

平成27年度

「X帯無線航行レーダー帯域における気象レーダーの  
利用に関する調査検討」

調査検討計画（案）

# 目次

1. 目的及び内容
2. 実施内容
  1. 周辺情報の整理
  2. 想定仕様と需要の検討・調査
  3. 机上混信検討等
  4. 実験試験局による実証試験
  5. 技術的条件案のとりまとめ
3. 実施体制

# 1.目的及び内容

## ■ 目的

- 船舶等のレーダーに使用されているX帯の一部(9.4 GHz帯)において、小型気象用レーダー用の無線局免許に係る技術的条件等（運用条件を含む）の策定に資する検討を行うものである。

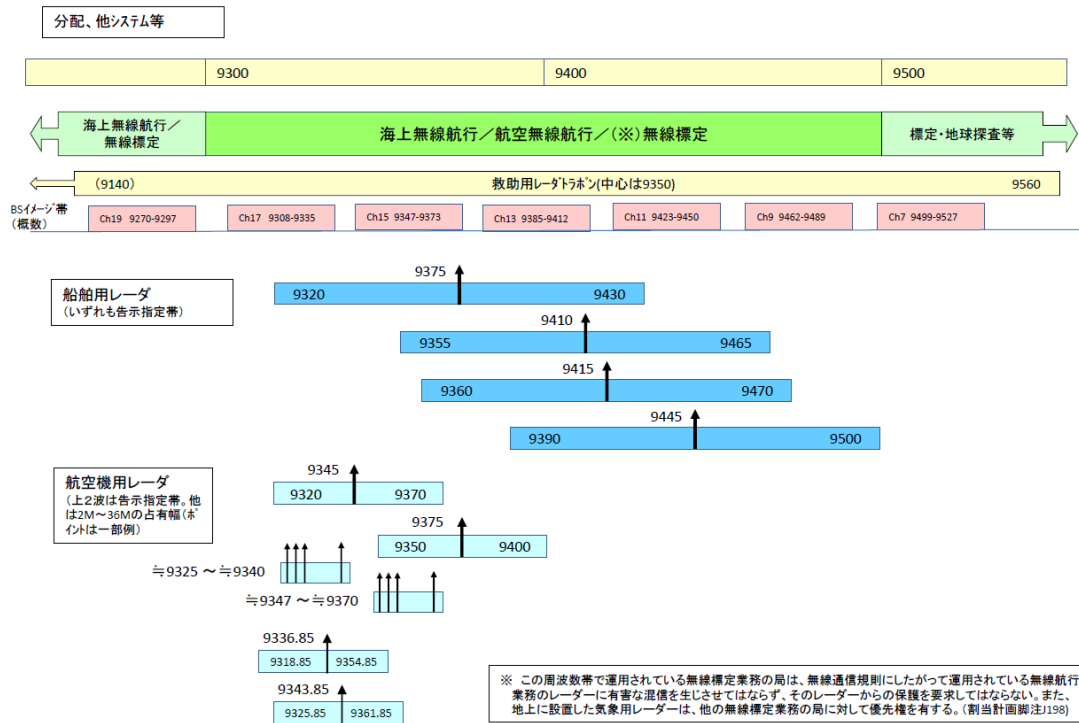
## ■ 内容

- 現在、主に船舶及び航空機のレーダーに使用されている9.4GHz帯において、干渉波の電界強度の測定と干渉画面の画像処理機能の有効性確認を含む表示試験を行い、想定される位置関係や運用形態から、小型気象用レーダーを実用局として利用を行うための運用条件及び技術的な検証等を実施する。

# 2-1.実施内容 周辺情報の整理

## ・9.4GHz帯におけるレーダー等の利用の実態

9GHz帯航行系レーダ周辺の周波数



9.4GHz帯の周波数を想定している。この周波数は船舶等の航行用のレーダーに使用されており、小型の製品の技術を転用しやすい一方で、これら既存のレーダーと共存のため、有害な混信を与えない運用の条件等を検討する必要がある。

