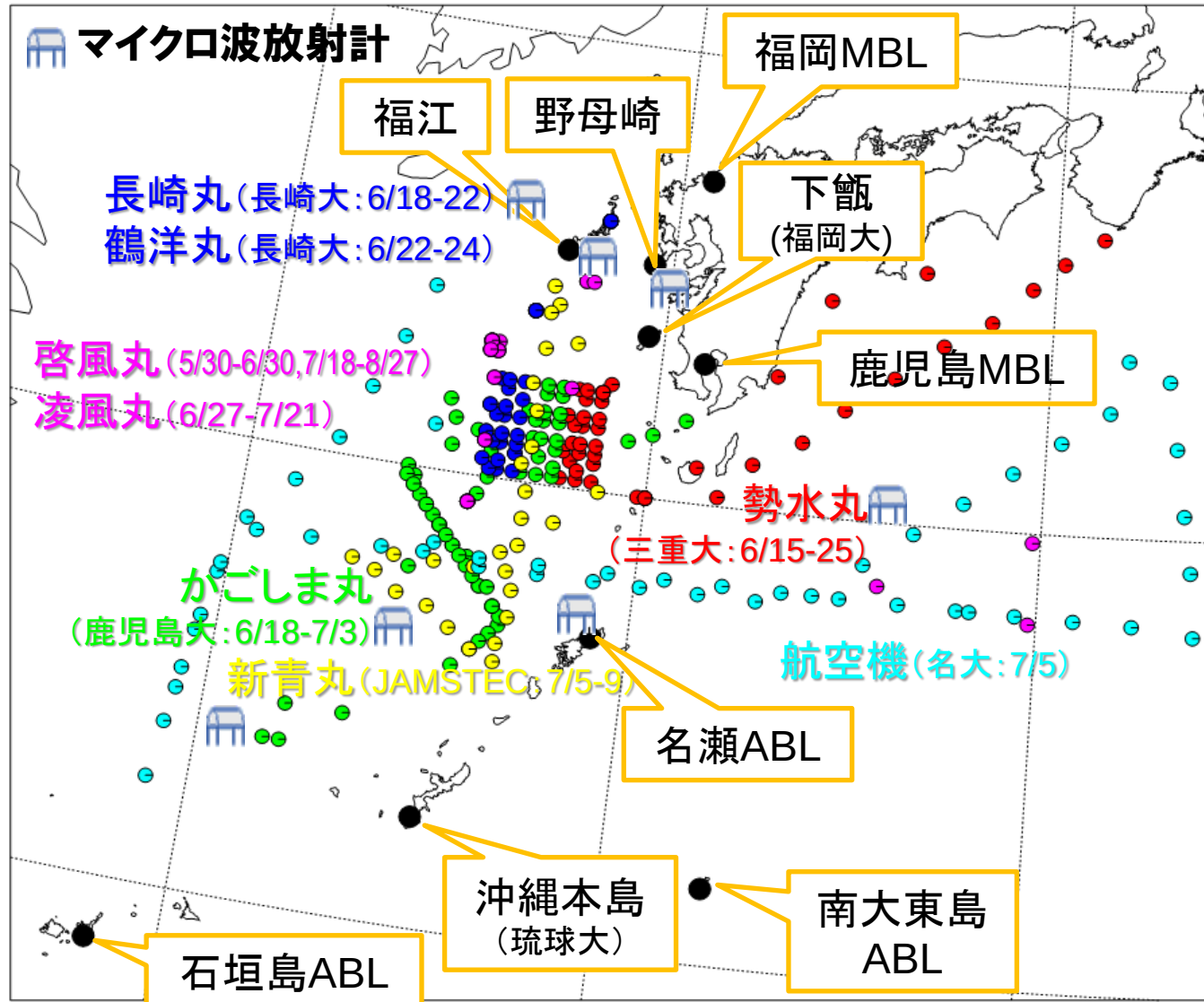
担当機関		観測手段	重点実施期間 6/16～7/15
気象庁		ラジオゾンデ（船舶）	6月～10月
		GNSS（船舶）	
		海上気象観測（船舶）	7/2～10月
		マイクロ波放射計（陸上）	
		ラジオゾンデ（陸上：気象官署）	6/16～7/21
		ラジオゾンデ（陸上：委託）	6/16～7/15
戦略的イノベーション創 造プログラム(SIP)	防災科学技術研究所 福岡大学 情報通信研究機構 日本アンテナ 名古屋大学	マイクロ波放射計（陸上）	6月～10月
		水蒸気ライダー（陸上）	
		地デジ電波（陸上）	6/16～7/15
		ラジオゾンデ（陸上）	
		ドロップゾンデ（航空機）	7/5に実施
科学研究費補助金 （新学術領域研究）	三重大学 鹿児島大学 長崎大学	ラジオゾンデ（船舶）	三重大：6/15～25 鹿児島大：6/18～ 7/3 長崎大：6/18～24
		マイクロ波放射計（船舶）	
		GNSS（船舶）	
		海上気象観測（船舶）	
科学研究費補助金 （基盤B）	京都大学 海洋研究開発機構 東京大学	ラジオゾンデ（船舶）	7/5 ～9
		マイクロ波放射計（船舶）	
		GNSS（船舶）	
		海上気象観測（船舶）	
琉球大学		ラジオゾンデ（陸上）	6/16～7/20
		ビデオゾンデ（陸上）	未実施
宇宙航空研究開発機構 長崎大学		マイクロレインレーダー（陸上）	5/25（長崎大）・5/26（熊本地台）～10/27（熊本地台のみ撤収）
		ディストロメーター（陸上）	
山口大学		ビデオゾンデ（陸上）	6/21、6/25、7/16に実施



