

## 調査検討の概要等について

2015年 11月 27日

古野電気株式会社  
システムソリューション部  
廣瀬 孝睦

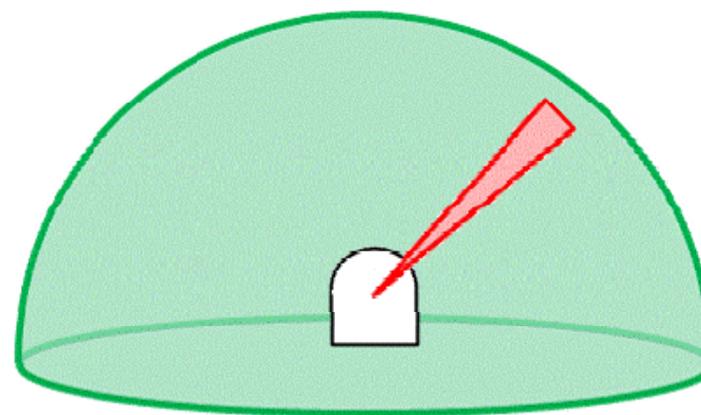
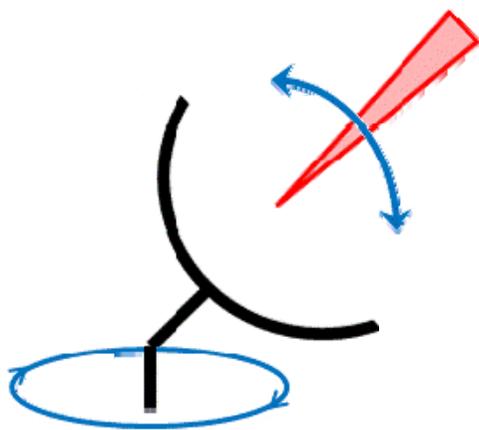
# 本日の発表内容

- ◆ 気象レーダー概説
  
- ◆ 小型・軽量レーダーの存在意義
  - 利用分野や大型レーダーとの違いを紹介
  
- ◆ 9.4GHz帯を使用する意義と課題
  - 調査検討会実証試験の紹介

# 気象レーダー概説

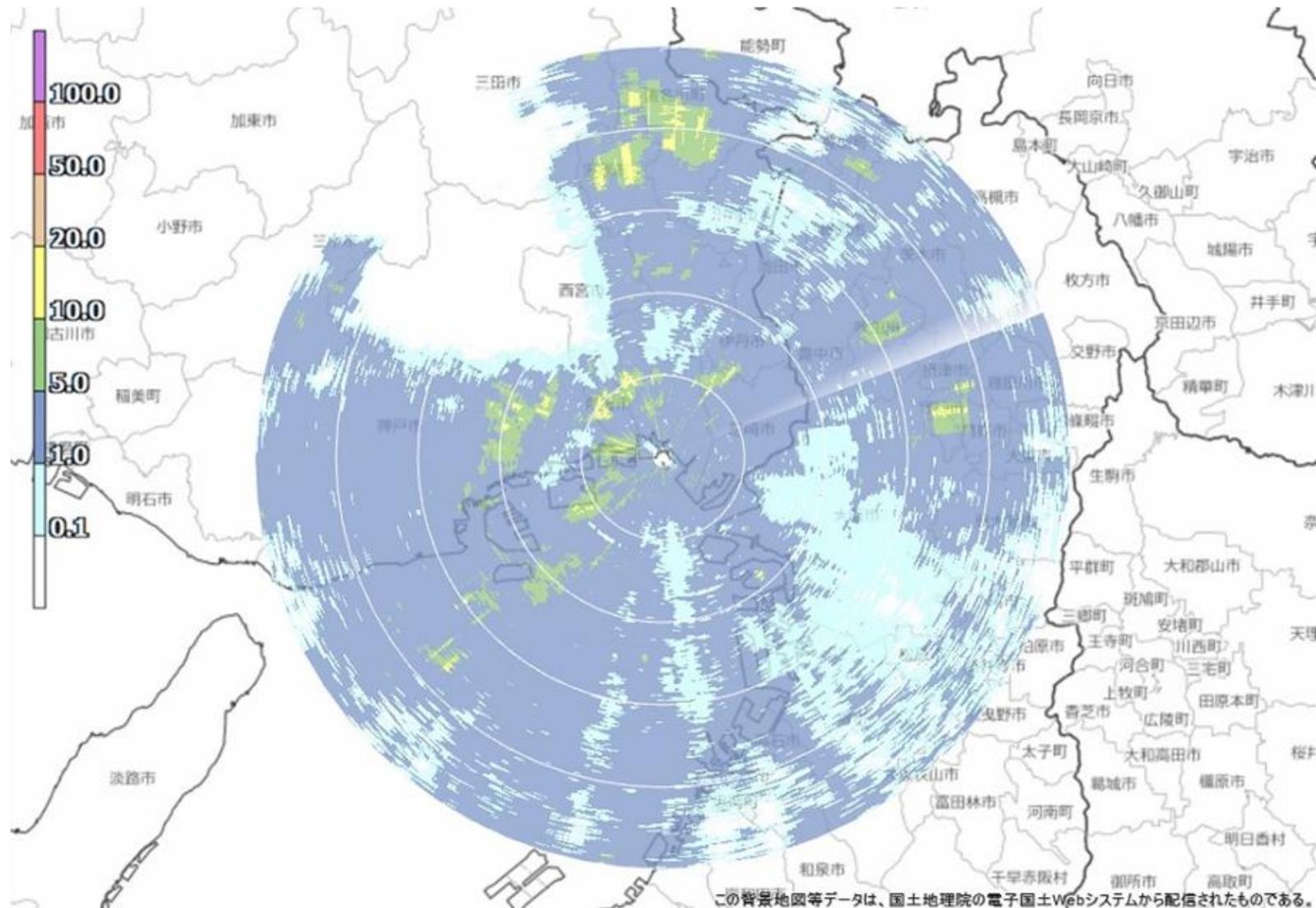
## 気象レーダーの概要

- ◆ 仰角を変更しながら水平回転し、半球内の降雨分布を三次元的に走査・測定するレーダー
- ◆ 降雨量を算出するため、反射係数(絶対値)を測定する一種の測定器ともいえる
- ◆ 観測範囲は主として使用周波数に依存し、日本ではC帯(5.3GHz帯)、X帯(9.7GHz帯)が使用されているが、世界的にはS帯(2.8GHz帯)も使用されている