優先順位1位	無線航行業務
優先順位2位	地上に設置した気象用レーダー (無線標定業務)
優先順位3位	その他の無線標定業務

## 9300～9500MHz帯の分配状況

国内分配	無線局の目的	周波数の使用に関する条件
海上無線航行	公共業務用、一般業務用	搜索救助用レーダートランスポンダ用及び船舶無線航行用レーダー用とする。
航空無線航行	公共業務用、一般業務用	航空機無線航行用レーダー用とする。
無線標定	公共業務用、一般業務用	

## 2-1.実施内容 周辺情報の整理

### 既存無線局数内訳

周波数 [MHz]	合計 局数	船舶局	特定 船舶局	遭難自動 通報局	航空機局	無線航行 陸上局	無線航行 移動局	無線標定 陸上局	無線標定 移動局	実験 試験局
9300 ～9349.999	827				715		1			75
9350	5472	4910	334	20			207			1
9350.001 ～9374.999	62				61					1
9375	354	35	31		251		7			30
9375.001 ～9409.999	4		1							3
9410	42491	6988	26252			9	8873	18	59	292
9410.001 ～9414.999	1									1
9415	46	42	1							3
9415.001 ～9444.999	3									3
9445	1086	31	496				551			8
9445.001 ～9499.999	32									32
9500	1									1

無線局等情報検索による、2015年6月26日現在のデータを集計  
広帯域で免許されている局は複数回カウントされている

- ・ 既設局の79.6%が9410MHzで開設
- ・ 既設局の99.94%が9445MHz以下で開設

## 2-1.実施内容 周辺情報の整理

### 海外の動向

- ITU-RRに従い、9300～9500 MHzの間で運用
  - ITU-RRでは、海上の無線航行用が優先順位1位、陸上の無線標定用（気象用に限る）が優先順位2位
- 固体化は途上で、電子管（マグネトロン等）が大多数
- 9700～9800MHzに標準対応しているメーカーは見当たらない
- 低価格を売りにするものは、船舶用レーダーの改造品
  - 古野電気製を改造したのも多く、その全てが9410MHzのマグネトロンレーダー

### 海外製X-Band気象レーダー仕様一覧

メーカー	Selex		DHI	Eldes	EWR			EEC		
機種	Rainscanner	60DX	LAWR	WRX-10	E600	E700XD	E750	Ranger X1	Ranger X5	DWSR-2001X
周波数 [MHz]	9410	9300 - 9500	9410	9375 or 9410	9320 - 9400	9320 - 9370	9300 - 9400	9200 - 9700	9200 - 9700	8500 - 9600
出力電力 [kW]	25	75	25	10	3.3	0.25, 0.5, 1	0.5, 1, 2	0.1	0.5	200
電子管 / 固体素子	電子管	電子管	電子管	電子管	電子管	固体素子	固体素子	固体素子	固体素子	電子管

- 海外においても、気象用レーダーとして9.4GHz帯が使用されている

## 2-2.実施内容 想定仕様と需要の検討・調査

### ■ 想定仕様

#### □ 期待される小型気象用レーダーの仕様検討

探知距離等の所要性能	30～50km
電波の型式	P0N, Q0N, V0N
空中線電力	500W(水平・垂直それぞれ)
占有周波数帯幅	10MHz程度(MAX値)
周波数	9.4GHz帯
周波数配置	指定周波数帯(9320～9500MHz)
空中線利得	38dBi以下
空中線型式	サイドローブ-17dB以下