線状降水帯の発生の有無に関わらず連続して観測を実施

線状降水帯の発生の可能性等を踏まえ、この期間の中で随時観測を実施

集中観測での高層ゾンデ/ドロップゾンデ観測実施マップ



高層ゾンデ観測 (陸上) : 6月16日から7月15日

福岡、鹿児島MBL :
15時追加観測、強化観測では12時、18時も追加

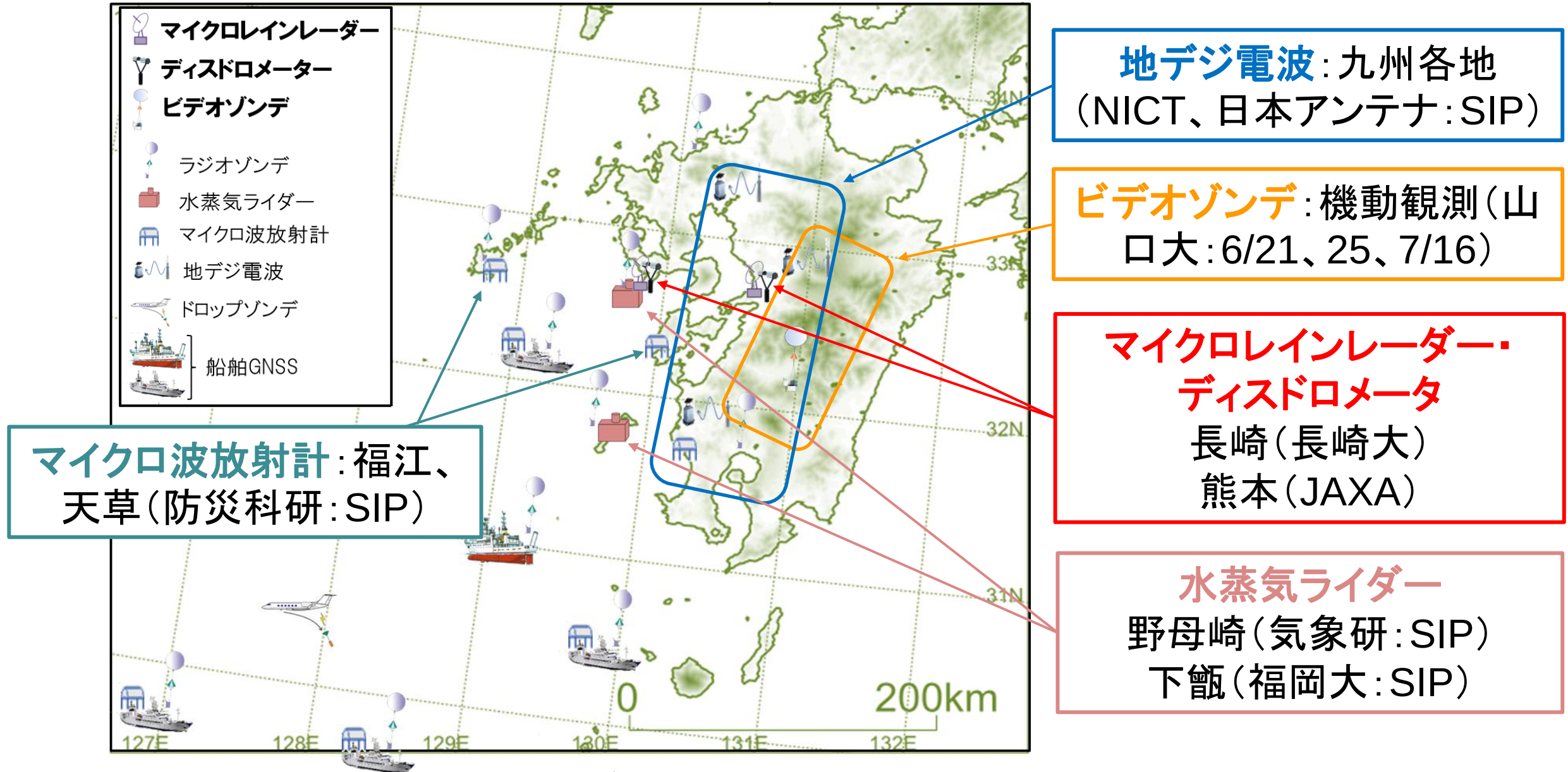
名瀬、南大東島、石垣島ABL :
03時、15時追加観測

福江、野母崎、下甕(福岡大 : SIP) : 業者委託、
1日4回、強化観測では1日8回観測
沖縄本島(琉球大) :
1日4回、強化観測では1日8回観測

- ・MBL官署では7月21日まで、ABL官署では7月19日まで追加観測を実施。
- ・琉球大は7月20日まで観測を実施。

- ・すべての船舶でGNSS水蒸気観測を実施
