



NICTが進める 次世代地上気象センサの開発と実証 ～豪雨の早期検知を目指して～



令和5年2月28日(火)

国立研究開発法人 情報通信研究機構

電磁波研究所 研究所長

平 和昌

新たな気象センサが求められる背景

- **ゲリラ豪雨**や**線状降水帯**などの大気現象による被害が近年大きな社会問題になっている
- これらの現象は**積乱雲**の急激な発達に伴って発生する
- 積乱雲発達の**早期探知**や**予測**は気象学研究の重要課題



14時32分

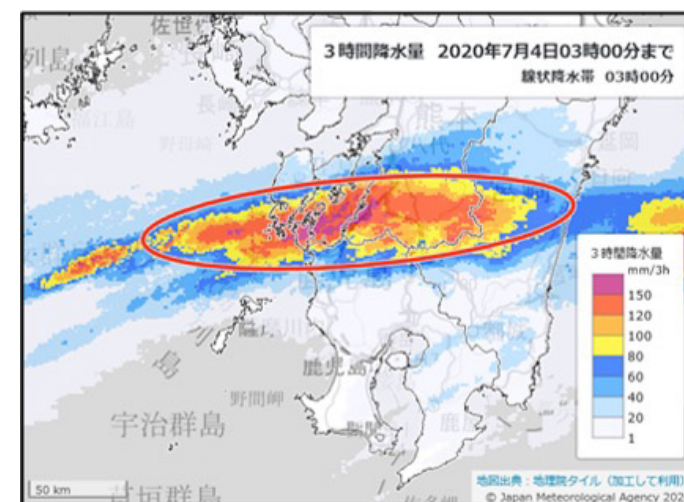


14時50分

都賀川増水事故(2008年7月28日)

【出典】神戸市ホームページ

https://www.city.kobe.lg.jp/a43553/kurashi/machizukuri/river/suigaisona/02kako_03.html

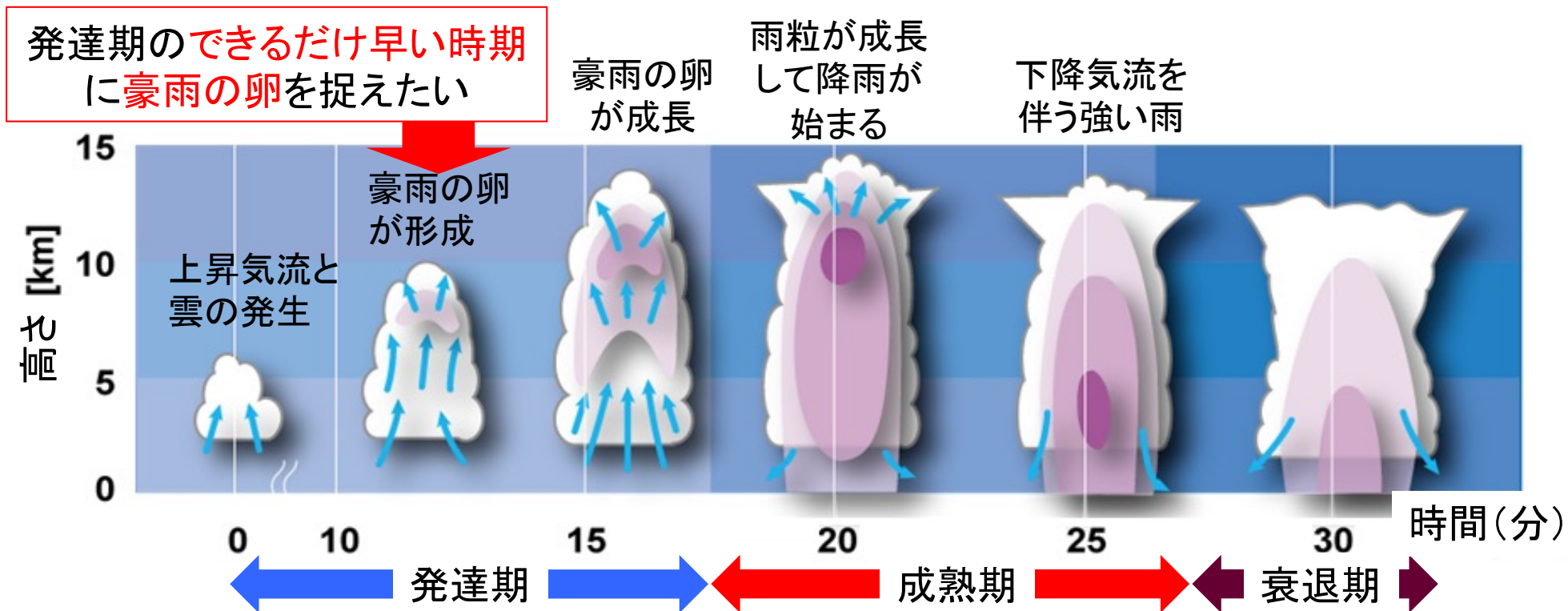


線状降水帯の雨域の例
(赤い楕円内)

【出典】気象庁ホームページ

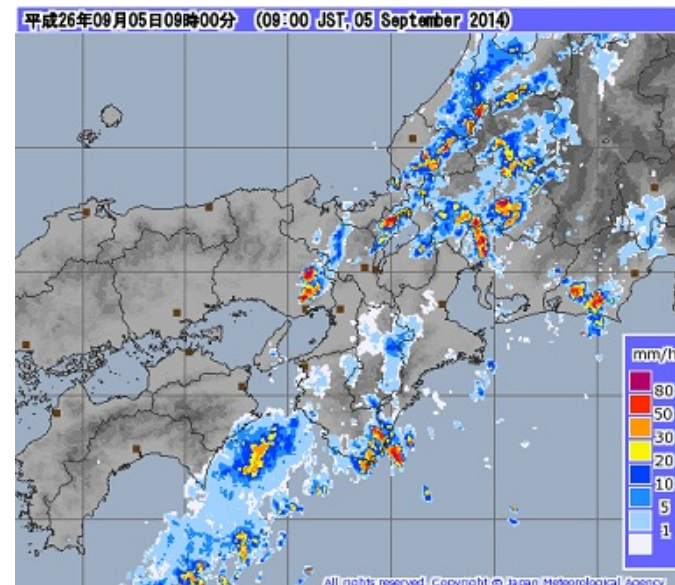
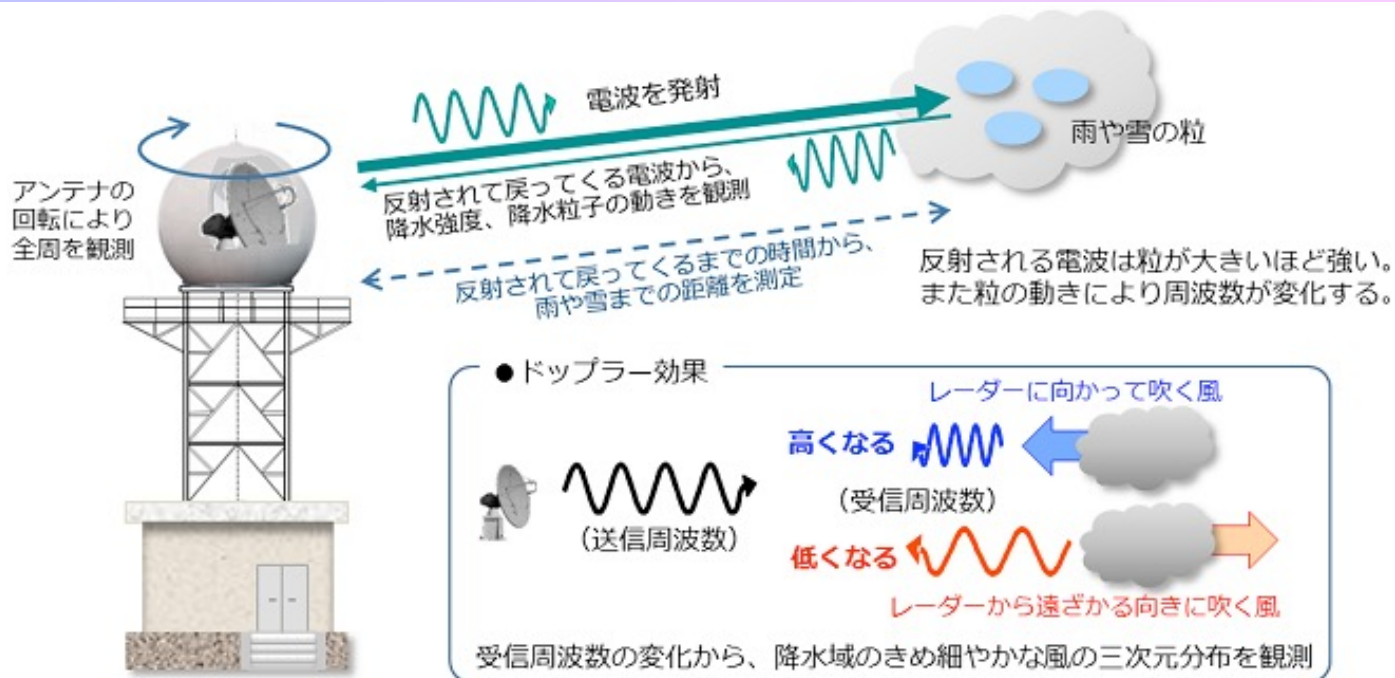
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/kishojoho_senjokousuitai.html