### ■ 需要

#### □ 小型気象用レーダーの需要に関する調査

- 文献、Web、アンケート（自治体を中心に50件程度）等による調査

## 2-3.実施内容 机上混信検討等

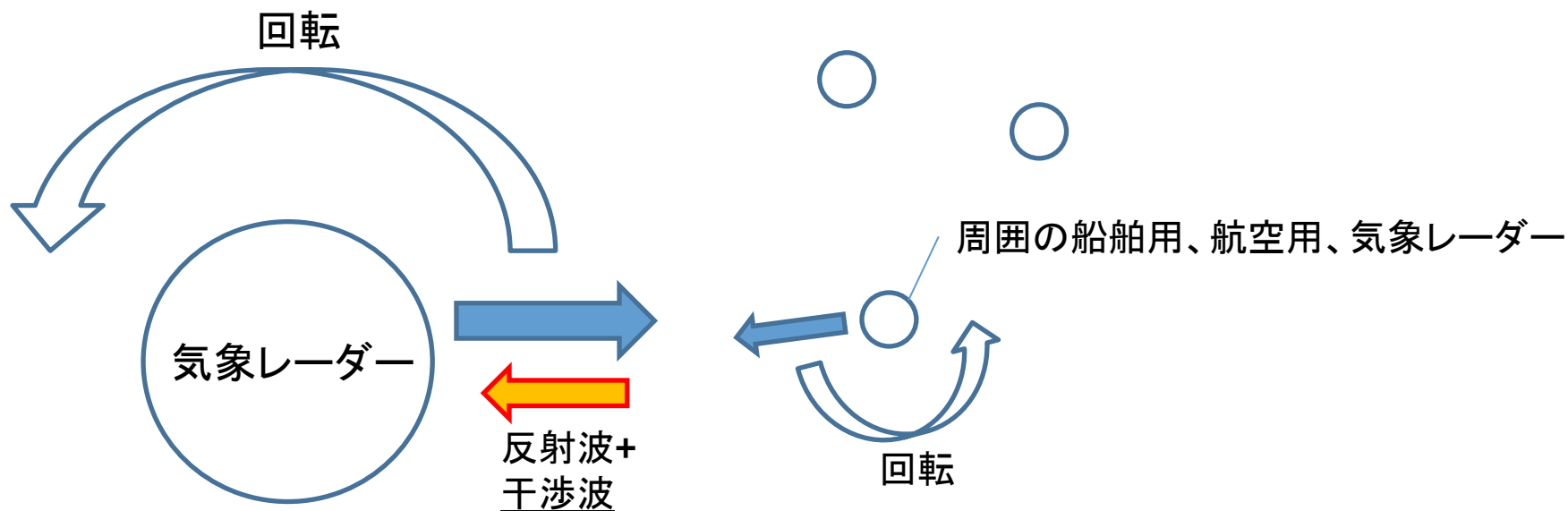
- 目的
  - 周囲のレーダーによる干渉波を模擬し、干渉除去機能の効力を確認する
- 机上シミュレーションの実施
  - 小型気象用レーダーと既存の船舶・航空用レーダー間における与干渉・被干渉の頻度と画像処理の結果及び概要の検討
  - 小型気象用レーダー相互間における与干渉・被干渉の頻度と画像処理の結果及び概要の検討
  - 混信検討内容の詳細は、作業部会で検討する





