

## 9.4GHz帯汎用型気象レーダー導入の検討

2022/4/22

古野電気(株)

システムソリューションビジネスユニット

ソリューション開発課

清水

## ◆ 9.4GHz帯に汎用型気象レーダーを導入するための検討

- 「動的な周波数割当に向けた無線局間の共用に関する調査検討会」にて運用調整案を提示.
  - 運用調整案として、キャリアセンス機能を汎用型気象レーダーに持たせる.
  - 周波数を変更する機能を具備することにより、継続的な観測が可能となる.
  - 周波数を変更する機能を具備できない場合は、停波する.
- 
- キャリアセンスとは、送信を開始する前に他の無線局が送信を開始しようとする無線チャンネル(自チャンネル)を使用していないか確認し、他無線機が自チャンネルを使用中であれば、同一周波数での送信を行わないことで干渉を回避する仕組み.

# 9.4GHz帯汎用型気象レーダー導入の検討 **FURUNO**

- ◆ キャリアセンス機能を検討するために、共用システムの電波を観測
  - 船舶用レーダー、航空機用気象レーダーの電波特性を下記場所で観測。
    - ◆ 海上に近い場所で、船舶用レーダーの電波を観測
    - ◆ 空港に近い場所で、航空機用気象レーダーの電波を観測
    - ◆ 受信系の帯域制限フィルタ(BPF)有り／無しについても確認する(空港のみ)
      - 受信系帯域制限フィルタとは、妨害波抑圧フィルタである。