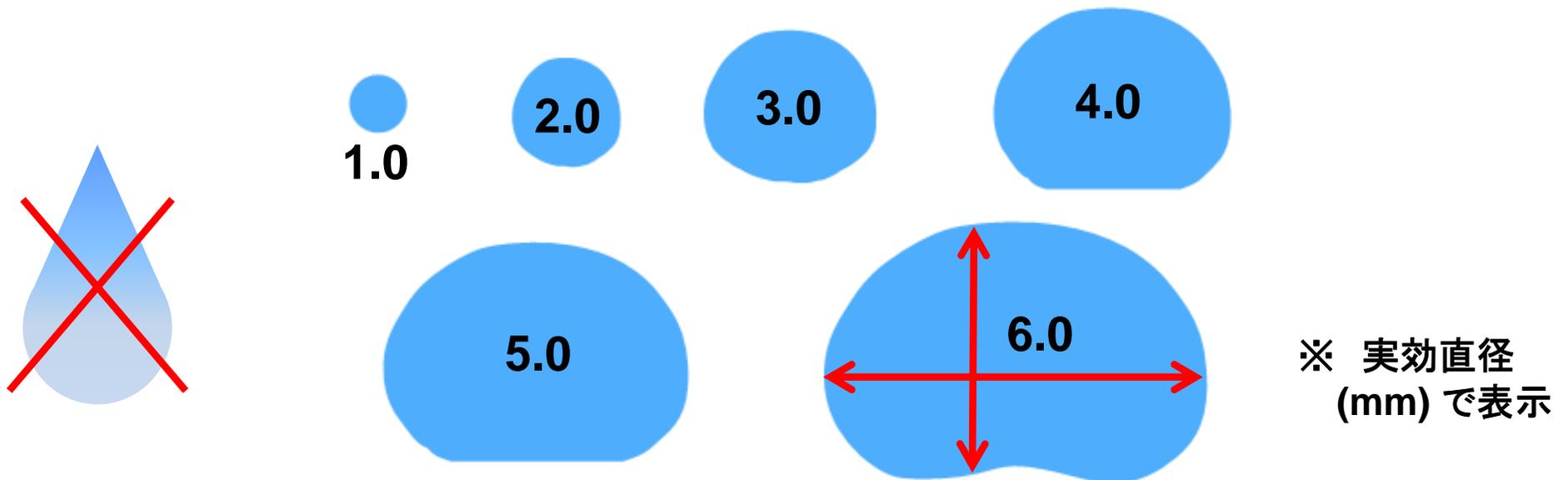
# 観測結果表示例

◆ 降雨域の強度分布を色分けして表示する方法が主流



## 二重偏波レーダー

- ◆ 雨滴は回転楕円体に近い形であり、大きいほど水平・垂直寸法差が大きくなる
- ◆ 水平偏波、垂直偏波の両方を使用して寸法差を測定し、高精度に降雨量を算出する
- ◆ 大型レーダーでは主流となっている技術



【雨滴形状の理論計算結果】

「雨滴について」 郵政省電波研究所 小口 知宏 電波研究所ニュース No.91 (1983.10) より引用

## 二重偏波レーダーの効果例

- ◆ 特にX帯(9GHz帯)は、降雨減衰が大きい
- ◆ 強雨の後方にある弱雨を高精度観測したい
  - 最悪条件としては、レーダー設置位置の上空に強雨が降っている場合、正常観測が困難となる
  - 二重偏波レーダーを用いることによって、ある程度補正可能