豪雨の卵を早く見つける

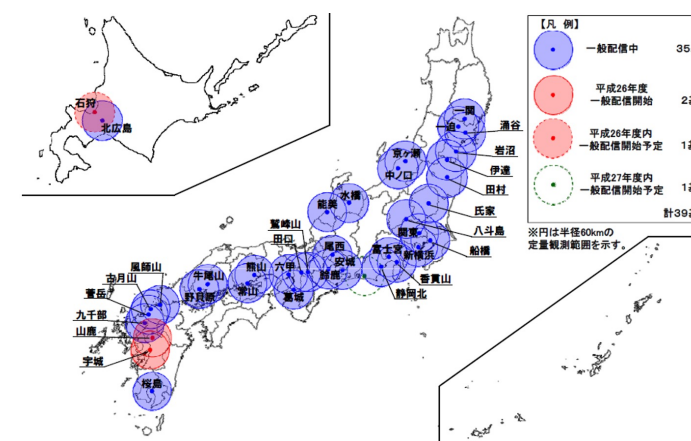


- 典型的な積乱雲の一生は30分程度。積乱雲の中で雲粒が成長して雨粒となり地上に降ってくるが、地上に雨が降る10分前には、上空に成長した雨粒(豪雨の卵)が現れる。
- ゲリラ豪雨の早期検知のためには、豪雨の卵をできる限り早く見つける必要がある。
- 気象レーダーを使った雨雲の3次元観測が有効だが、従来の気象レーダーでは観測に時間を要することが課題。

気象レーダーについて

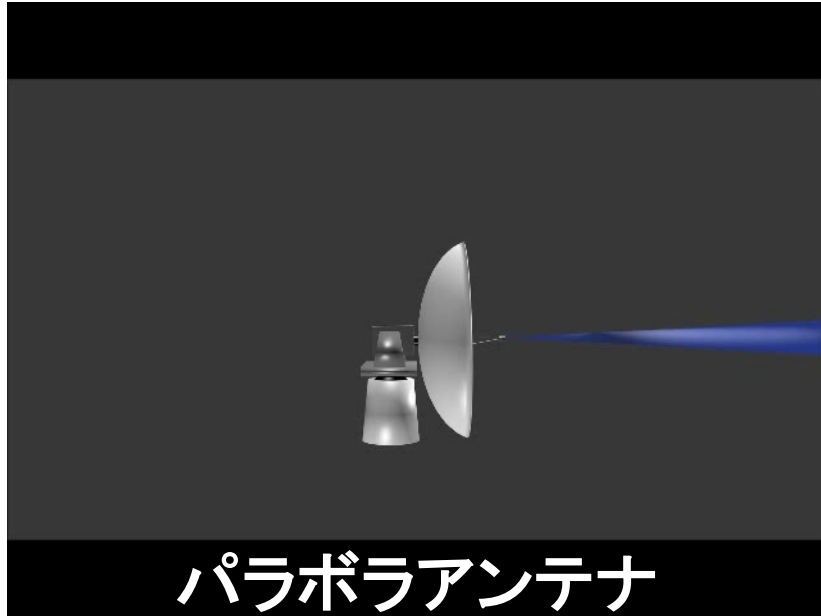


国土交通省の気象レーダー(XRAIN)



【出典】
気象庁ホームページ
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/radar/kaisetsu.html>

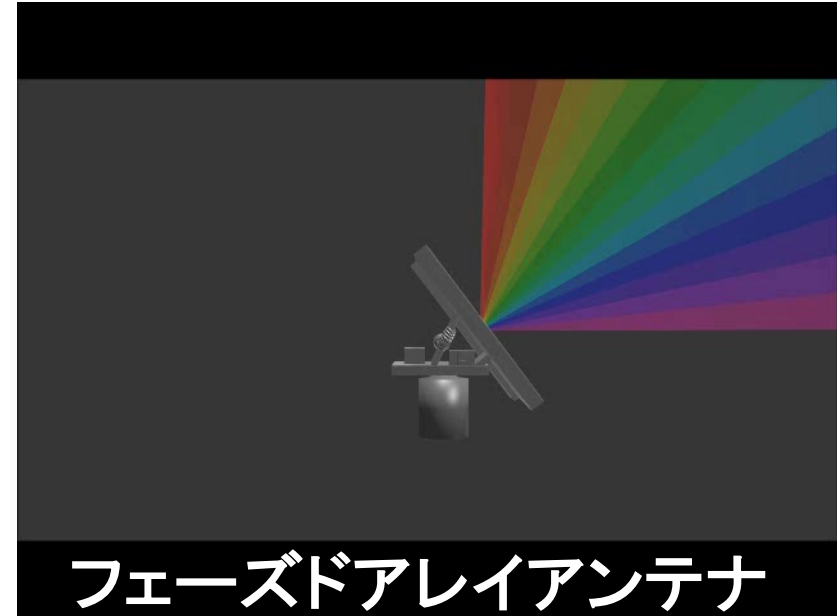
【出典】国土交通省ホームページ



パラボラアンテナ

現行の気象レーダー

5分ごとの
雨雲の荒い動きしか
観測できない



フェーズドアレイアンテナ

【NICT開発】

フェーズドアレイ気象レーダー

30秒ごとに
雨雲の詳細・立体的
な動きが観測できる

～豪雨の卵を早く見つける
次世代地上気象レーダー～
フェーズドアレイ気象レーダー

NICT開発のフェーズドアレイ気象レーダー



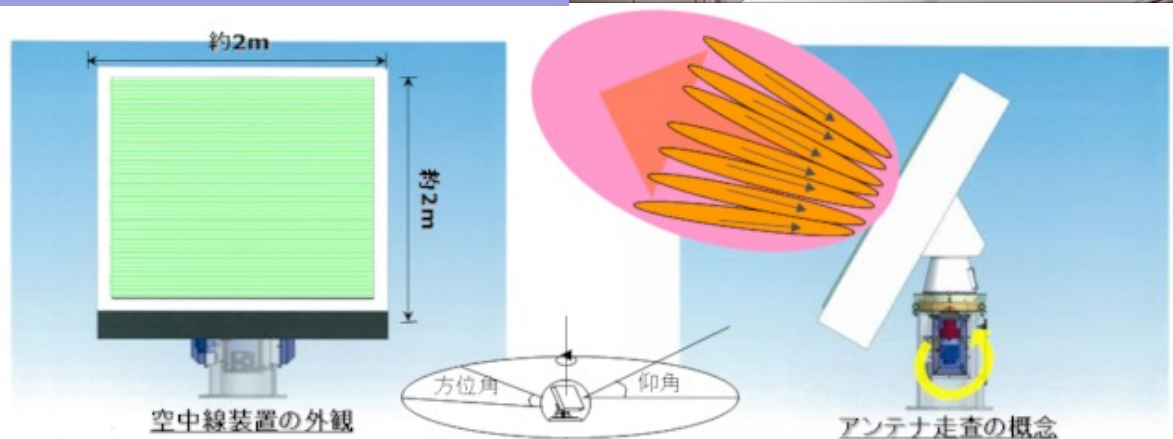
フェーズドアレイ技術とデジタルビームフォーミング技術により、30秒間で、半径60km・高さ14kmの範囲の雨雲を高速に3次元観測