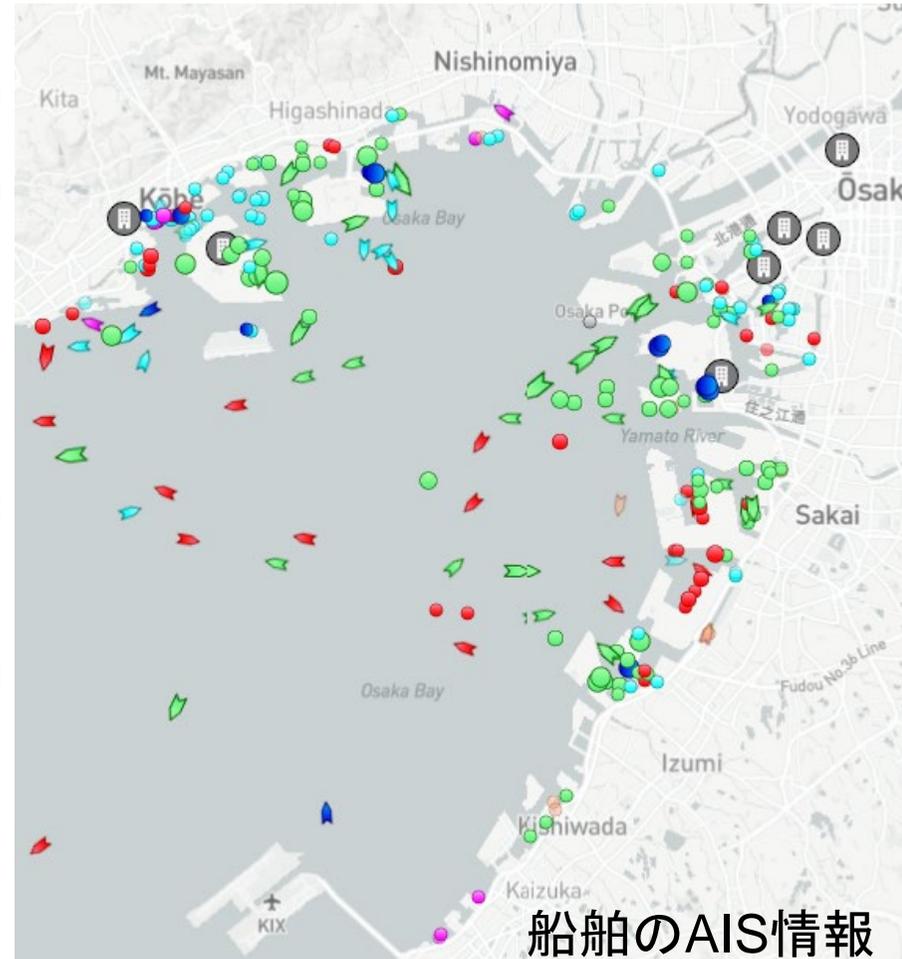
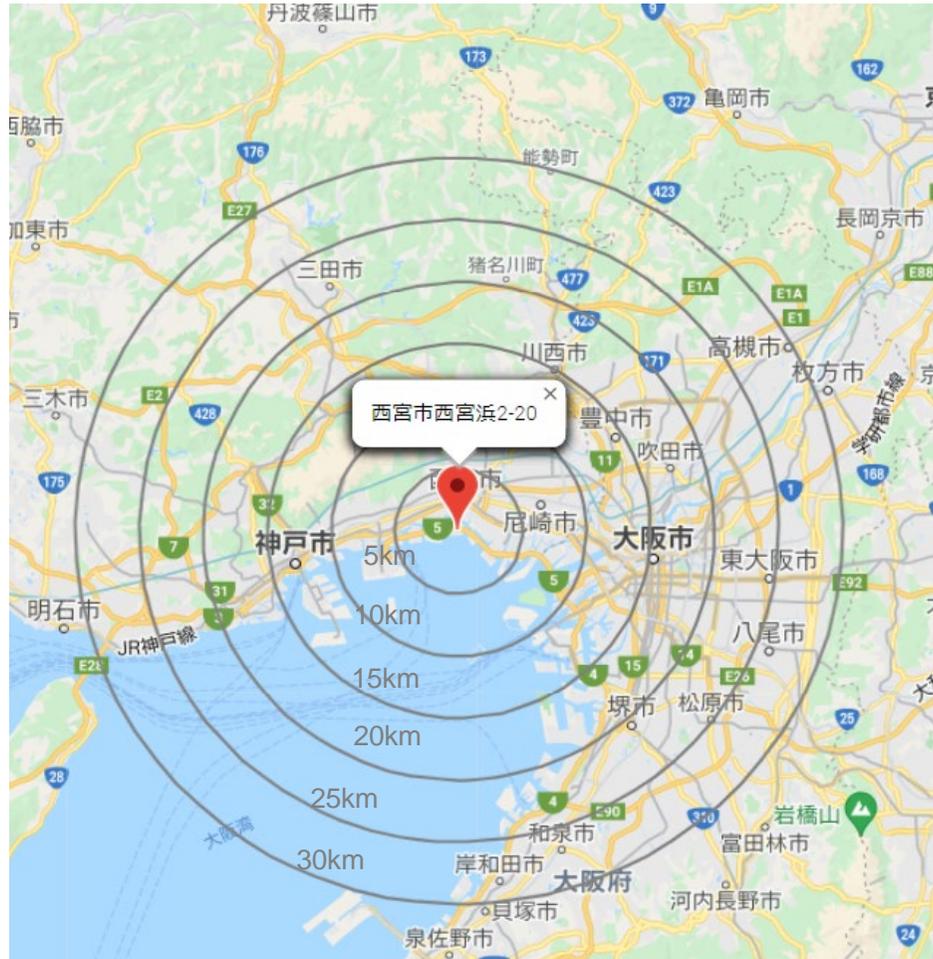
測定系