# 小型・軽量レーダーの存在意義

# 小型気象レーダーの位置付け

## 都市型災害への対応

狭い観測域で高解像度・高頻度雨量計測

解像度

50m

250m

1km

4km

5分

10分

250km

450km

観測距離

Xバンド  
(φ0.5~1m)  
小型気象レーダー

Xバンド  
(φ3.3m)  
気象レーダー

- ・ゲリラ豪雨予測
- ・都市型浸水、土砂災害監視
- ・道路や鉄道の安全管理
- ・河川洪水、ダム排水管理

Cバンド  
(φ7.0m)  
気象レーダー

大型気象レーダー

Sバンド  
(φ12.6m)  
気象レーダー

更新周期

30秒

60秒

30km

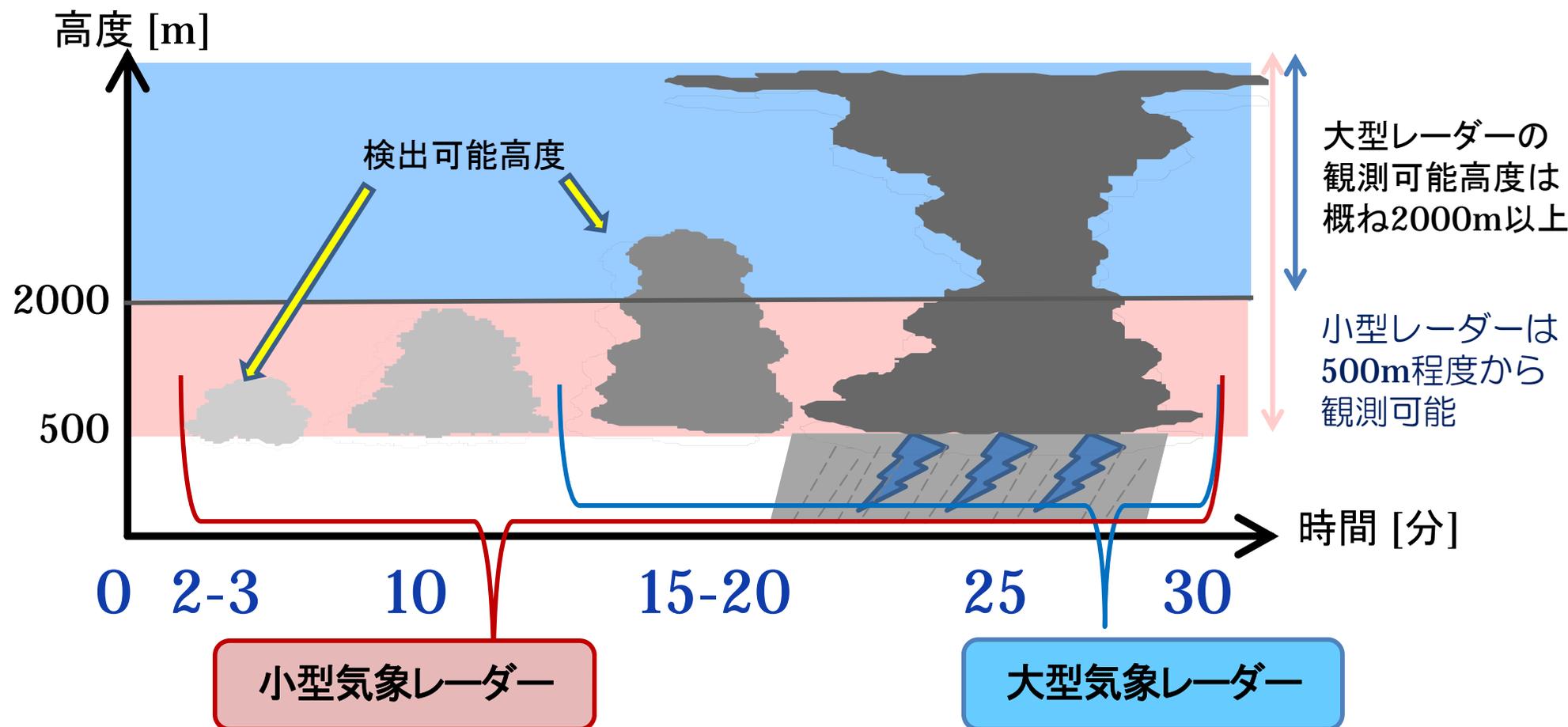
80km

※従来型は広域をカバーするため、  
指向角1度を基本とする

天気予報(雨雲移動)、台風、  
梅雨前線の観測

# 小型・軽量レーダーの存在意義（都市域低高度設置）

- ◆ビルの屋上等、低高度に設置することで早期警戒が可能
  - ゲリラ豪雨や竜巻等、短時間に発達する現象に適する



# 大型レーダーのGAPを埋める小型レーダ（ギャップフィリングレーダ）

高度1km以下を監視できる範囲は半径45 km

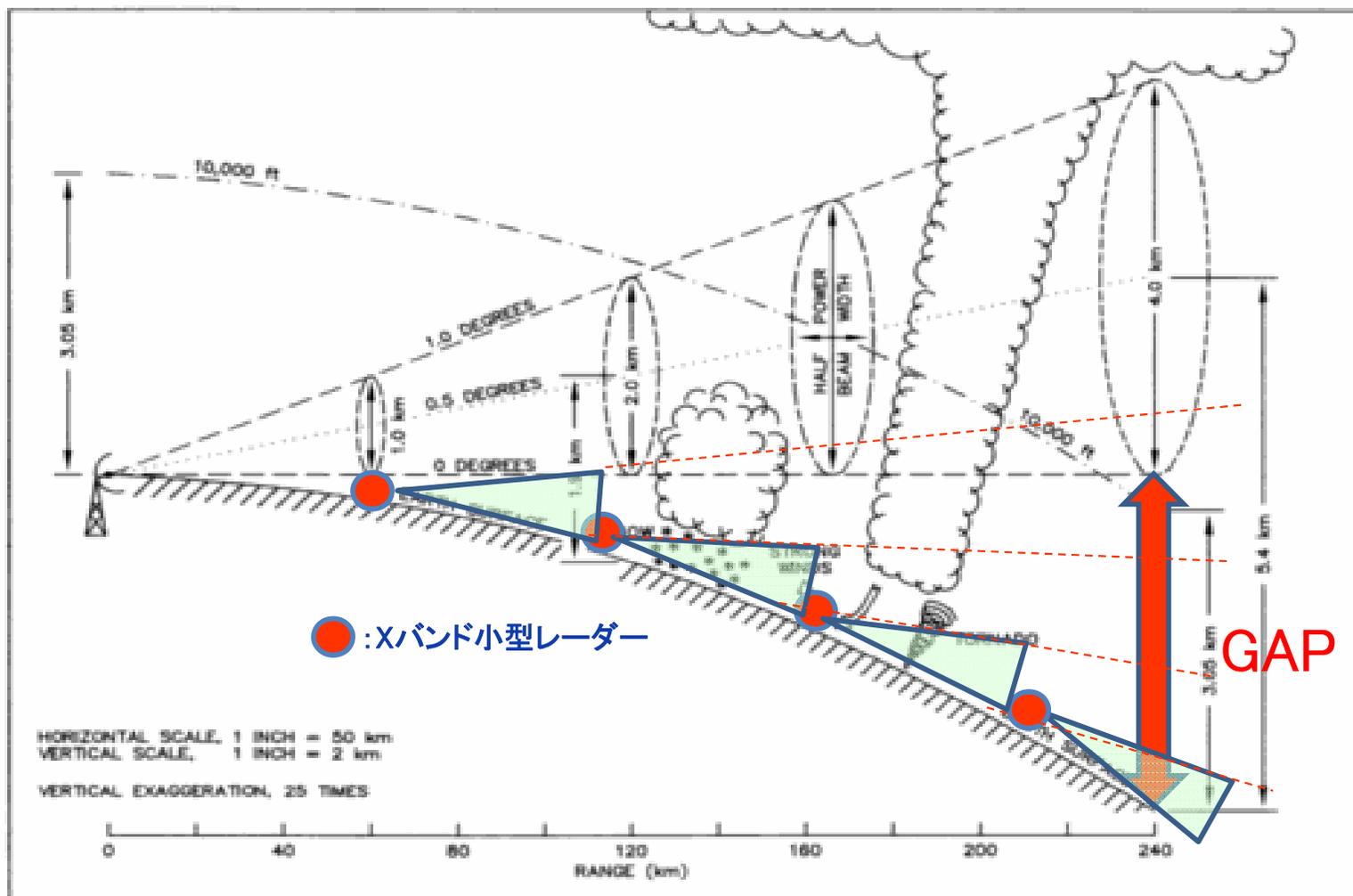
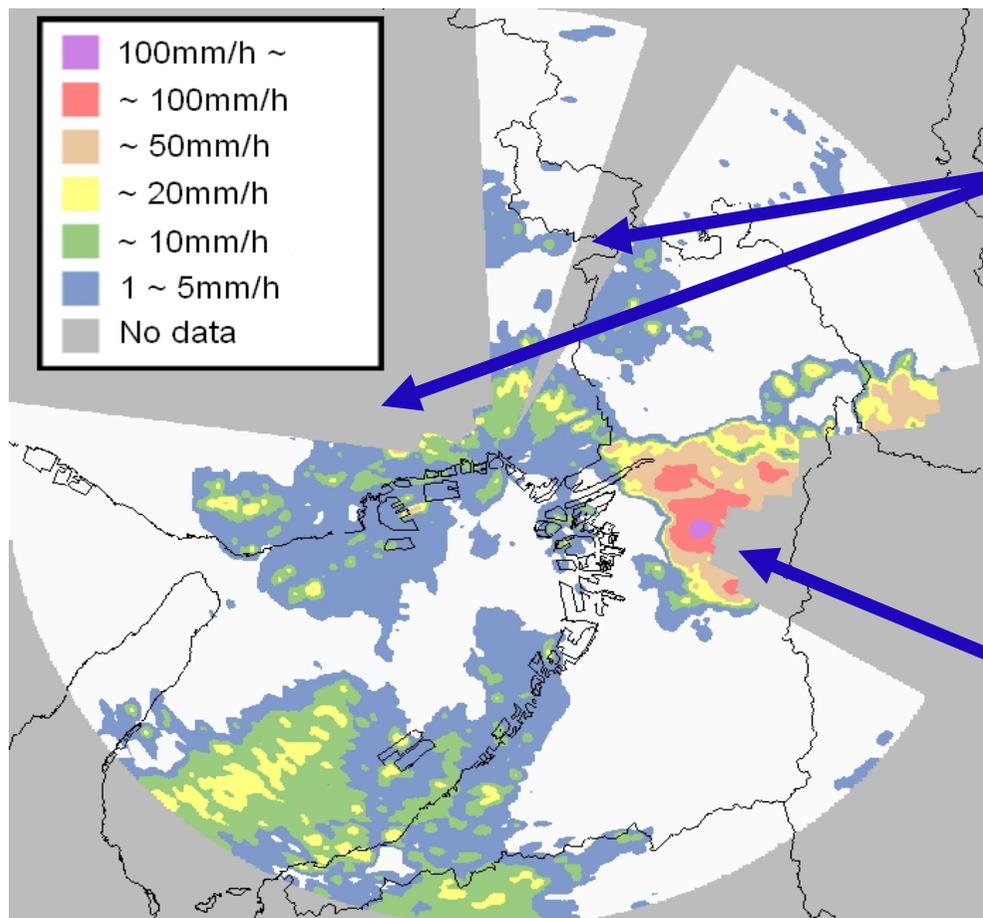