- ・船舶、航空機、沖縄本島での観測はTEMP報を通報、数値予報に利用

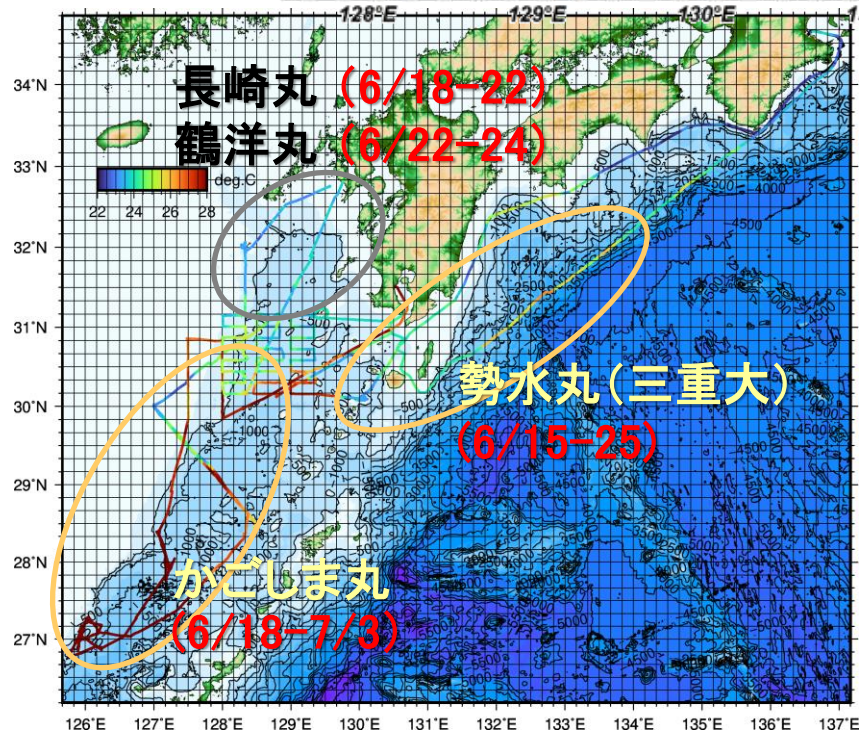
集中観測の実施マップ(九州付近)



SIPのマイクロ波放射計、水蒸気ライダーのデータは、リアルタイムで気象庁に転送、実況監視に利用

科研費新学術・科研費基盤Bの船舶観測

6/19-20には
三船による
稠密観測
を実施



科研費新学術（三重大、鹿児島大、長崎大）

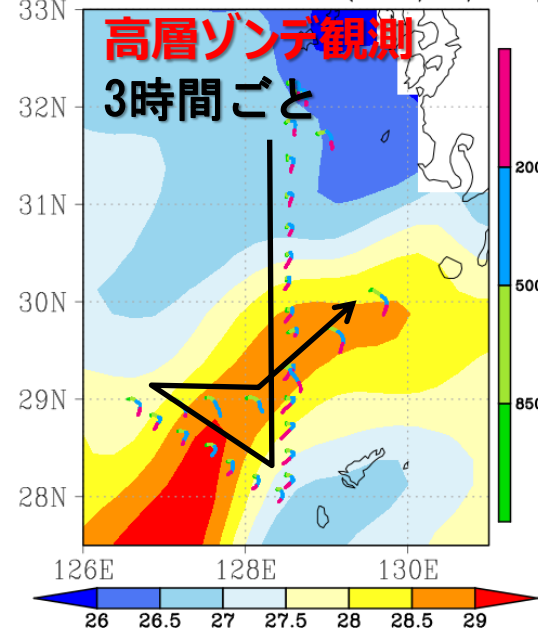
観測データ

高層ゾンデ観測, マイクロ波放射計 (可降水量)
XBT/XCTD/CTD (海面水温、海水温、塩分)
海象観測 (船底水温・塩分、流向流速、水深)
船底 ADCP (流向・流速)

科研費基盤B（京大、JAMSTEC、東大）

新青丸 (7/5-9)

KS-22-09 SONDETRACK(2022/07/5-9)