フェーズドアレイ気象レーダー外観
(NICT未来ICT研究所:神戸)



周波数は9GHz帯(Xバンド)



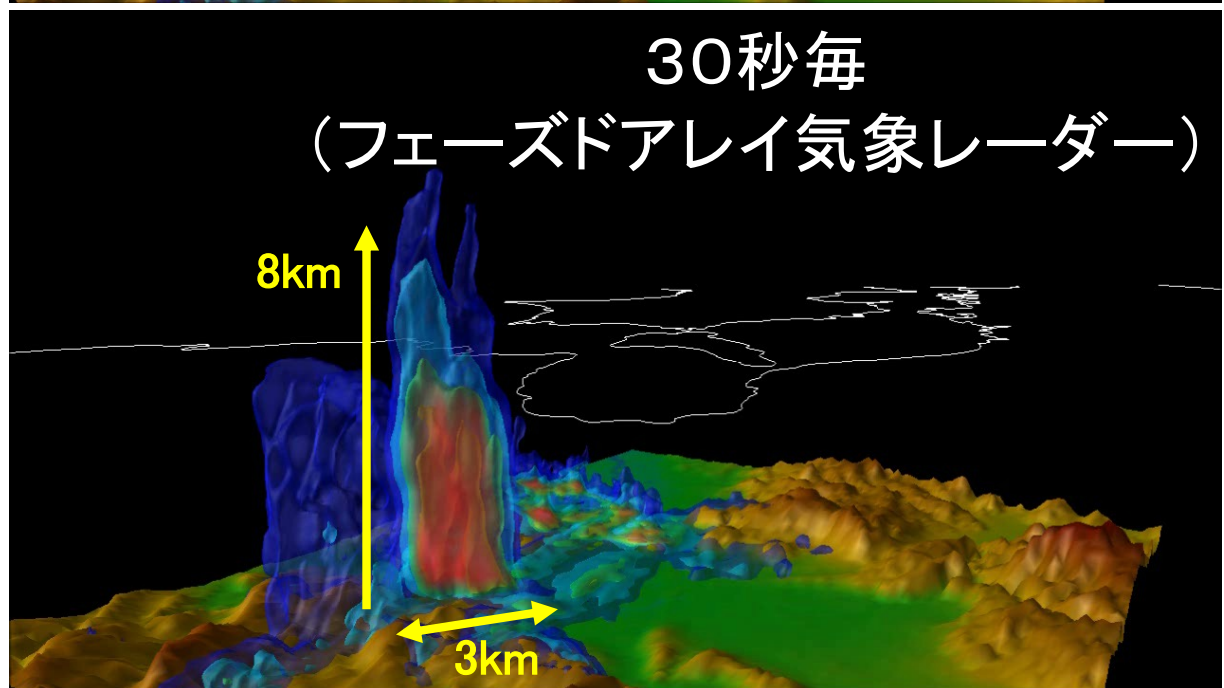
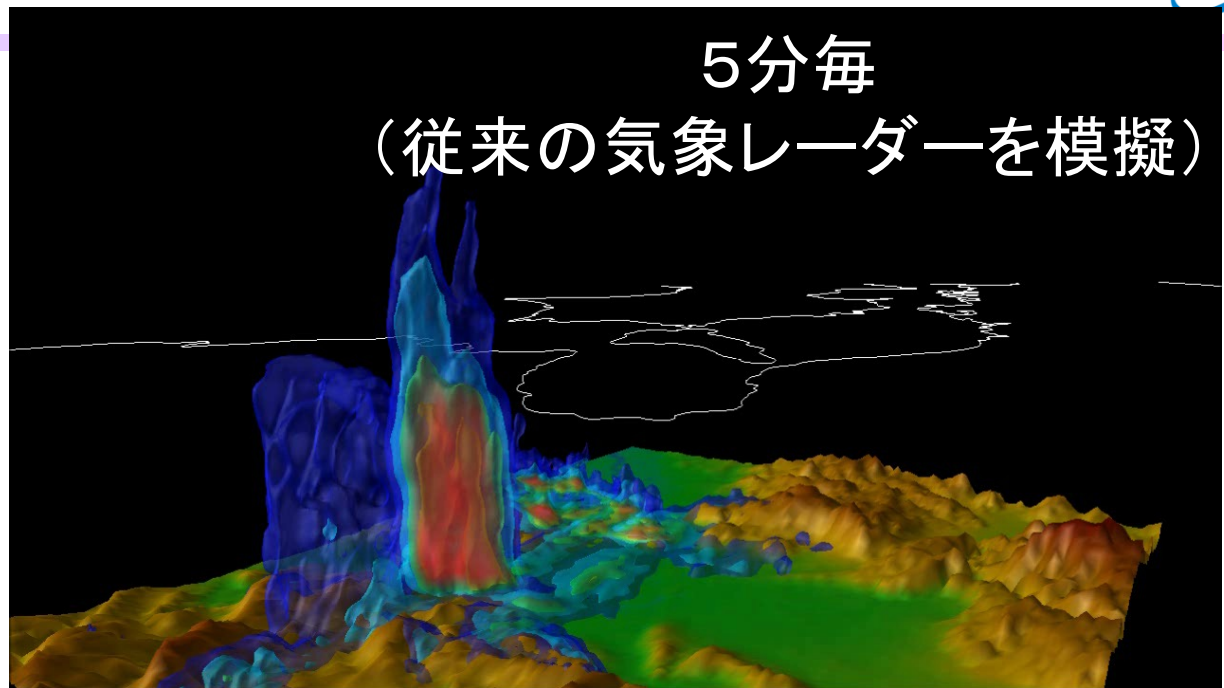
フェーズドアレイ気象レーダーで捉えた豪雨の立体構造 NICT

「従来の気象レーダー」と
「フェーズドアレイ気象
レーダー」との
観測スピードの比較
(イメージ)

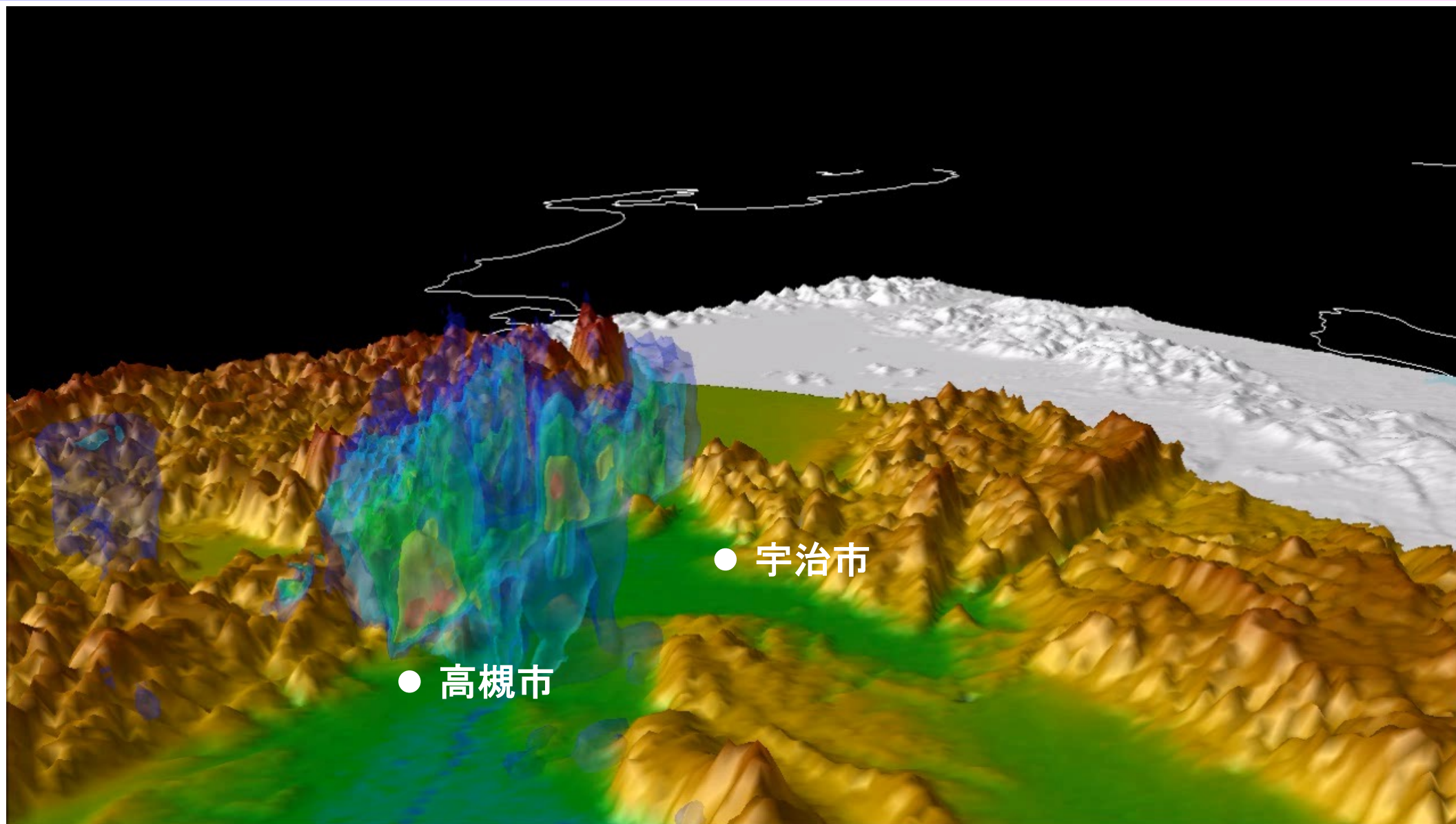
事例: 平成24年07月26日
17:20:16～18:10:46
(300倍速で再生)