Figure A-3 Diagram illustrating the effect of range and earth curvature (with standard atmospheric refraction) on NEXRAD cross-beam resolution and coverage of low-level weather phenomena. Courtesy of SRI International.

【画像データ引用】レーダ監視技術に係わる国内外の現状

# 都市部における気象レーダーの課題



## 課題:電波遮蔽

周辺の建物により、電波が遮蔽される  
ために観測できず  
=図の灰色部

## 課題:ブラインド現象(電波消散)

豪雨によって電波が大きく減衰し、  
精度が低下する為に観測できず  
=図の灰色部

2013年8月25日(日)11:02  
大阪市内豪雨時の映像

都市域における局所的豪雨による被害を小さくするには、ブラインド現象を防止するべく、高空間分解能の小型気象レーダにより従来型レーダを補間する必要がある

## 小型・軽量レーダーの存在意義（運用面の効果）

- ◆ 局地的な異常気象の増加に伴う、地域毎の急激な気象変化を早期にとらえる高解像度リアルタイム観測の実現
- ◆ 既存レーダーでは観測困難・不十分な場所への対応（山間部等）
- ◆ 簡単かつ低コストでの設置、運用による持続可能な防災・減災への寄与
  - 既存の建物に設置可能であり、付帯設備も最小限
  - クレーン等の重機を使わない人力での設置も可能  
（空港のような制限事項が多い場合、特に有効）
  - 短時間設置可能（移設も容易であり、資産を有効活用）
  - 環境に優しい省電力設計（家庭用100V電源により駆動可能）