## 2-3.実施内容 机上混信検討等

- 想定する状況（イメージ）
  - レーダー実機には、自身から送信されたパルスの反射波と、周囲のレーダーから送信されたパルスの干渉波が観測されると想定する

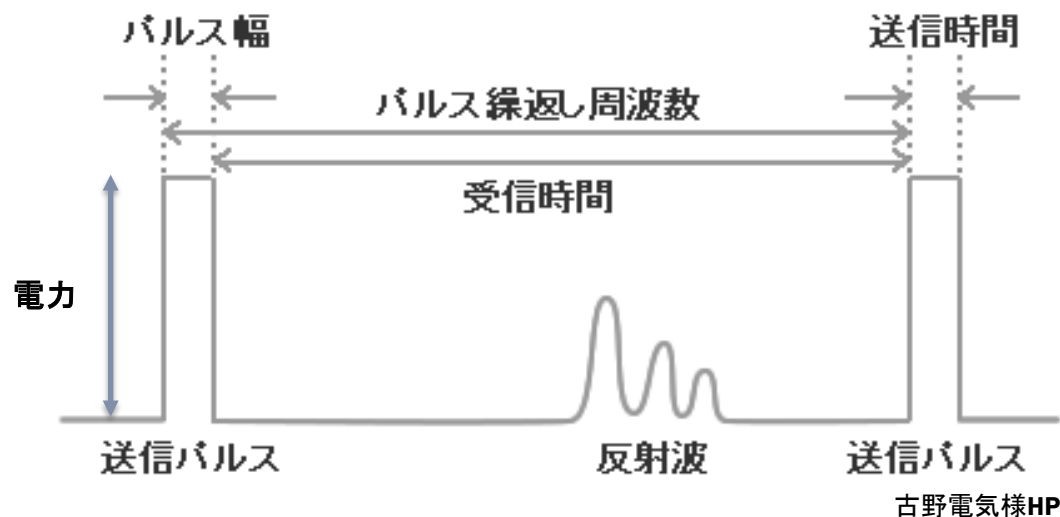


シミュレーションする状況のイメージ

## 2-3.実施内容 机上混信検討等

### ■ 想定する周囲のレーダー

- 小型気象用レーダー、船舶用レーダー、航空用レーダーを想定する
- 電力、パルス幅、繰り返し周波数等をパラメータとする



レーダーの波形のイメージ

## 2-3.実施内容 机上混信検討等

### ■ 実施項目

- 電力、パルス幅、繰り返し周波数等をパラメータとする
- 複数パルスの合成波の作成
- 小型気象用レーダーの雨雲のサンプルデータを使用
- 干渉除去アルゴリズムの検討
- 周囲のレーダーからの干渉除去の効力の確認を目的とするため、次の点は考慮しない
  - レーダーの指向性（メインローブのみを考慮する）
  - 空間減衰
  - クラッタ信号

## 2-4.実施内容 実験試験局による実証試験

### ■ 実証試験内容

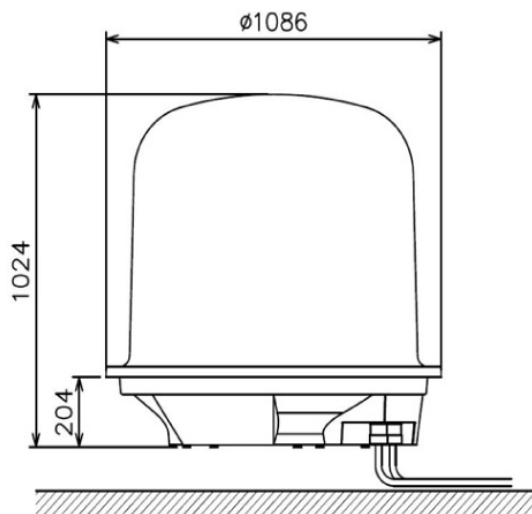
- 1台以上の小型気象用レーダーと1台の航空機用レーダーの干渉実験
- 2台の小型気象用レーダーと1台の既存の船舶用レーダーの干渉実験
- 2台の小型気象用レーダー間の干渉実験
- 小型気象用レーダーの運用（探査）の実力値を検証（1ヵ月程度）
- 実証試験内容の詳細は、作業部会で検討する

※干渉実験：干渉除去機能の実力値検証

## 2-4-1.実証試験用小型気象用レーダー装置仕様



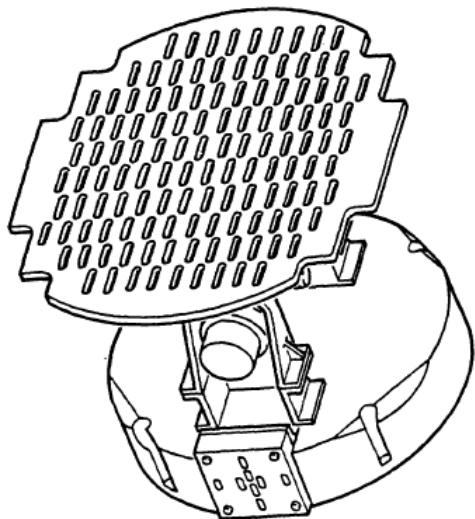
小型Xバンド二重偏波ドップラ気象レーダー  
(古野電気製)