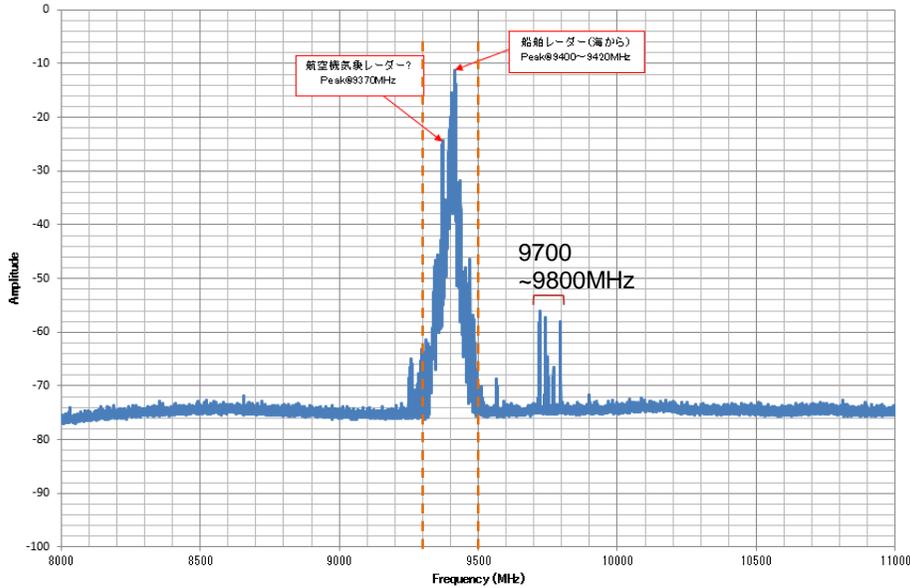
# 9.4GHz帯汎用型気象レーダー導入の検討 **FURUNO**

## ◆ 船舶用レーダーの電波を観測

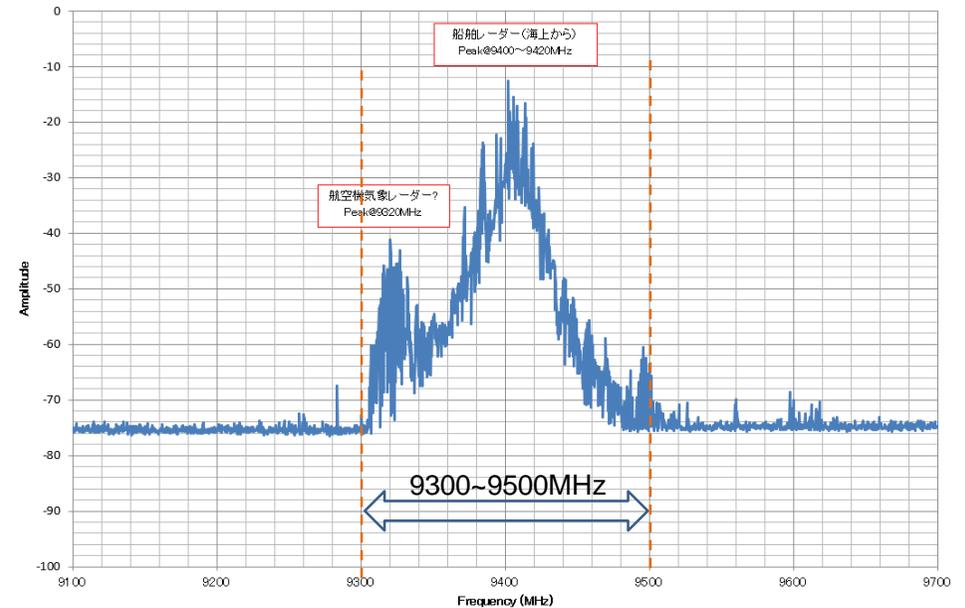
- 観測場所 兵庫県西宮市西宮浜2-20 地上約25m



## ◆ 船舶用レーダーの電波を観測



10分間のMaxHOLD



10分間のMaxHOLD

海上の船舶レーダー(マグネトロン)からの強い電波(スペクトルの広がりも大きい)が常時観測され、9300MHz~9500MHzの周波数帯すべてに広がるスペクトルが観測される結果となった。航空機気象レーダーの電波も観測できているが、距離の離れた弱い電波は船舶レーダーの電波に埋もれる。