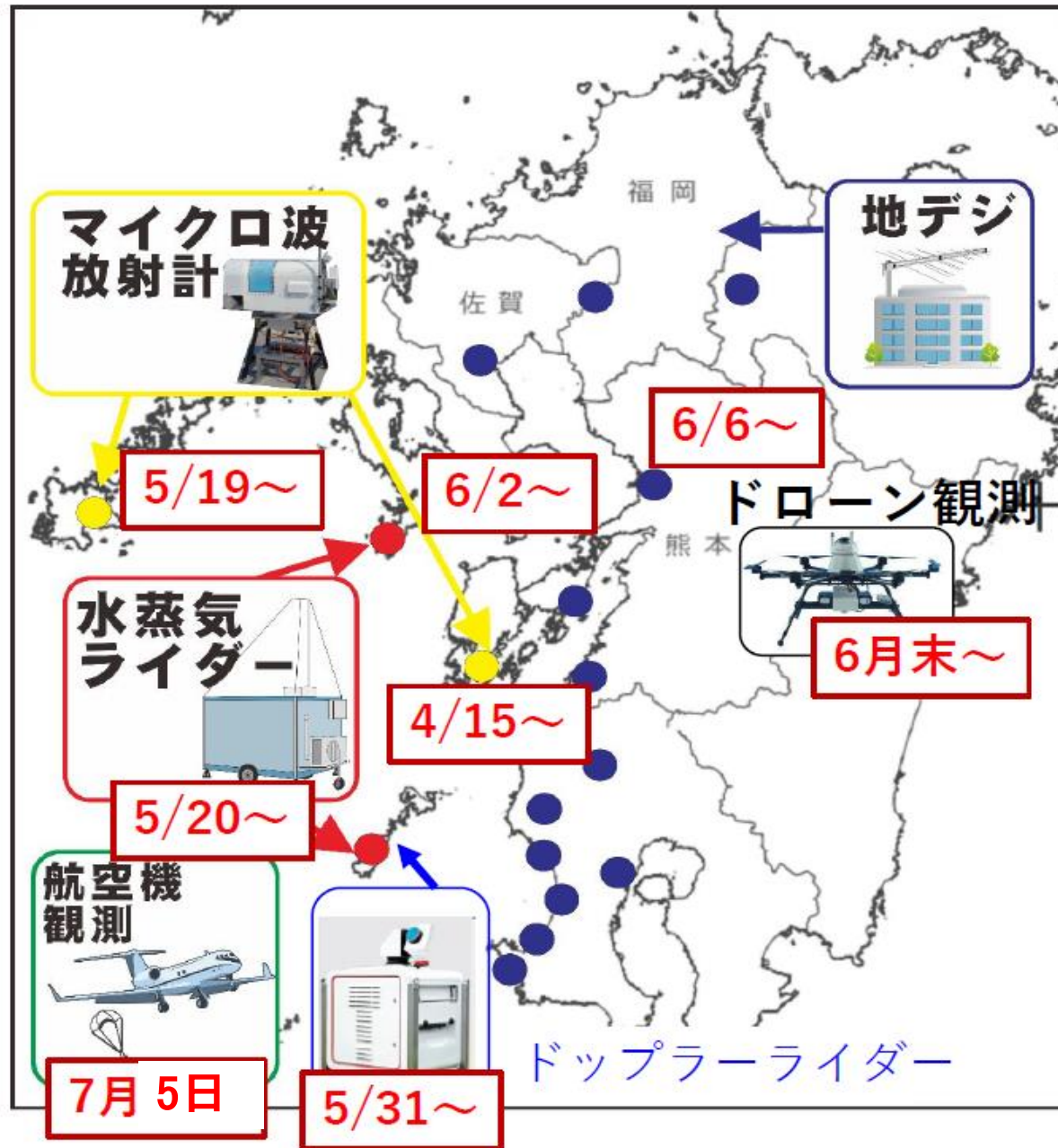


観測データ

マイクロ波放射計
雲カメラ
GNSS可降水量
レーダ波浪計
飛沫計
白波観測カメラ
XCTD
CTD/LADCP
空中ドローン
(海況・海面水温)
シーロメータ
GPS漂流ブイ

SIP(防災科研・NICT・日本アンテナ・福岡大・気象研・名大)の観測

29



マイクロ波放射計(防災科研):

可降水量、気温、水蒸気、雲水鉛直
プロファイル(5分毎)

地デジ(NICT・日本アンテナ):

2点間遅延量(1kmあたりに変換)

水蒸気ライダー(福岡大・気象研):

水蒸気混合比の高度分布(15分毎)

ドップラーライダー(防災科研):

高度1 kmまでの水平風の高度分布
(5分毎)

航空機観測(名大):

53発のドロップゾンデ観測を実施

琉球大の観測(SIP航空機観測(名大)含む)