場所: けいはんな付近を北
東方向から眺めた降
雨の3次元構造

カラー: 雨の強さを表し、赤
い色の部分で強い雨
が降っている



線状降水帯の観測例



2012年08月14日深夜03時15分から04時15分までの3次元降雨分布

線状降水帯(レインバンド)による集中豪雨

(10fps、300倍速)

フェーズドアレイ気象レーダー観測データの活用

東京オリンピック・パラリンピック競技大会 開催時に競技会場周辺の観測情報を提供

- 首都圏を観測範囲とするフェーズドアレイ気象レーダーで観測した情報を各競技会場へ提供。
- ゲリラ豪雨の発生20分前の検知が可能となり、警戒・避難等に必要な十分なリードタイムを確保。



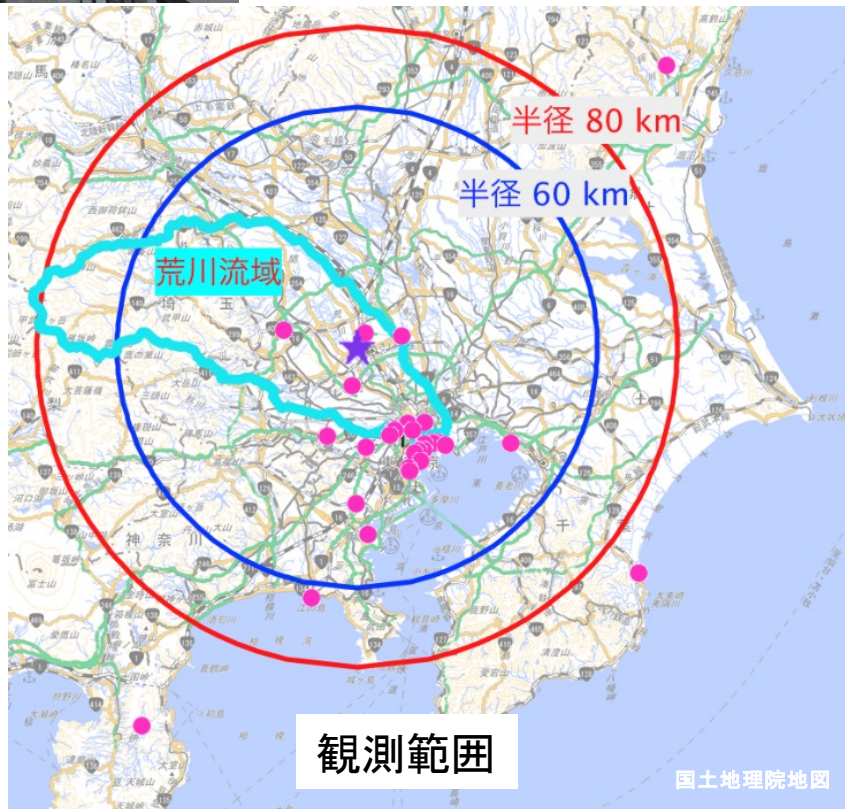
【凡例】

★ : 埼玉大学
(フェーズドアレイ気象レーダー設置場所)

● : 競技大会会場

青線 : 60km (高層観測モード覆域)

赤線 : 80km (低層観測モード覆域)

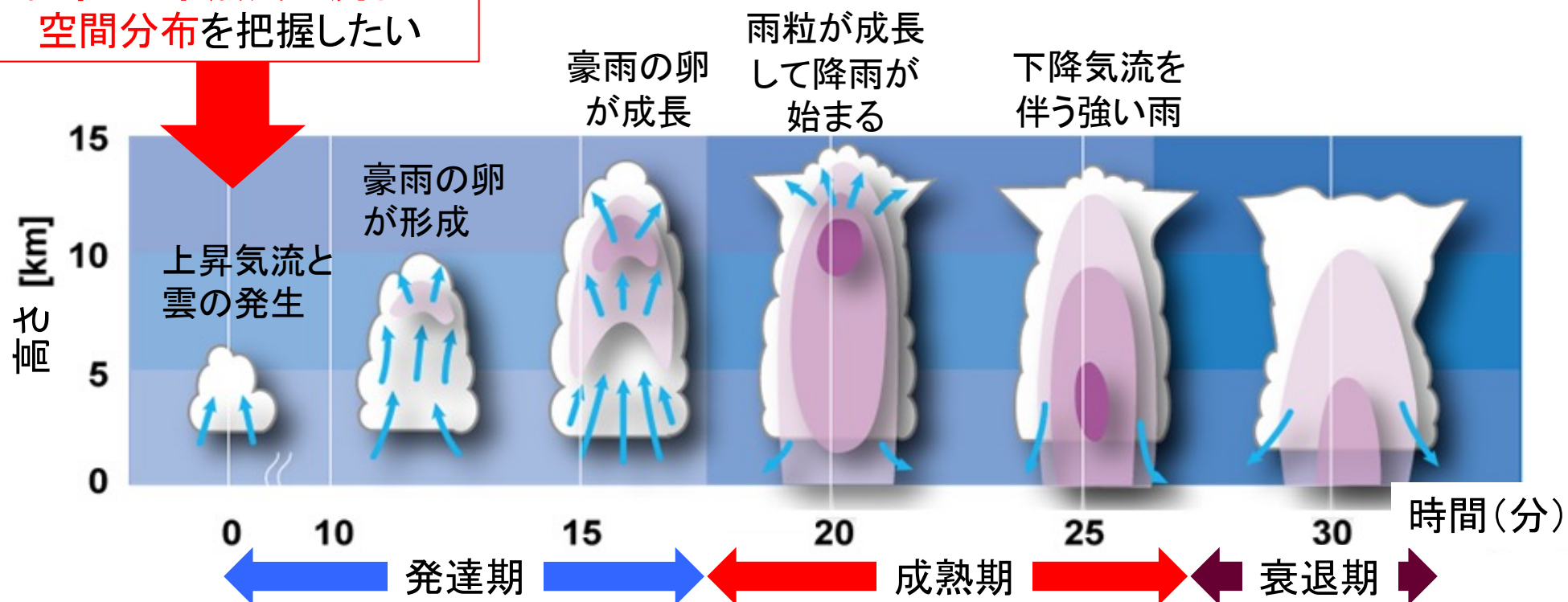


東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会
気象情報センター

【出典】 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けた
科学技術・イノベーションの取組に関するタスクフォース
推進委員会(第12回)資料