## 小型気象レーダーの利用例（将来展望）

### ●気象観測分野

例) 都市部における集中的な降雨モニタリングや大型レーダーの補間

### ●防災分野

例) 山間部、地滑りおよび浸水常襲地域における早期警報システム

### ●水処理・管理分野

例) 下水道、ダムおよび河川における関連設備制御

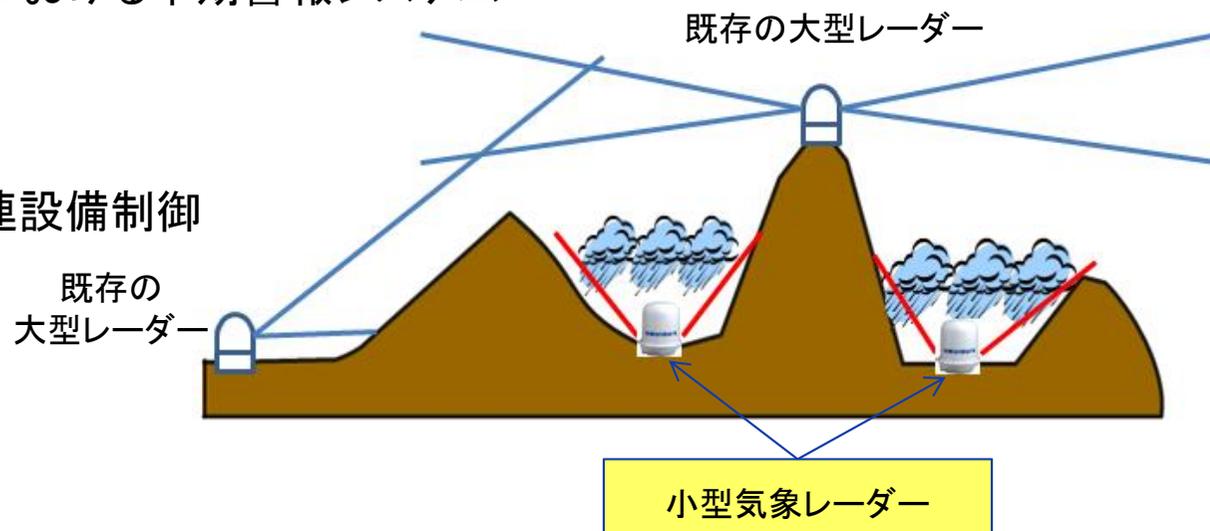
### ●運行支援分野

例) 高速道路、鉄道、空港

### ●試用 / 一時利用

例) 実証実験、研究開発および気象関係者向け教育トレーニング

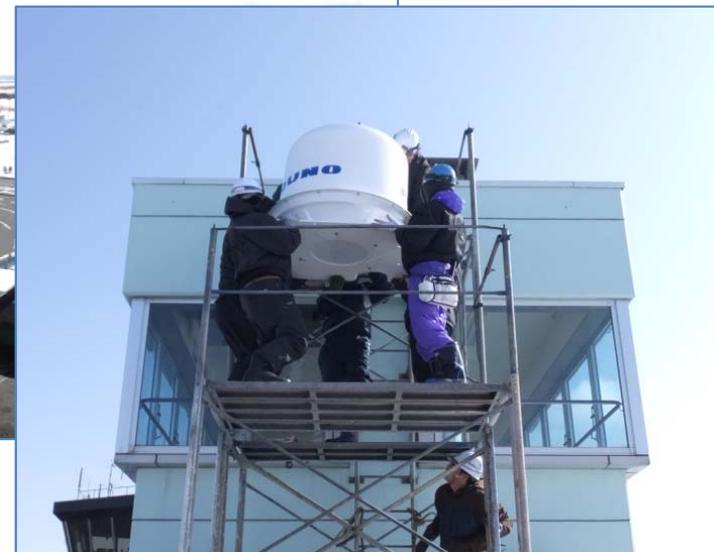
例) 移動観測車による災害現場、屋外イベントおよび工事現場等向けの気象観測サービス



## 利用例1 運行支援分野(航空分野)

### 局地気象観測に最適化した気象レーダーを稚内空港に設置

- ◆二重偏波ドップラ気象レーダー「型式:WR-2100」1基を実験試験局として稚内空港(北海道稚内市)に設置し、4月3日から稚内周辺の気象観測の実証実験を開始しております。
- ◆今回の実証実験では、冬季の稚内空港の就航率改善や異常気象による影響の軽減を目的として、局地気象観測に最適化された当社の気象レーダーを活用して、稚内市周辺における気象観測実証実験を行います。



## 利用例2 水処理・管理分野(下水道管理)

国交省が行う都市域における局所的集中豪雨に対する雨水管理技術実証事業、平成27年度B-DASHプロジェクトに採択されました！



都市域高  
解像度レ  
ーダー



リアルタイム短時間  
降雨予測



高速  
流出解析  
モデル



降雨・浸  
水予測情  
報の配信

市民の自助・共助の促進や、雨水排除施設への支援情報提供による施設能力の最大限活用などによる被害縮減効果を実証

3台による  
マルチレーダーシステム  
2箇所を設置(2015年秋)

## 9.4 GHz帯を使用する意義と課題

## 9.4GHz帯を使用する意義（国際規定）

### ◆ ITU-RR規定における業務間優先順位概要（世界共通）

- 1位：無線航行業務（船舶、航空機用）
- 2位：地上に設置した気象レーダー（無線標定業務）
- 3位：その他の無線標定業務

### ◆ 国際競争力の確保

- 国際的な周波数を使用することで国際展開が容易
- 市場開放と表裏一体だが、使用者には望ましい方向
  - ◆ 価格低下だけでなく、技術発展も期待できる

## 9.4GHz帯を使用する意義（生産・運用上の利点）

- ◆ 生産台数の多い船舶レーダー用部品を流用可能
  - 低コスト製造が可能、保守部品調達も容易
  
- ◆ 周波数共用による電波資源の有効利用
  - 船舶用は元々、共用している
  - 9.7GHz帯は周波数・地域分離で干渉を避けて割り当て
    - ◆ 台数増加に対応できない
    - ◆ 狭帯域運用（4.4MHz以下）が必須であり、高分解能観測ができない
  - 干渉を許容した上での業務目的達成を実証
    - ◆ 干渉除去技術の効果実証