寸法図

型式	WR-2100
偏波方式	水平(H)、垂直(V)の偏波を同時に送受信
周波数	9GHz帯
ビーム幅	巾2.7度(H, Vともに)
送信出力	100 W(H, Vともに)
仰角可変範囲	-2~90 度可変
アンテナ回転数	最大16 rpm可変
観測距離	約30 km
観測機能	PPI、CAPPI、RHI(セクタスキャン可能)
データ処理ユニット	外部に付属
出力データ	反射強度 $Z_h$ [dBZ]、折り返し補正速度 $V$ [m/s]、速度幅 $W$ [m/s]、 偏波間位相差 $\phi_{dp}$ [deg]、伝搬位相差変化率 $K_{dp}$ [deg/km]、 偏波間相関係数 $\rho_{HV}$ 、 偏波間レーダー反射因子差 $Z_{dr}$ [dB]、降水強度 $R$ [mm/h]
補正処理	距離減衰補正、降雨減衰補正、速度折り返し補正、地形エコー除去、干渉除去
入力電源	AC 100-240 V単相, 50/60 Hz
消費電力	650 W以下

## 2-4-2.実証試験用航空機用レーダー装置仕様



航空機用レーダー  
(Honeywell製)

機種名	WU-650
周波数	9345±30MHz
送信出力	1.3kW (マグネトロン使用)
チルト角	±15度
パルス幅	1.2, 1.5, 2.4, 4.8, 9, 18, 27 usec
パルス繰り返し周波数	120, 240, 360, 480 Hz

## 2-4-3.実証試験用船舶用レーダー装置仕様



船舶用レーダー  
(古野電気製)

機種名	DRS12A+1255mm
周波数	9410±30MHz
ビーム幅(H)	1.9度
ビーム幅(V)	22度
空中線電力	12kW
空中線利得	28dBi
終段管	マグネトロン
レンジ範囲	0.0625～72海里
アンテナ回転数	24/36/48回転