水蒸気量把握の重要性

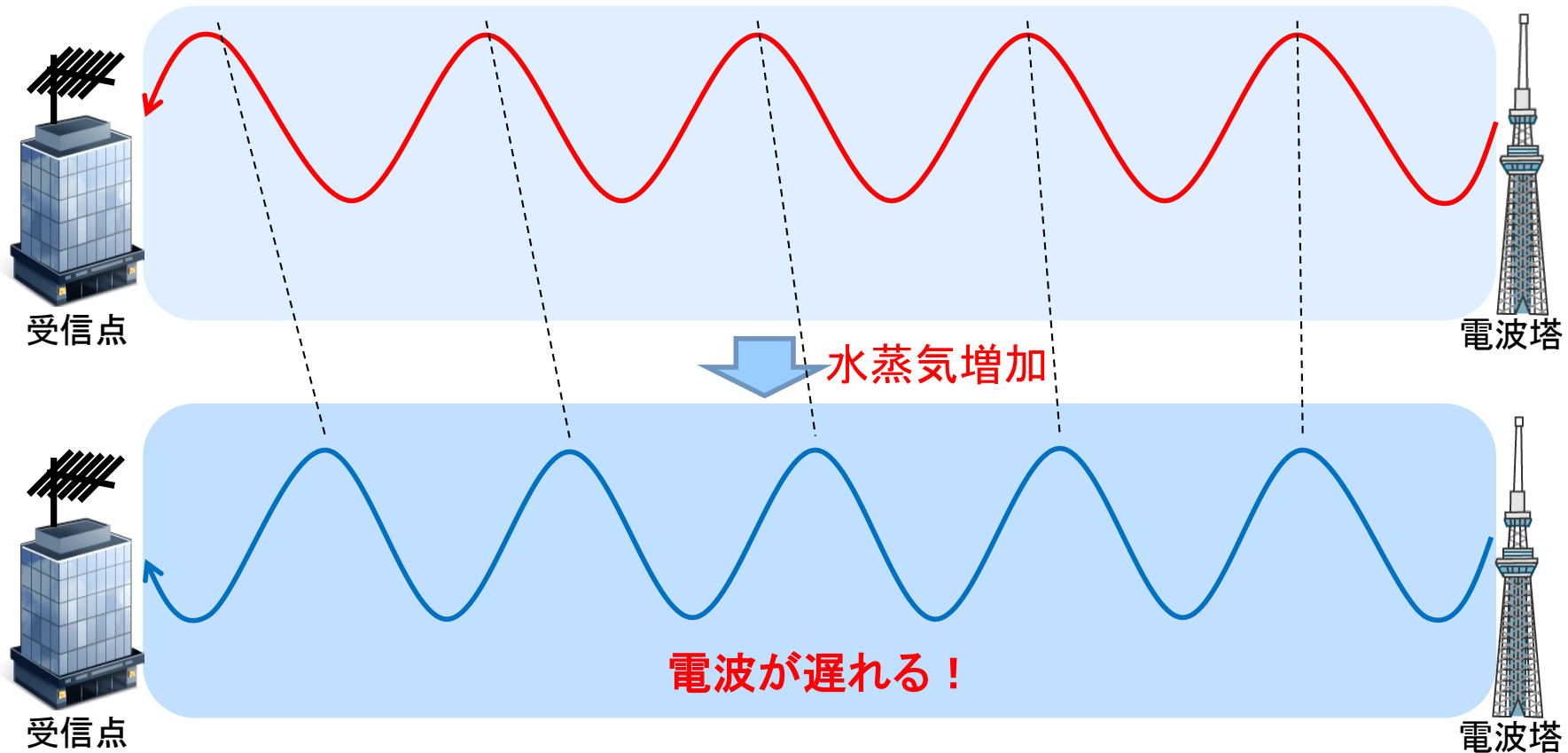
平時から水蒸気の流れや空間分布を把握したい



ゲリラ豪雨や線状降水帯発生の予測において
さらなるリードタイムを稼ぐために
水蒸気量の空間分布を把握することが重要な要素に

～積乱雲発達のさらなる早期探知を
可能にする新たな気象観測手法～
**地上デジタル放送波を用いた
水蒸気量観測**

電波を利用した水蒸気量観測の原理

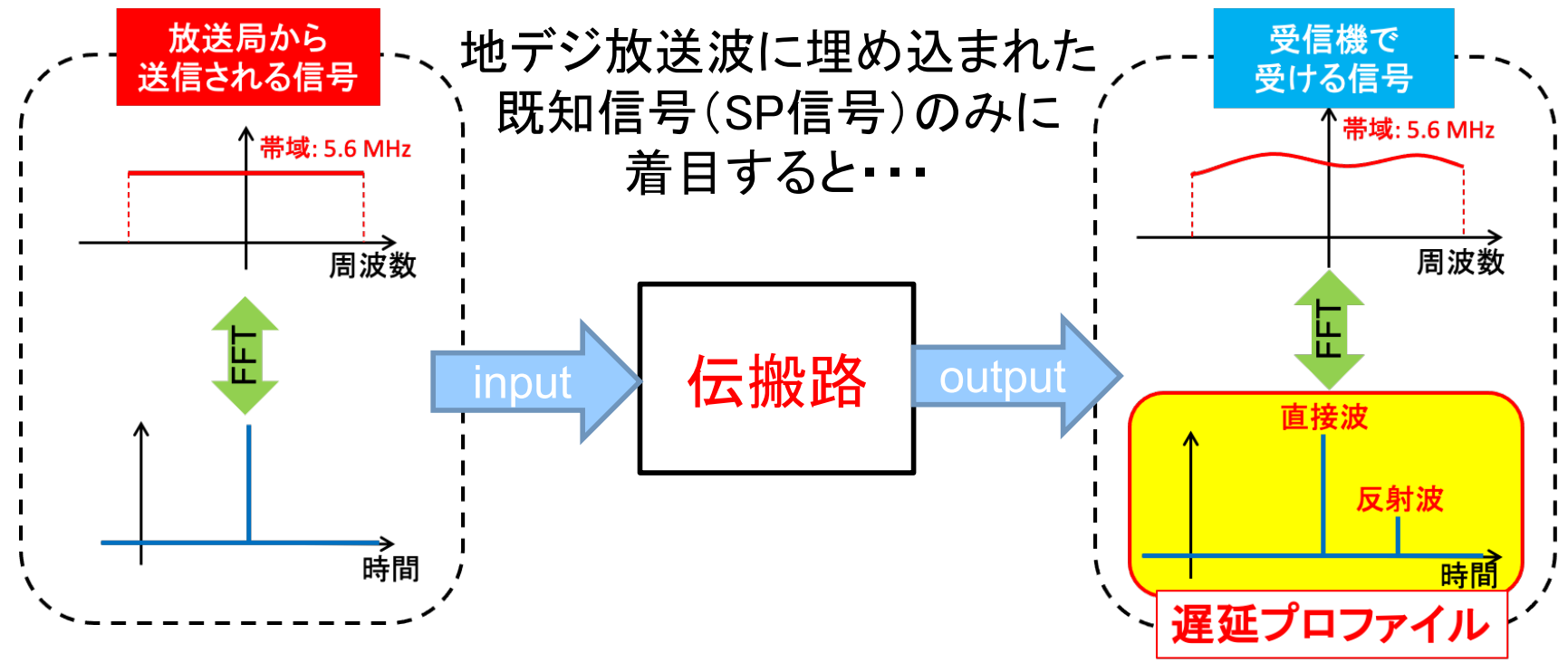
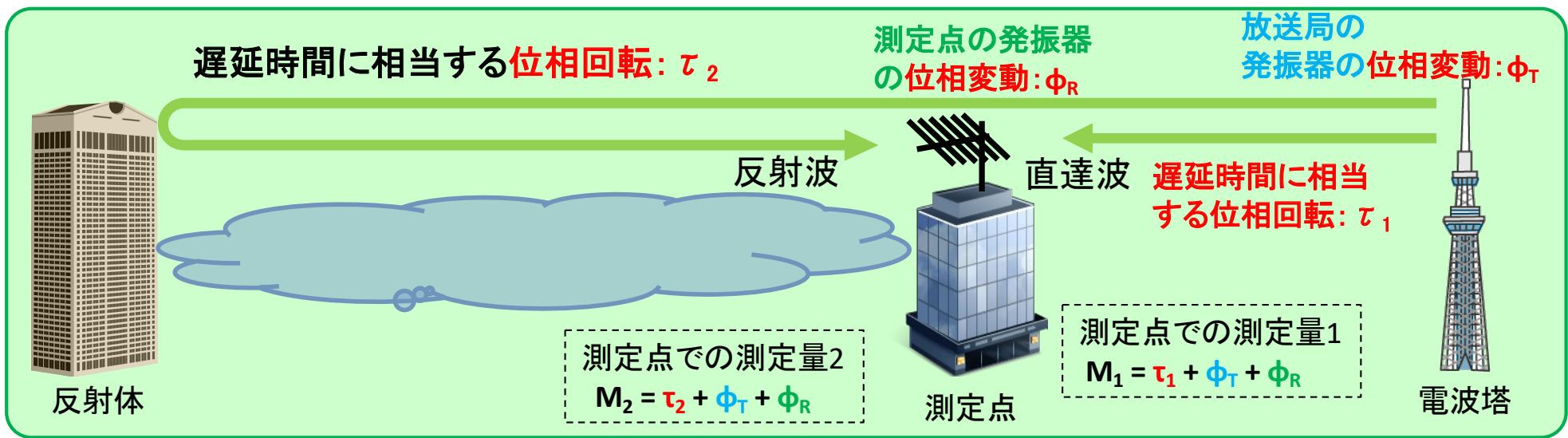