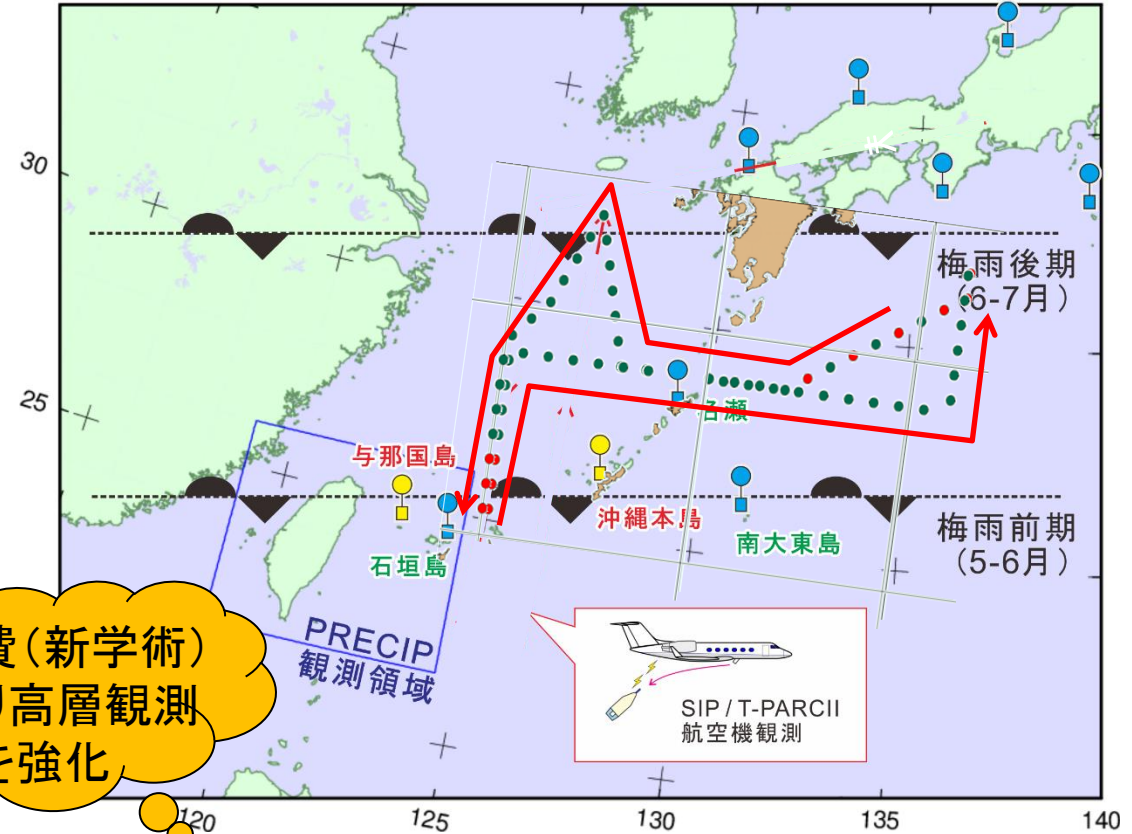
PRECIP 観測プロジェクト

新竹: 5/26 ~ 8/10

与那国島: 5/26 ~ 8/13

ゾンデは4回/日(or 8回/日)

水蒸気流入と地形、海洋との相互作用による
豪雨発生メカニズム解明が目的



科研費(新学術)
により高層観測
を強化

沖縄本島の高層観測

6/16 ~ 7/20

ゾンデは4回/日(or 8回/日)

(気象研との共同研究)

航空機観測 7月5日

往路 25 発(GTS送信: 8 発)

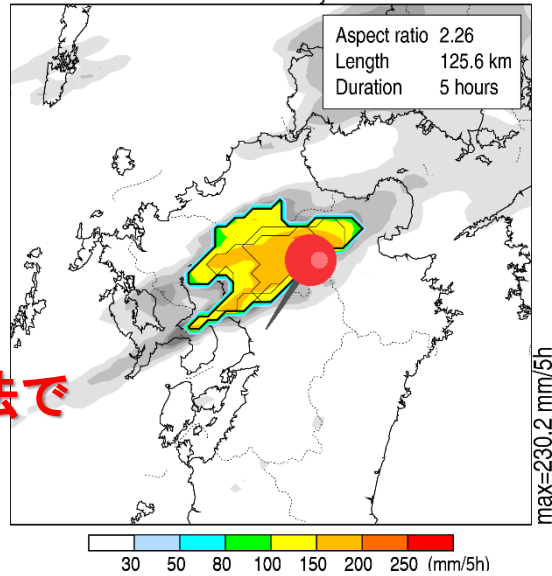
復路 28 発(GTS送信: 18 発)

名古屋空港一下地島往復
(T-PARCIIの共同研究)