## 2-4-4.実証試験(1) 小型気象用レーダー – 航空機用レーダー

### ■ 目的

- 1台以上の小型気象用レーダーと航空機用レーダーの与干渉・被干渉の確認

### ■ 日程

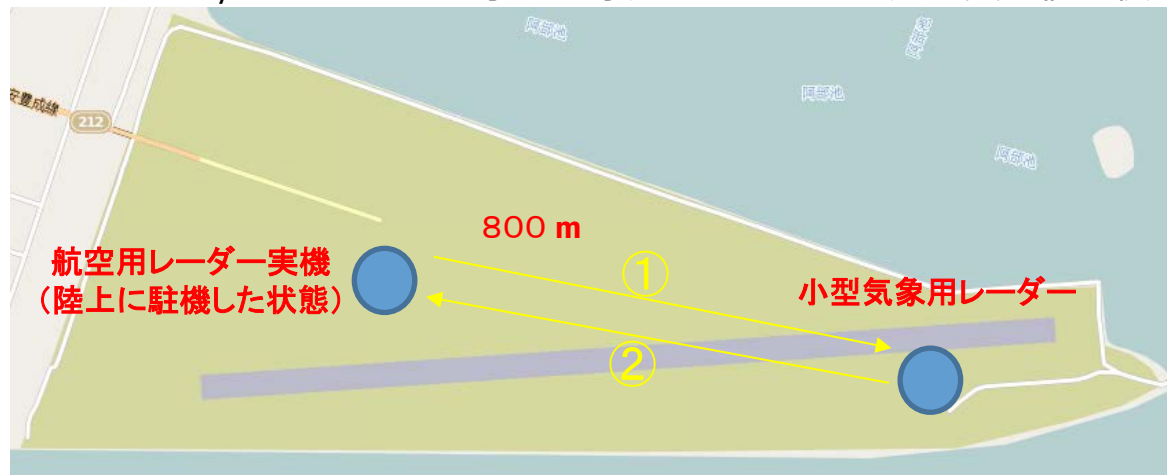
- 2015年10月上旬の平日2日間
- 実験自体は半日×2日想定

### ■ 候補地

- 岡南飛行場（岡山県岡山市南区）
- 格納庫周辺 または 滑走路横の管理用道路 または エプロン等（詳細場所は要調整）
- 小型気象用レーダーと航空機レーダー間は50m以上の距離をとれる空間とする

### ■ 内容

- ①小型気象用レーダーのOFF/ONによって、航空機用レーダーの運用の実力値を検証
- ②航空機用レーダーのOFF/ONによって、小型気象用レーダーの運用の実力値を検証



岡南飛行場 (OpenStreetMapより)



## 2-4-5.実証試験(2) 小型気象用レーダー – 船舶用レーダー

### ■ 目的

- 2台以上の小型気象用レーダーと船舶用レーダーの与干渉・被干渉の確認

### ■ 日程

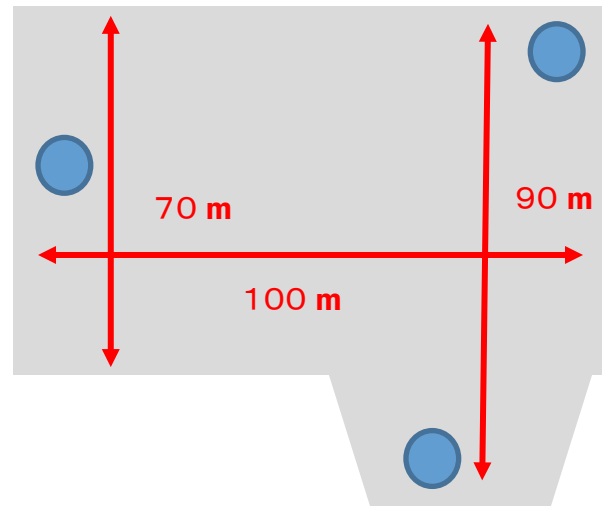
- 2015年10月中の土日2日間
- 実験自体は半日×2日を想定

### ■ 候補地

- 広島大学東広島キャンパス 駐車場（広島県東広島市鏡山）
- 小型気象用レーダーと船舶用レーダー間は50m以上の距離をとれる空間とする

### ■ 内容

- ①, ② 小型気象用レーダーのOFF/ONによって、船舶用レーダーの運用の実力値を検証、及び船舶用レーダーのOFF/ONによって、小型気象用レーダーの運用の実力値を検証