例えば、5 km離れたところで電波を受信する場合、
水蒸気が1%増えると電波の到着は約17ピコ秒（距離5mm分）遅れる

微少な電波の遅れを測って水蒸気量を推定する

ただし、この精度を議論する場合、測定に用いる発振器の位相変動（位相雑音）が大きな誤差要因となる

地上デジタル放送波を用いた水蒸気量観測

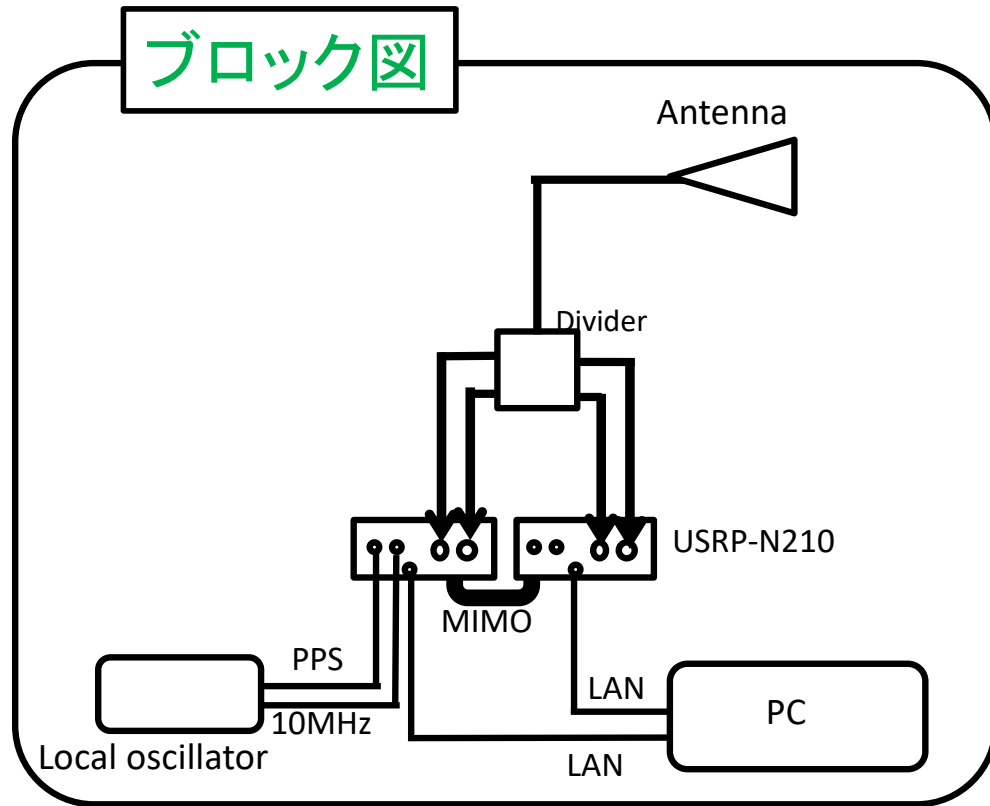


開発した計測システム(2017年当時)

- 地デジ放送波の搬送波位相をリアルタイムで計測できる装置を、ソフトウェア無線を用いてNICTが開発
- OFDM信号を復調して抜き出したSP信号から遅延プロファイルを算出し、その位相を用いて伝搬遅延を精密に計測

計測システムの主な構成要素

- ・USRP-N210(ソフトウェア無線デバイス)
- ・組込PC
- ・基準信号発生器
- ・地デジ用アンテナ(市販品)

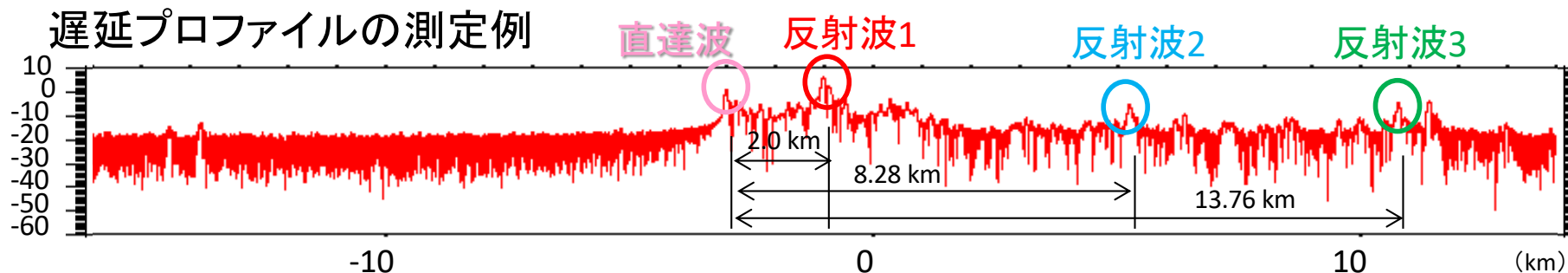


反射波を用いた伝搬遅延の測定例(その1)