JAXA (熊本地台)・長崎大の観測

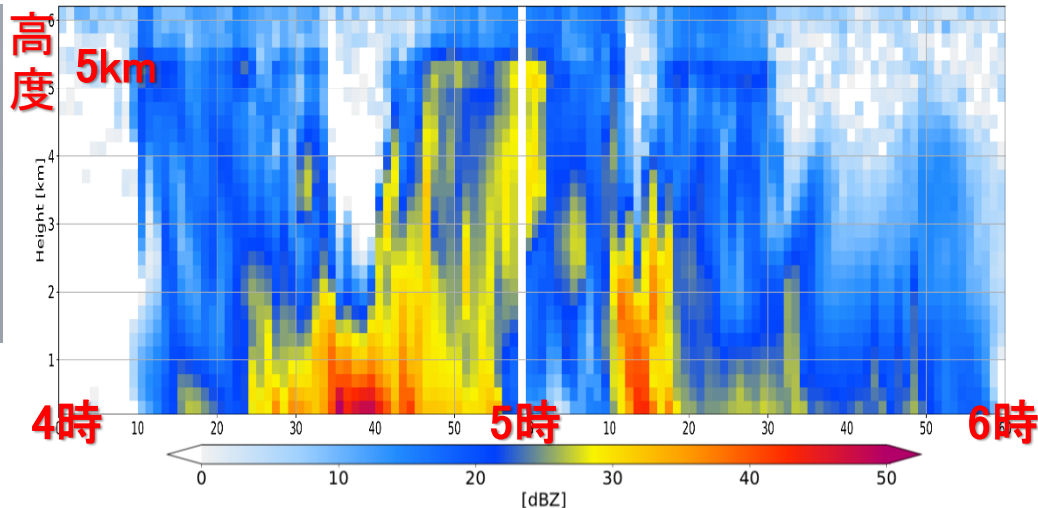
熊本地台での
観測例
(7月19日)

0～5時に気象研手法で
線状降水帯を検出



マイクロレインレーダ (MRR-2J) :

K帯(24.2GHz)降雨レーダー、鉛直分布のみ観測



長崎大設置

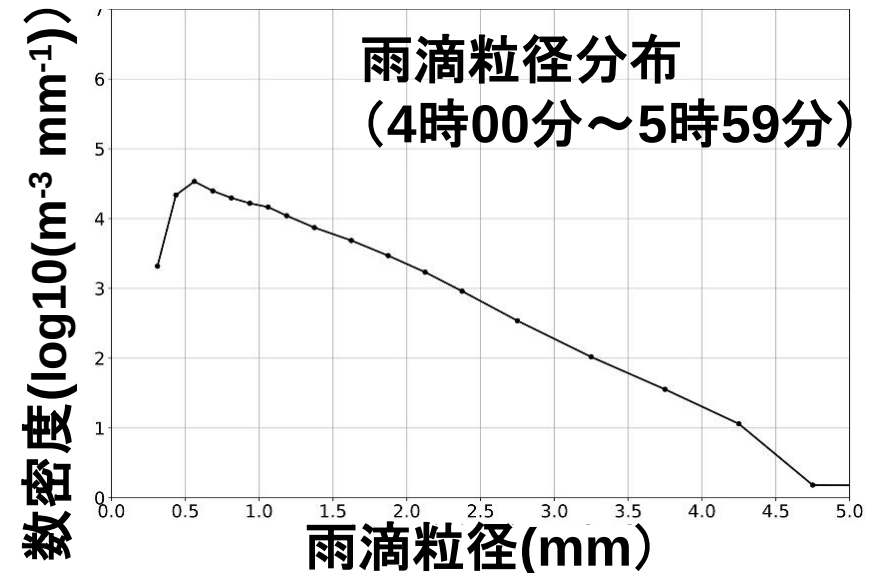


ディストロメータ (RD-80) :

雨滴の落下による衝撃(運動量)を電気的パルスに変換し、その振れ幅から雨滴粒径や降水強度を測定

ディストロメータ (COTT-Parsivel-2) :

レーザ光を水平に照射し、間を通過する降水の粒径、落下速度を測定



高層ゾンデ観測実施と降水状況

福岡
鹿児島
名瀬
石垣島
南大東島
勢水丸
かごしま丸
長崎丸・鶴洋丸
新青丸
啓風丸・凌風丸
琉球大学
下甕
福江
野母崎

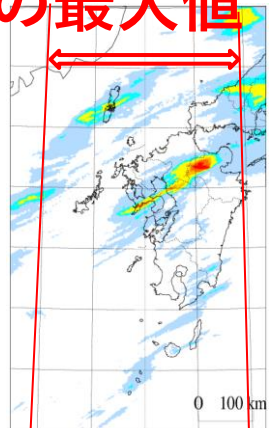
↔ ドロップゾンデ観測(53発)