## 9.4GHz帯を使用する際の課題

### ◆ 地上用気象レーダーは2番手の優先順位

- 1番手(船舶用、航空機用)へ「有害な混信」を与えてはならない
- 気象レーダーが被る混信は許容した上で業務を遂行

### ◆ 共用条件の定義

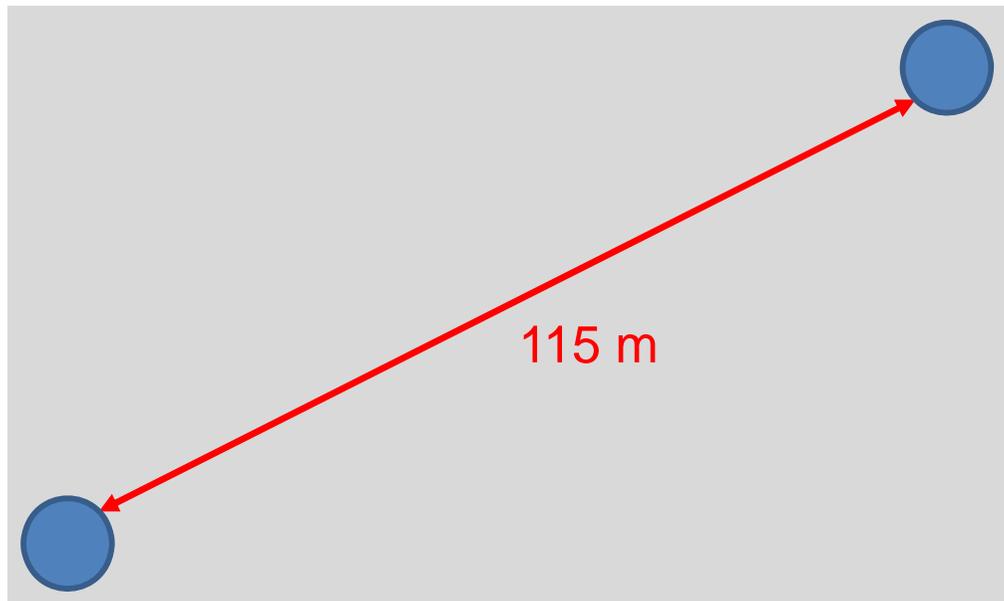
- 「有害」とならないための条件検討
- 許容できる範囲となるための条件検討

### ◆ 実機を用いた検証が必要

- コンピュータシミュレーションも併用し、補完

## 実証試験：気象レーダー相互、船舶用干渉試験

- ◆ 広島大学の駐車場で実施
  - 100m以上の距離の確保要
- ◆ 等価的に距離を変化させて検証



広島大学 南第2駐車場



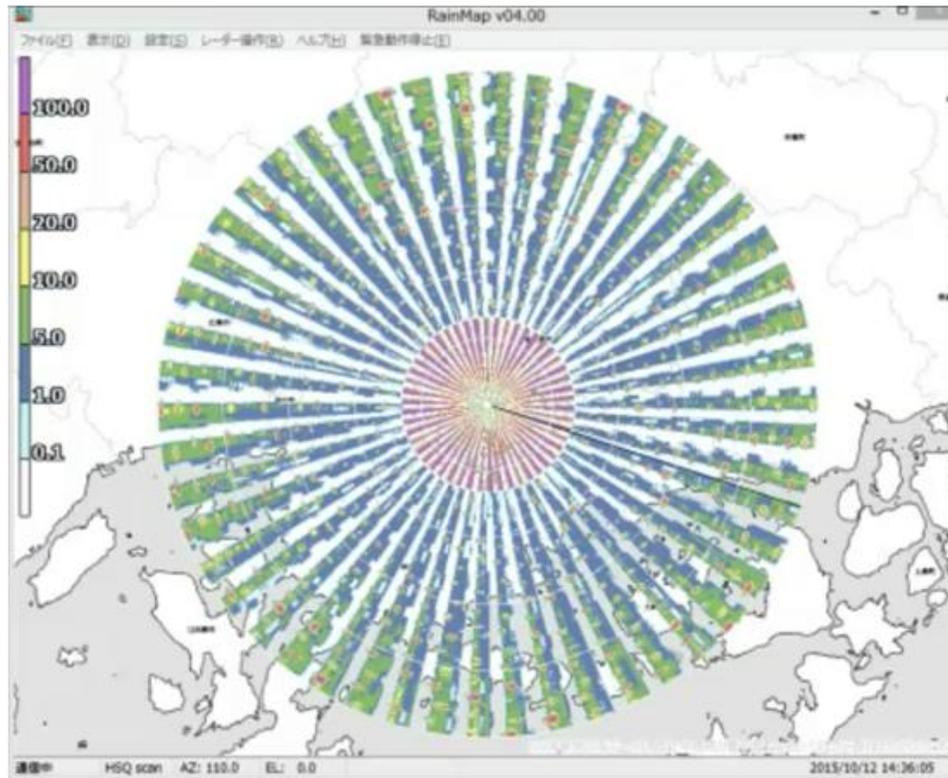
実験協力