3つの反射波を利用

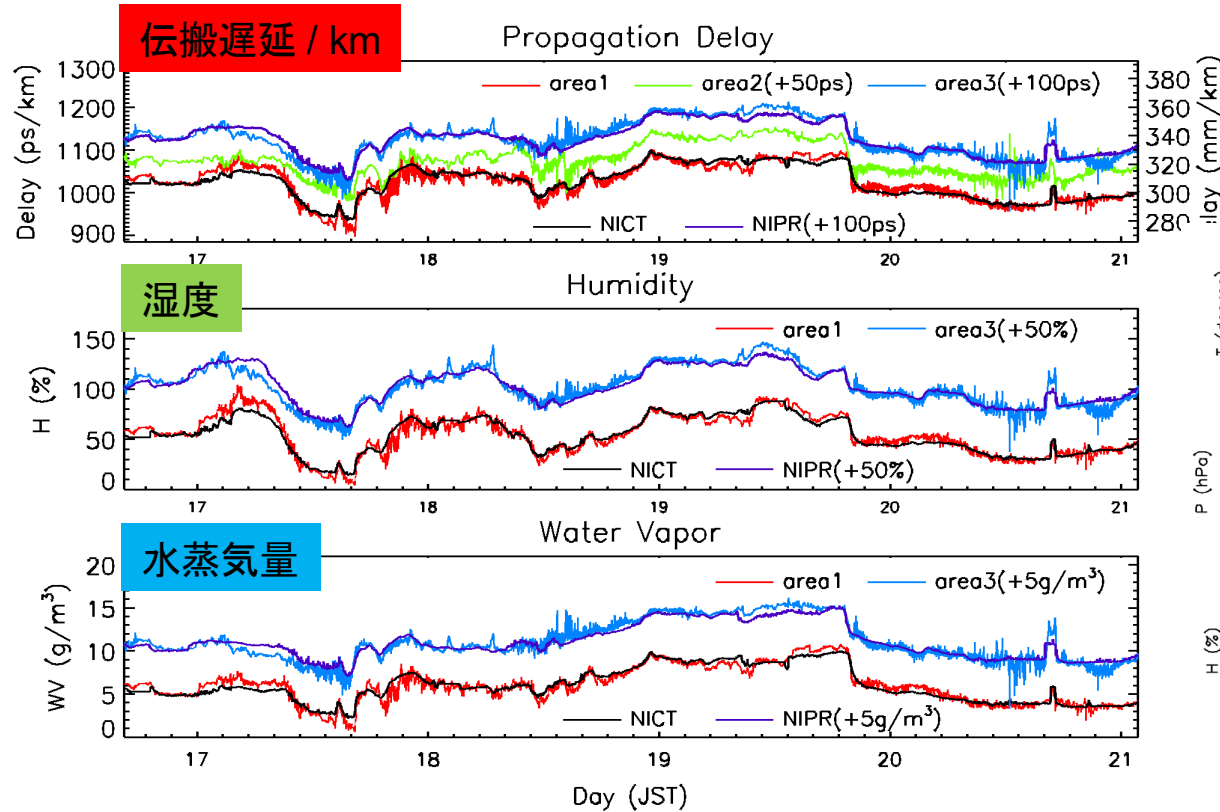


遅延プロファイルの測定例

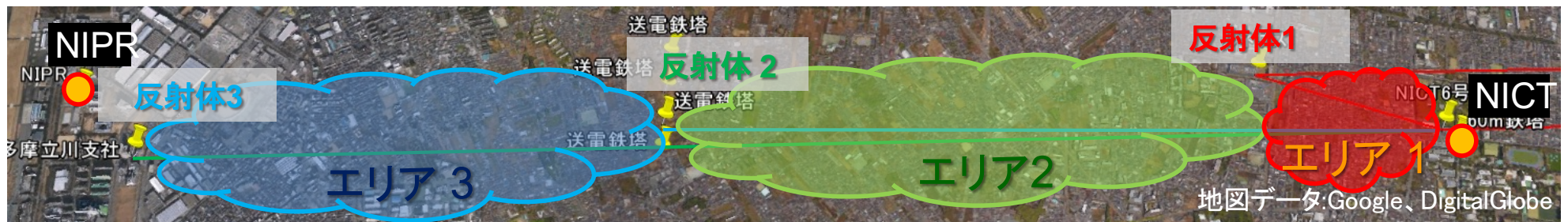
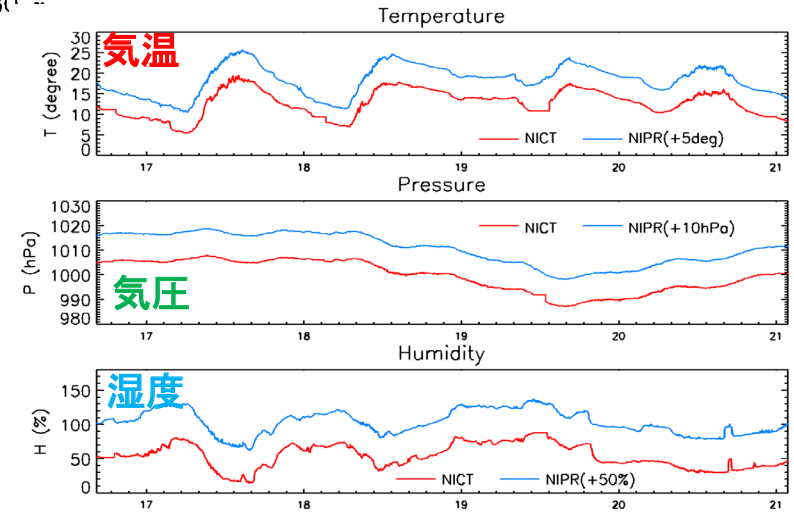


反射波を用いた伝搬遅延の測定例(その2)

2016/3/16~21 (5日間)



NICTと国立極地研究所(NIPR)における地上気象観測データ



地上気象観測値からの計算値と良く一致。エリア毎の伝搬遅延の測定に成功。

九州における水蒸気量観測の展開

内閣府『戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)』

第2期(2018-2022年度)

課題「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」

(テーマ5) 線状降水帯の早期予測及び

発達予測情報の高度化と利活用

参加機関

防災科学技術研究所

名古屋大学

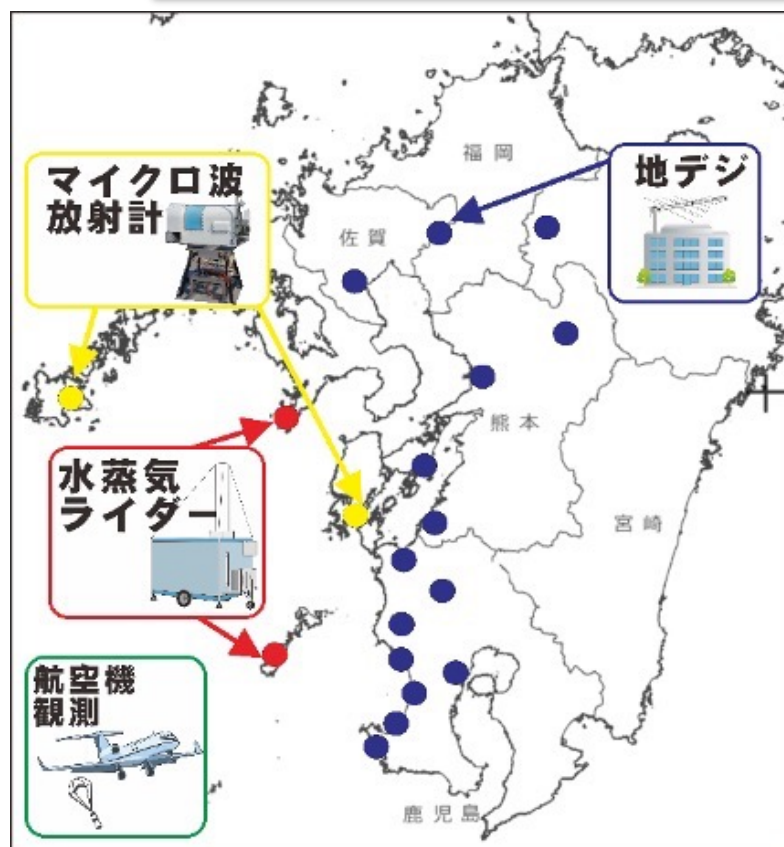
日本アンテナ(株)

情報通信研究機構

福岡大学

気象庁気象研究所

九州地方での水蒸気量観測による降雨予測の高精度化



水蒸気ライダー(下甕島)



地デジ水蒸気量観測装置
(薩摩川内市)

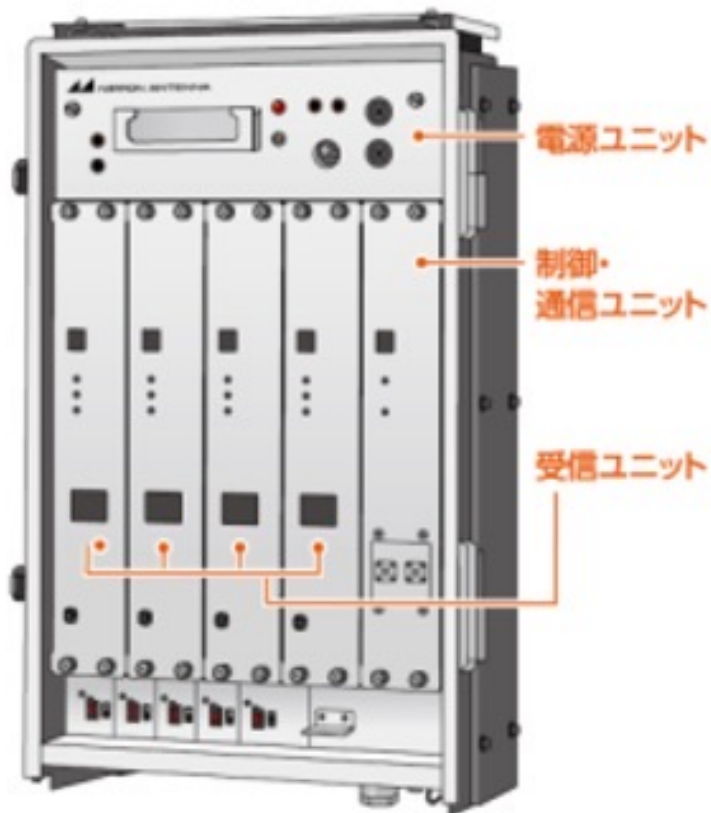


マイクロ波放射計(天草市)