南第2駐車場

●レーダー設置予定位置

## 2-4-6.実証試験(3) 小型気象用レーダー – 小型気象用レーダー

### ■ 目的

- 陸上の小型気象用レーダー相互間における与干渉・被干渉の確認

### ■ 日程

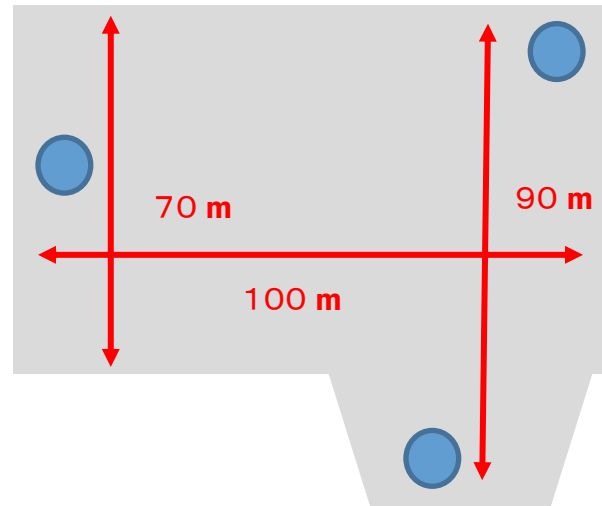
- 2015年10月中の土日2日間
- 実験自体は半日×2日を想定

### ■ 候補地

- 広島大学東広島キャンパス 駐車場（広島県東広島市鏡山）
- 小型気象用レーダー間は50m以上の距離をとれる空間とする

### ■ 内容

- 片側の小型気象用レーダーのOFF/ONによって、もう一方の小型気象用レーダーの運用の実力値を検証



南第2駐車場

●レーダー設置予定位置

## 2-4-7.実証試験(4) 小型気象用レーダーの実力値検証

### ■ 目的

- 陸上の小型気象用レーダーの実力値検証