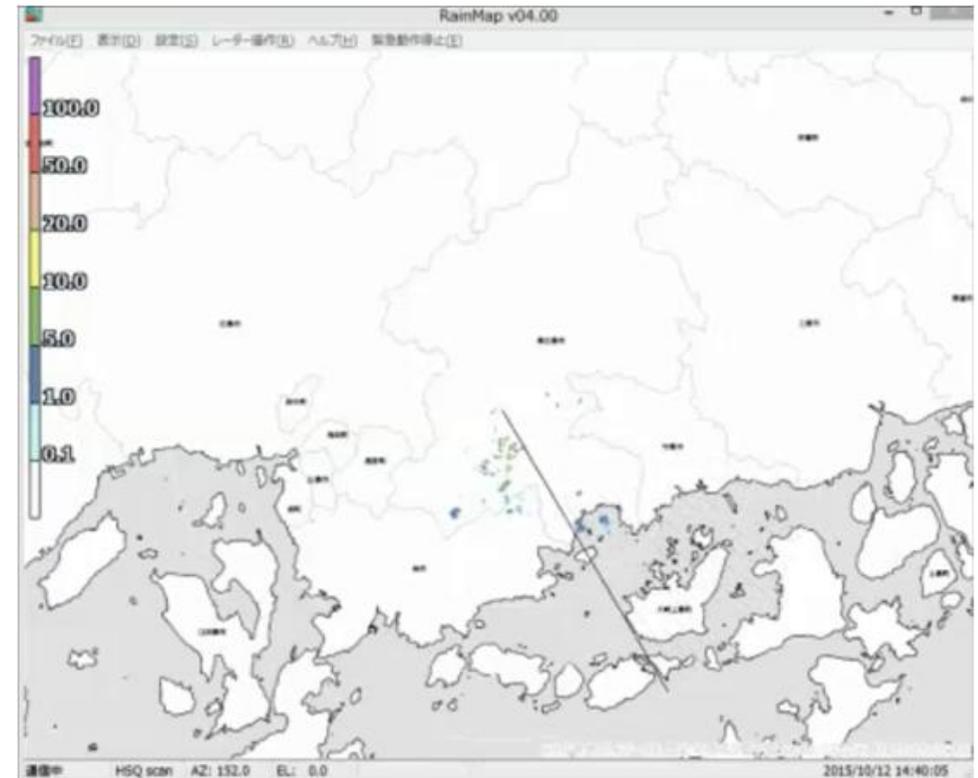
広島大学

# 干渉除去機能の効果例(気象レーダー)

- ◆レーダー間距離:20 m相当(最悪条件)
- ◆干渉を消去した上で、地形は映っている



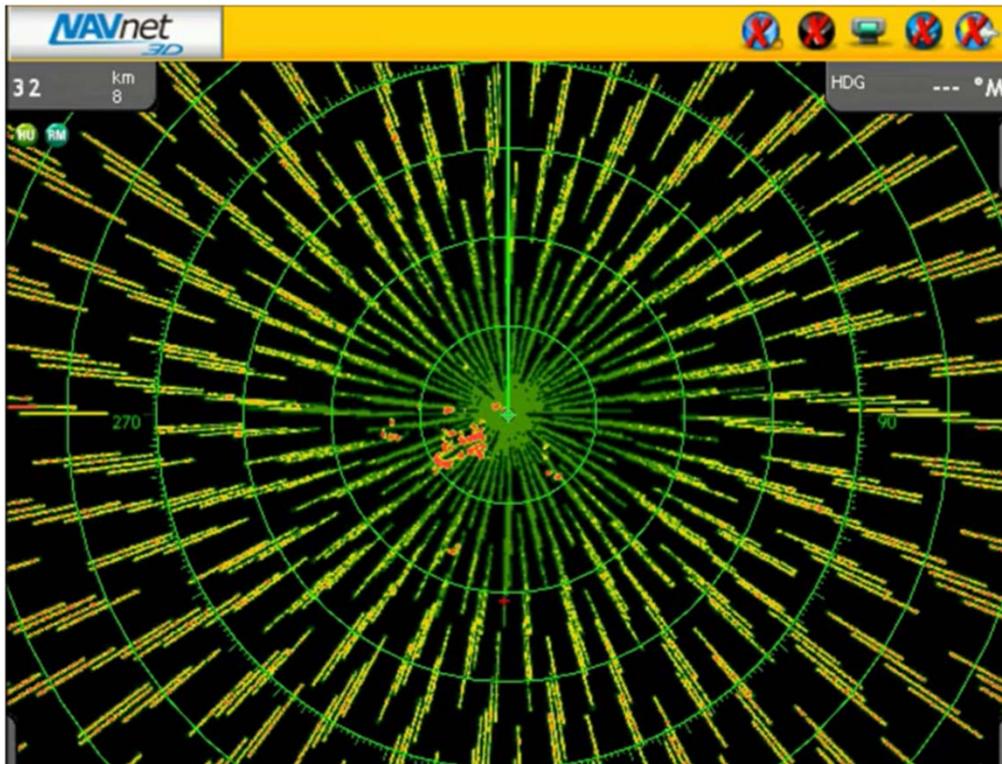
干渉除去機能:OFF



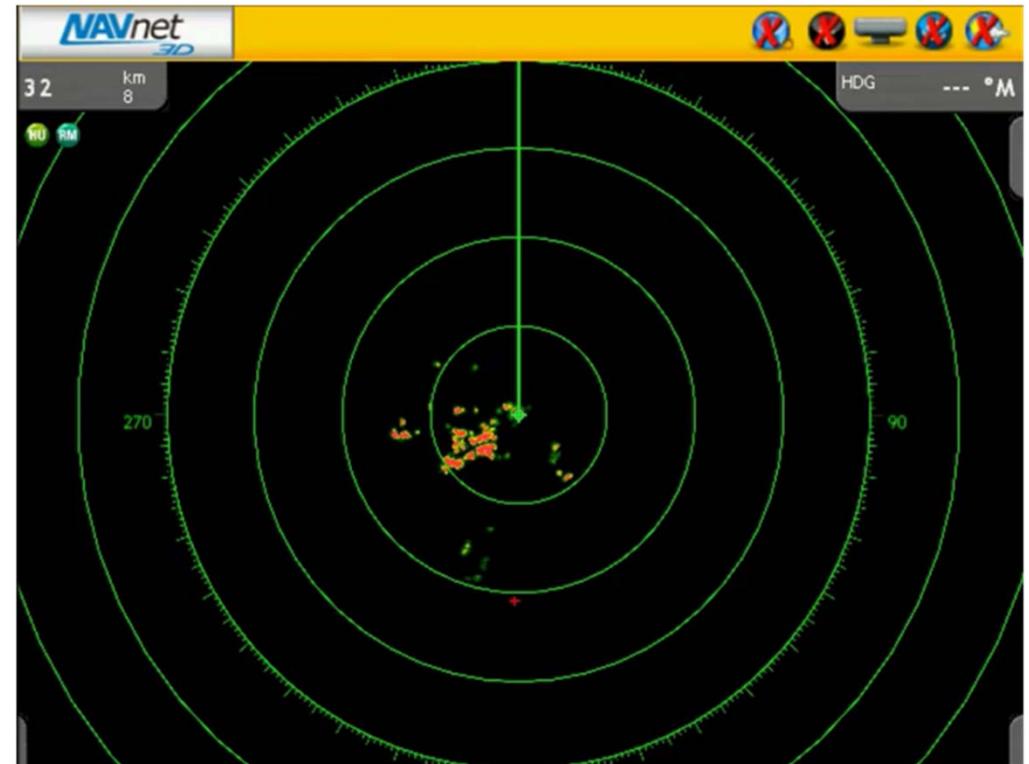
干渉除去機能:ON

## 干渉除去機能の効果（船舶用レーダー）

- ◆ レーダー間距離：53 m相当（最悪条件）
- ◆ 干渉を消去した上で、地形は映っている
  - 船舶用レーダーは一般的に、干渉除去機能を搭載している



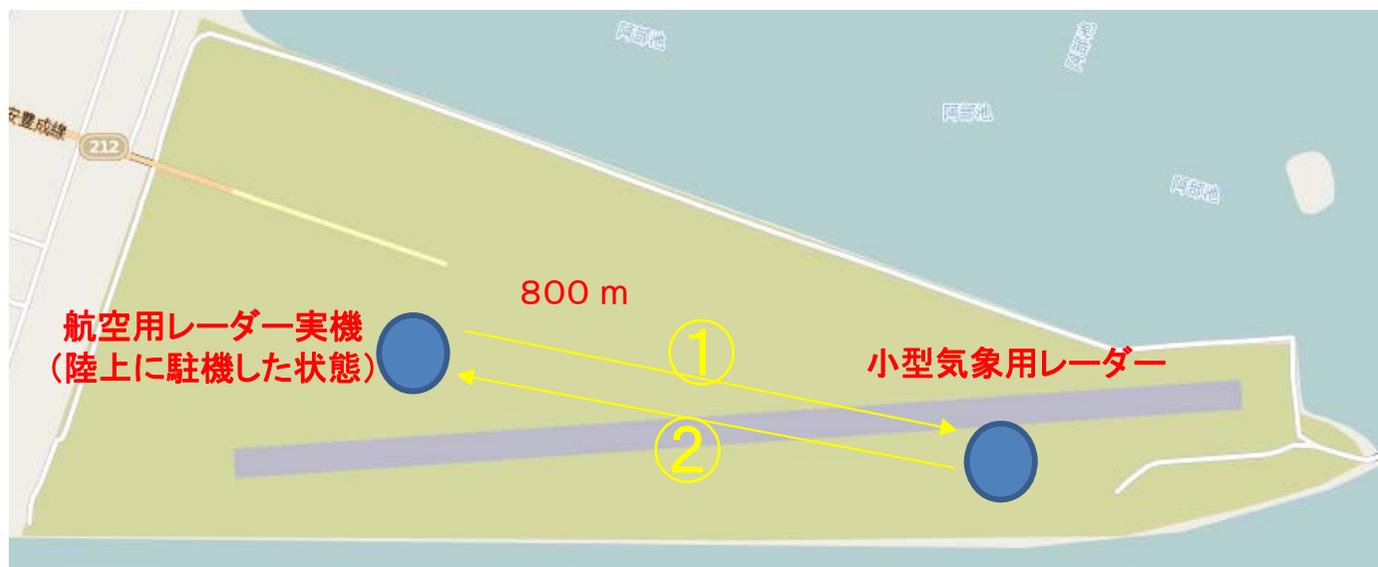
干渉除去機能：OFF



干渉除去機能：ON

# 実地試験：気象レーダー 対 航空機 干渉試験

- ◆ 岡南飛行場（岡山県）で実施
  - 岡山航空株式会社様から航空機を借用
- ◆ 等価的に距離を変化させて検証



岡南飛行場（OpenStreetMapより）

実験協力  
岡南飛行場



# 航空機レーダーへの干渉

- ◆ 航空機レーダーには干渉除去機能が無いことが多い
- ◆ 許容できる範囲を検討する



最悪状態



周波数隔離 (2.5MHz)

## まとめ

### ◆ 気象レーダーの概要

- 一般的には、降雨量の色別表示が馴染み深い

### ◆ 周波数共用による電波資源の有効利用

- 干渉波が存在する前提での運用

### ◆ 国際的な周波数の使用による低コスト化

- 船舶用・航空機用との共通周波数であり、部品流用可能
- 国際競争力の強化

### ◆ 実証試験例の紹介

- 船舶用、気象用レーダーの干渉除去機能効果
- 今後、共用条件を検討