Total:
1600発弱

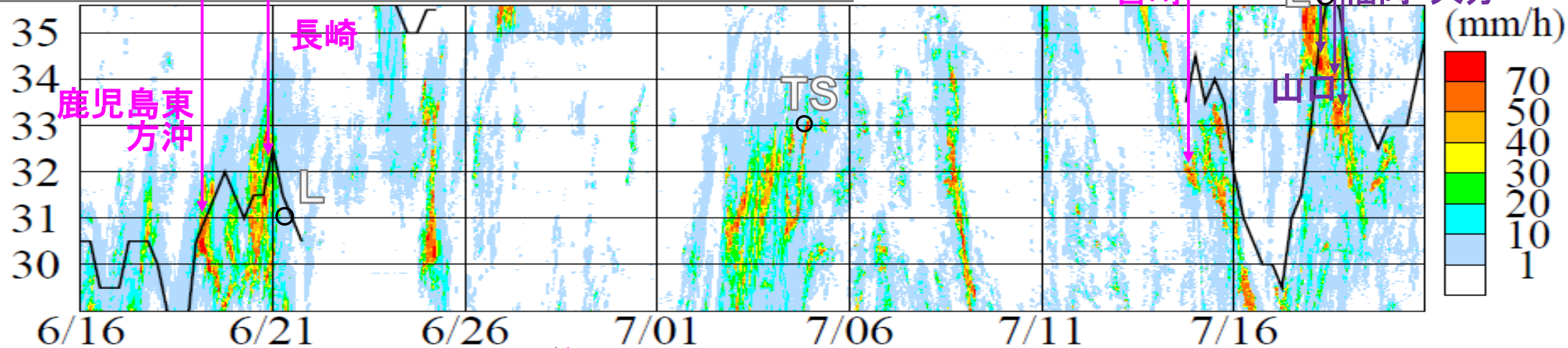
6/16 6/21 6/26 7/1 7/6 7/11 7/16 7/21

解析雨量(128-132Eの最大値)の緯度-時間断面図

この範囲
の最大値



7月19日4時

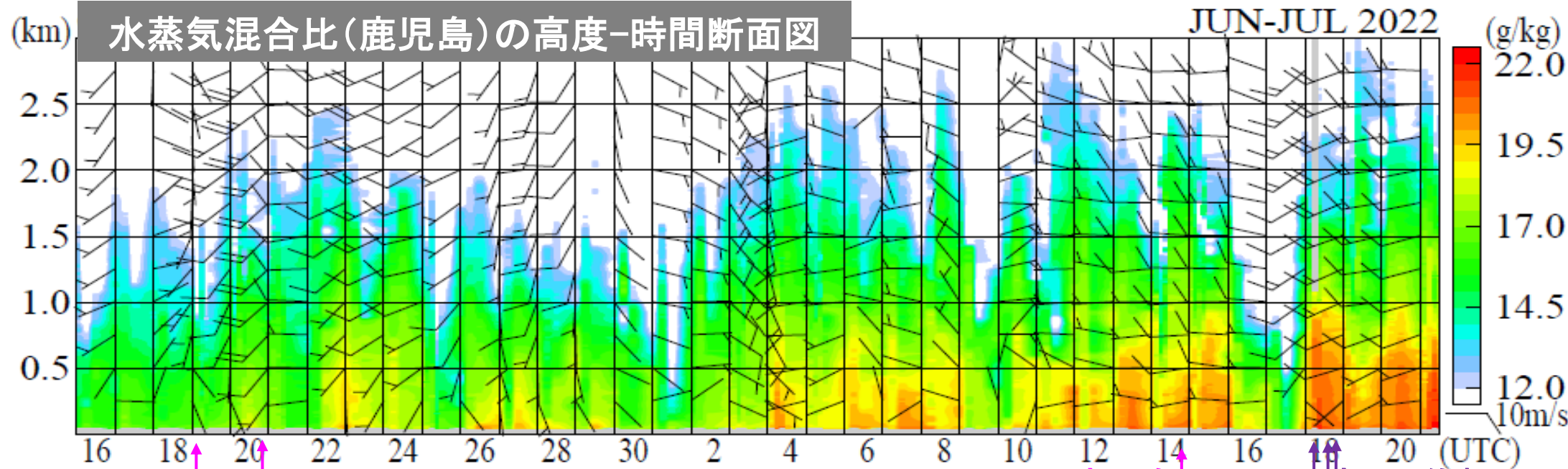


↑ 気象庁発表線状降水帯

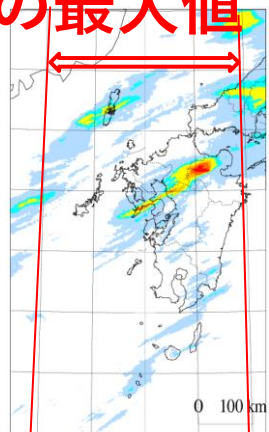
↑↓ 気象研抽出線状降水帯

— 130Eでの前線の位置

高層ゾンデ観測による下層水蒸気と降水との関係

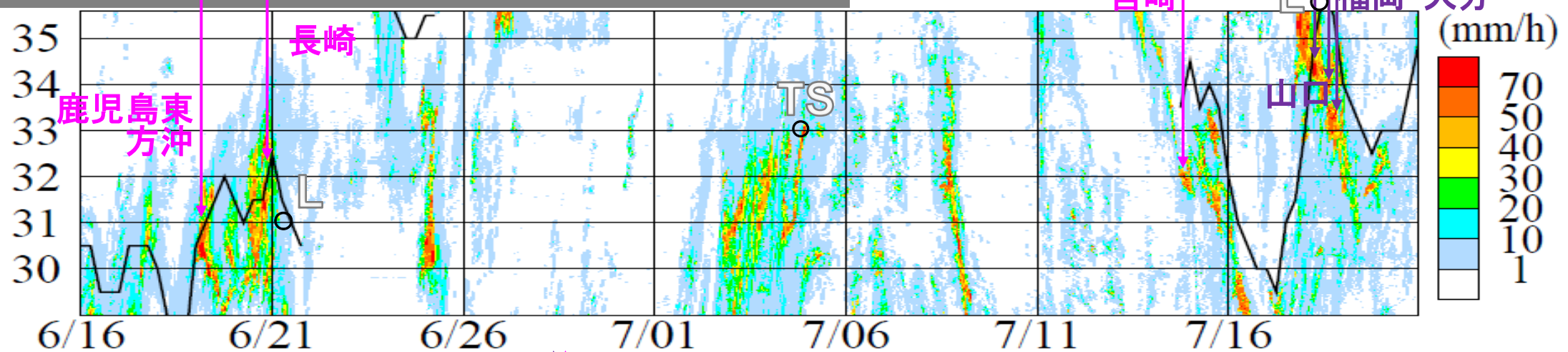


この範囲
の最大値



7月19日4時

解析雨量(128-132Eの最大値)の緯度-時間断面図



↓ 気象庁発表線状降水帯

⇕ 気象研抽出線状降水帯