### ■ 日程

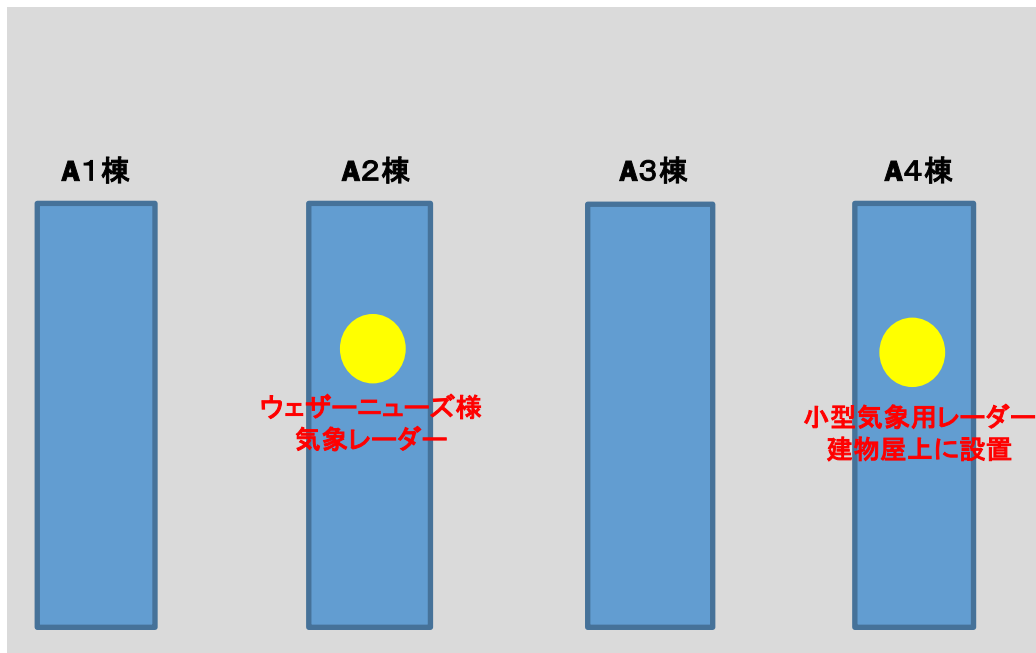
- 2015年10月から11月にかけて1ヶ月程度の長期試験を行う

### ■ 候補地

- 広島大学東広島キャンパス 工学部棟屋上（広島県東広島市鏡山）

### ■ 内容

- 小型気象用レーダーの運用の実力値を検証
- 小型気象用レーダーは1台のみ設置

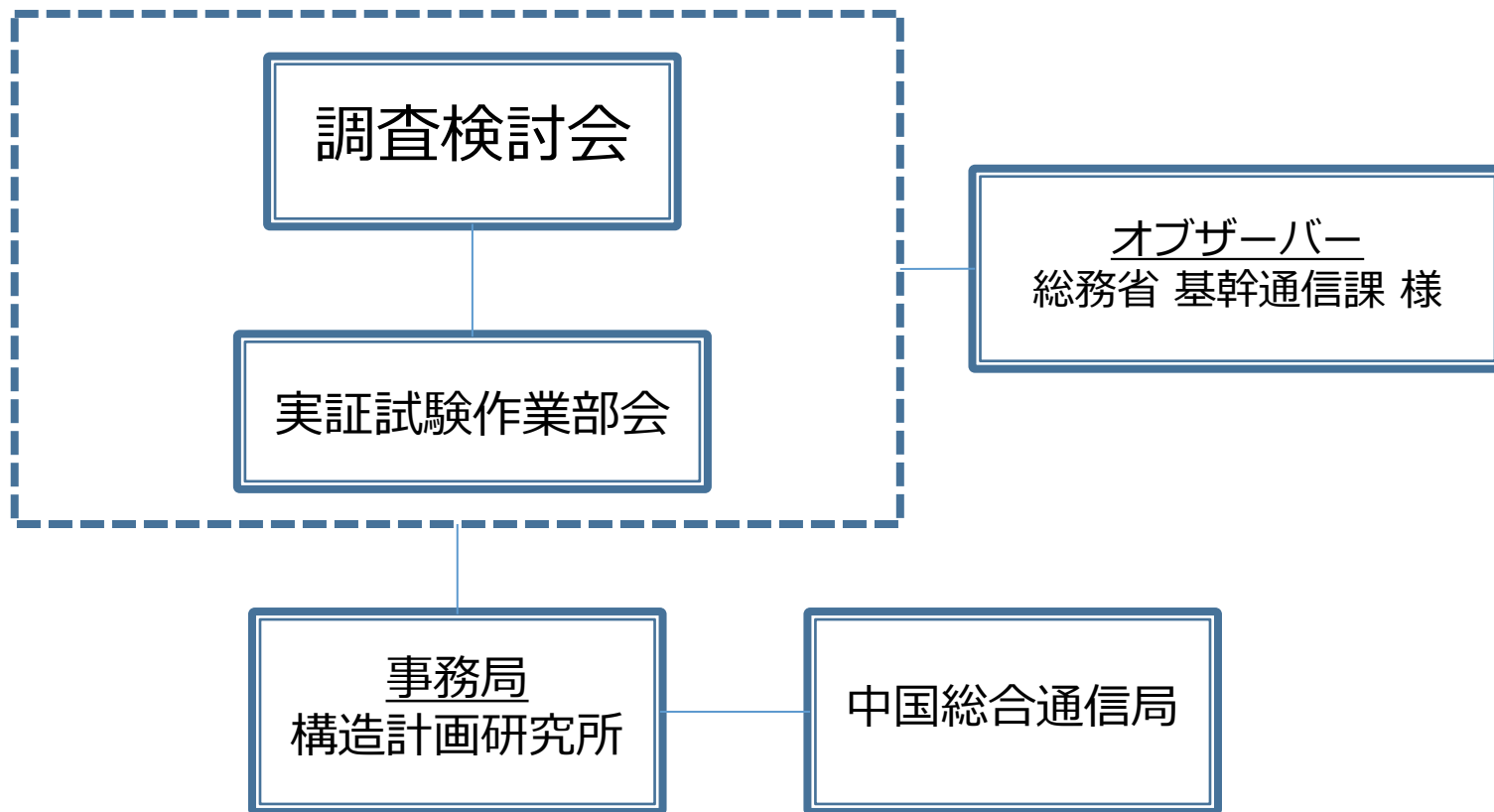


小型気象用レーダー実機  
建物屋上に設置

## 2-5.実施内容 技術的条件案のとりまとめ

- 審査基準改正案作成
  - 無線局免許における審査基準その他技術的基準の策定に資する調査を実施し、その原案のとりまとめを行う。

# 3.実施体制



川村 雅彦      吉敷 由起子  
浅沼 雅行      松本 昇紘