ドロップゾンデ観測

九州地デジ水蒸気量観測網における観測装置



鹿児島県薩摩川内市に設置された
地デジ水蒸気量観測装置

- 消費電力: 32W程度
- AC 100VおよびAC 30/60Vに対応
- アンテナ入力/電源入口に避雷素子を実装
- 本体上部、前面、両側面に遮光板を設置

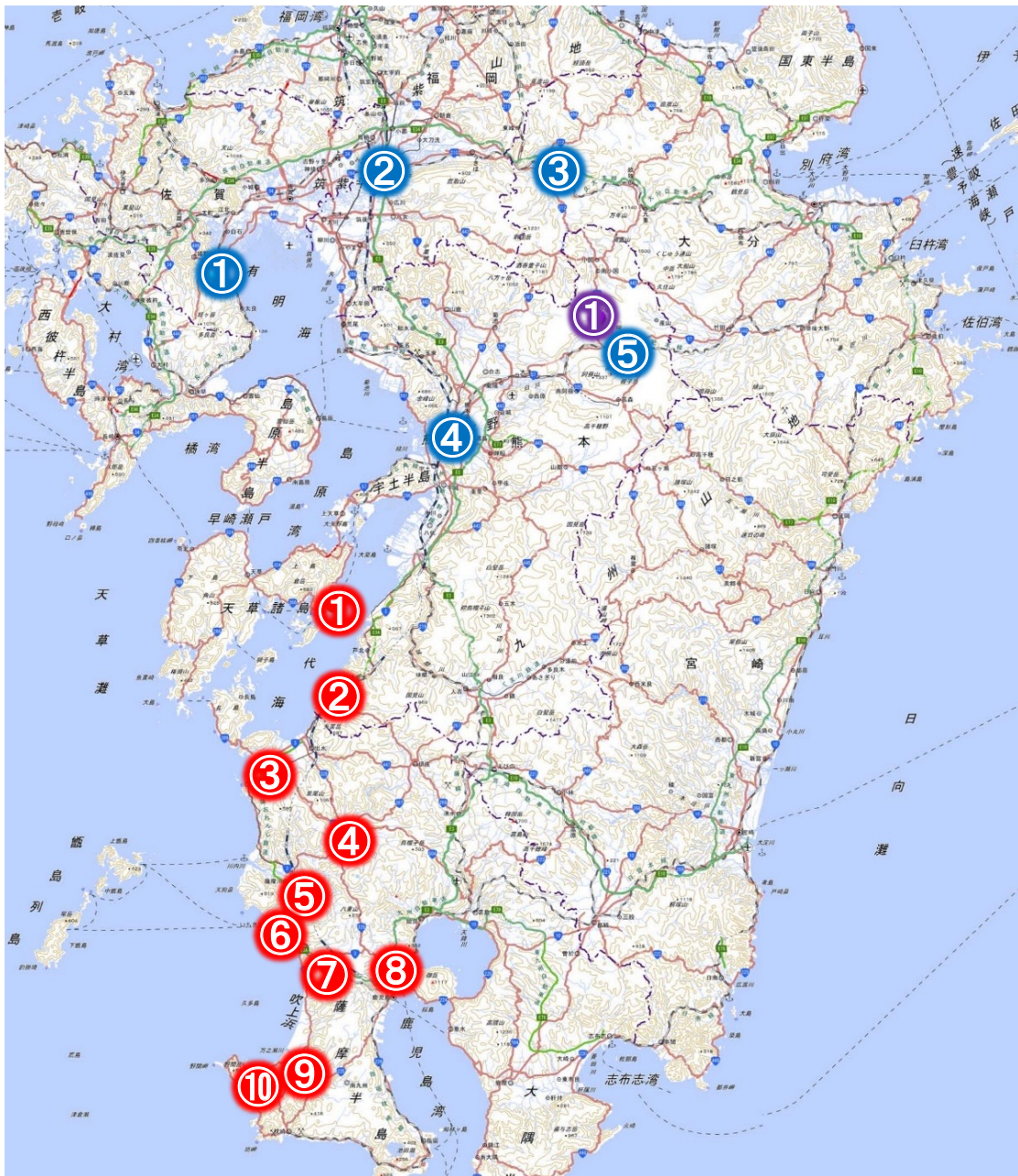


ポール設置例



壁面設置例

九州地デジ水蒸気量観測網における観測地点



観測点位置			
	市町村	緯度	経度
2020年度構築	① 佐賀県鹿島市	33.09453	130.1166
	② 福岡県久留米市	33.32872	130.5117
	③ 大分県日田市	33.32112	130.9413
	④ 熊本県熊本市	32.75108	130.6826
	⑤ 熊本県阿蘇市	32.95213	131.1215
2021年度構築	① 熊本県上天草市	32.39545	130.4112
	② 熊本県水俣市	32.20976	130.3970
	③ 鹿児島県阿久根市	32.05945	130.2237
	④ 鹿児島県さつま町	33.32872	130.5116
	⑤ 鹿児島県薩摩川内市	31.90239	130.4471
	⑥ 鹿児島県いちき串木野市	31.71462	130.2720
	⑦ 鹿児島県日置市	31.62672	130.3955
	⑧ 鹿児島県鹿児島市	31.62605	130.5266
	⑨ 鹿児島県南さつま市	31.41660	130.3234
	⑩ 鹿児島県南さつま市 (大浦地区)	31.37857	130.2253
2021年度構築山岳高度差観測			
①	熊本県阿蘇北局	32.99784	131.0706

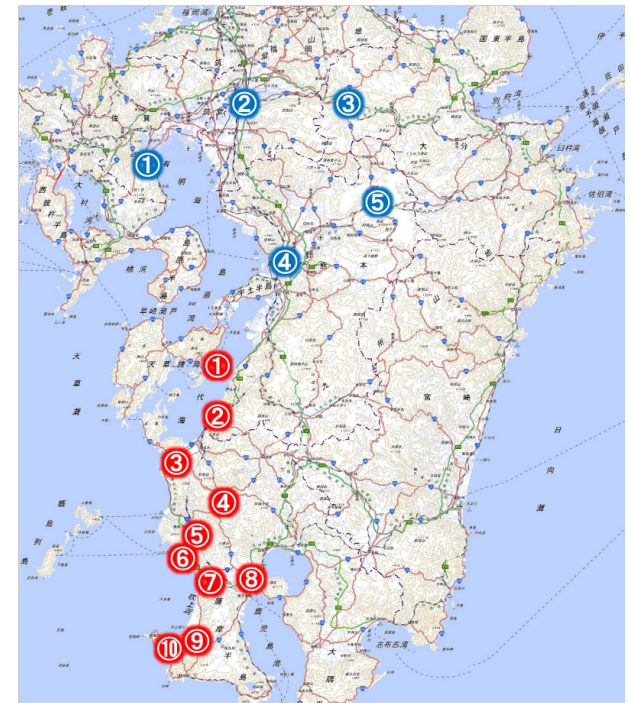
● 現在

- 日本アンテナ(株)が、九州における地デジ水蒸気量観測で得られたデータを無料で公開中(2023年3月まで)



【日本アンテナ(株) データ公開サイト】

<https://www.nichian.net/shop/pages/research-water-vapor.aspx>



● 今後は...

- 線状降水帯の発生メカニズムの解明に向けて、地デジ水蒸気量観測で得られたデータの活用方策を検討。
- 九州における地デジ水蒸気量観測で得られたデータの配信サービスを日本アンテナ(株)が事業として展開。

- **豪雨の早期検知**は、避難へのリードタイムを稼ぐことを可能にする。そのため、豪雨の早期検知を実現する**新たな地上気象センサ**の開発と運用が必須。
- NICTでは、以下の次世代地上気象センサを開発中。
 - 「豪雨の卵」を早期検知できる**フェーズドアレイ気象レーダー**
 - ゲリラ豪雨や線状降水帯の発生につながる「水蒸気量の面的変化」を観測できる**地デジ水蒸気量観測網**
- **九州地域**に次世代地上気象センサを展開することで、**線状降水帯の発生メカニズムの解明**が早期に進むよう、NICTはさらなる研究開発と社会展開に取り組んでいく。