— 130Eでの前線の位置

線状降水帯～基礎研究が生み出した防災用語～

気象庁
ホームページ
で公開中



教科書『図解説 中小規模気象学』 での注釈

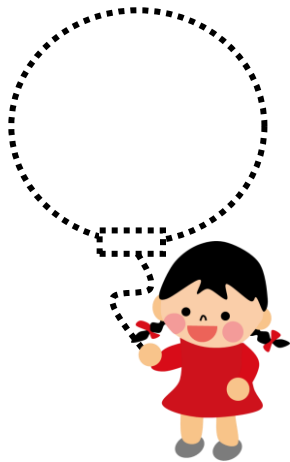
集中豪雨と同様に、**線状降水帯**の統一的な定義はないが、1時間～数時間の積算降水量分布で明瞭に認識できるものである。“線状”と“帯”という同意義的な言葉が繰り返されており、違和感を持たれるかもしれないが、上述のように**限定された降雨域のイメージを一般の方に持ってもらい、防災に役立ててもらいたい**という思いが込められている。



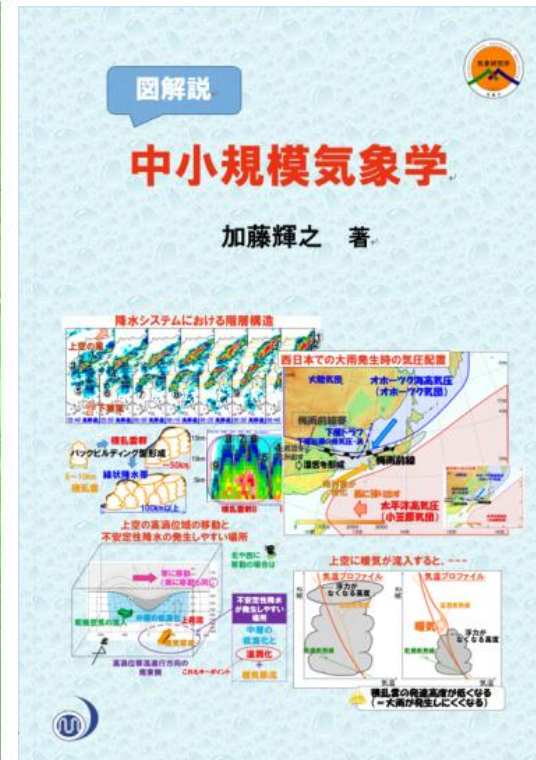


ご静聴ありがとうございました

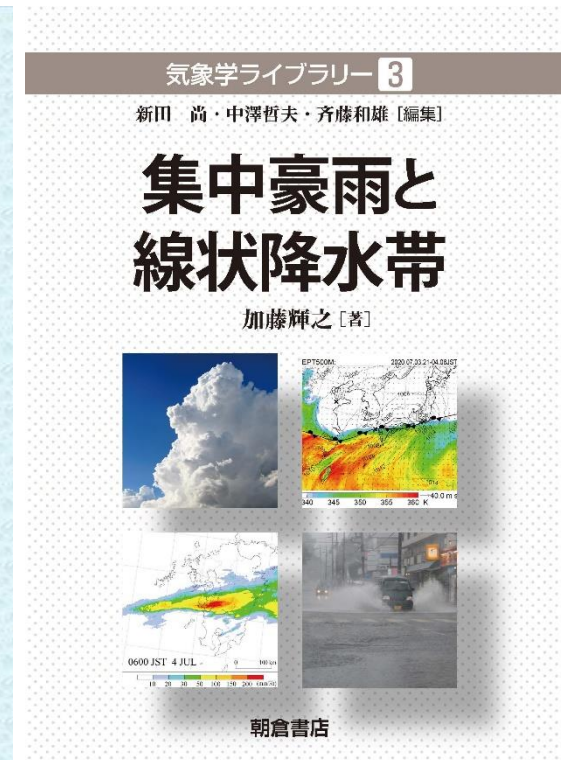
お勧め参考書 ➡



入門書



非売品
(気象庁HPに掲載)



今年11月発売