# 9.4GHz帯汎用型気象レーダー導入の検討 **FURUNO**

## ◆ 航空機用気象レーダーの電波を観測

- 観測場所 大阪府豊中市原田西町4 スカイランドHARADA



# 9.4GHz帯汎用型気象レーダー導入の検討 **FURUNO**

## ◆ 航空機用気象レーダーの電波を観測

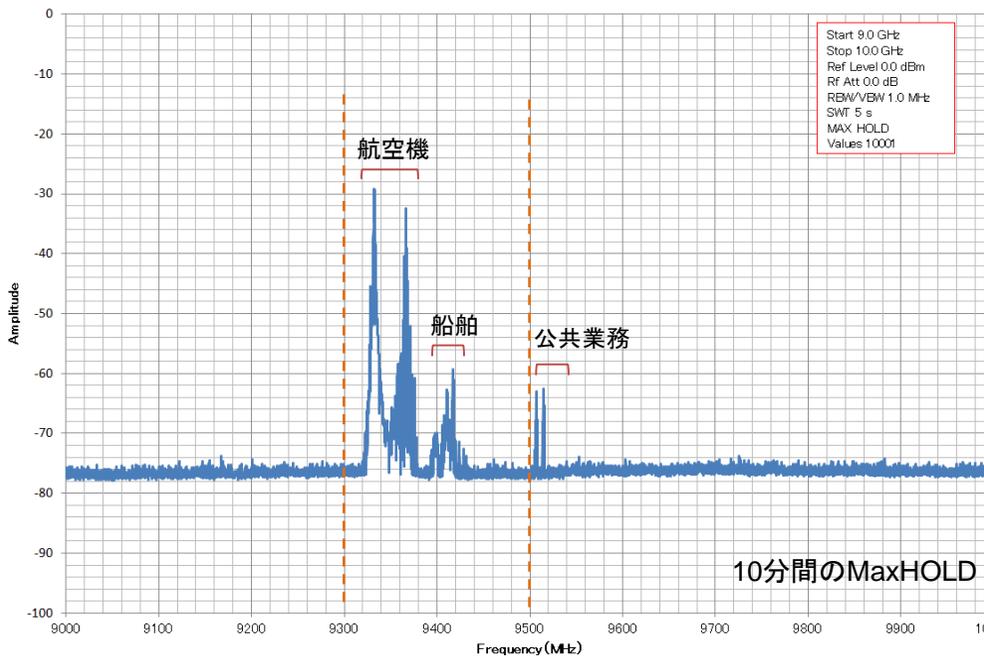
- 観測場所 大阪府豊中市原田西町4 スカイランドHARADA



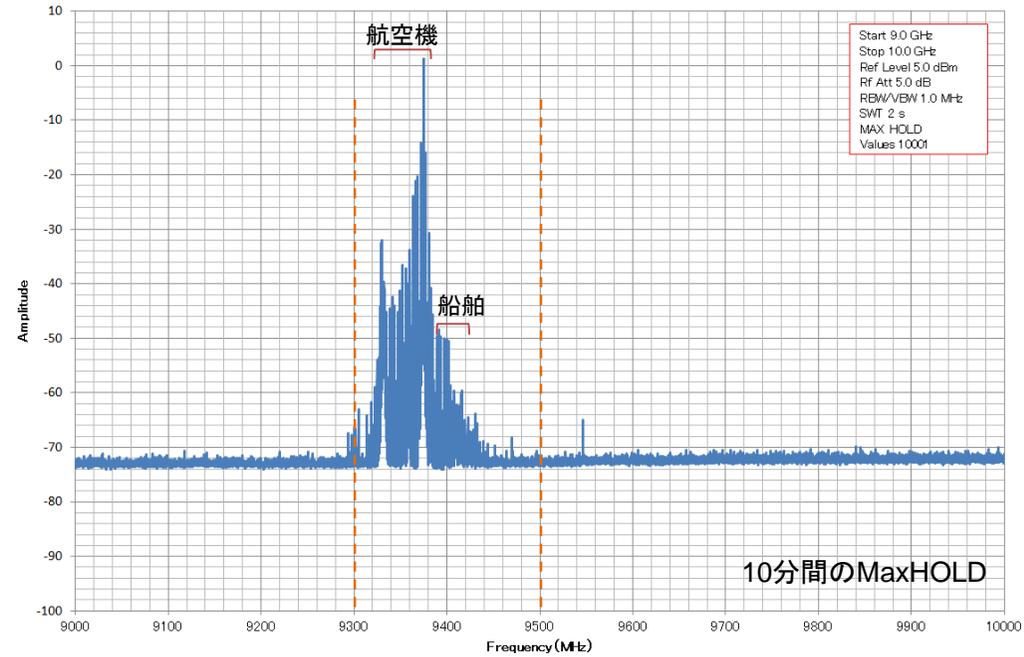
気象レーダーのパラボラアンテナにて電波観測



## ◆ 航空機用気象レーダーの電波を観測 (BPF無し)



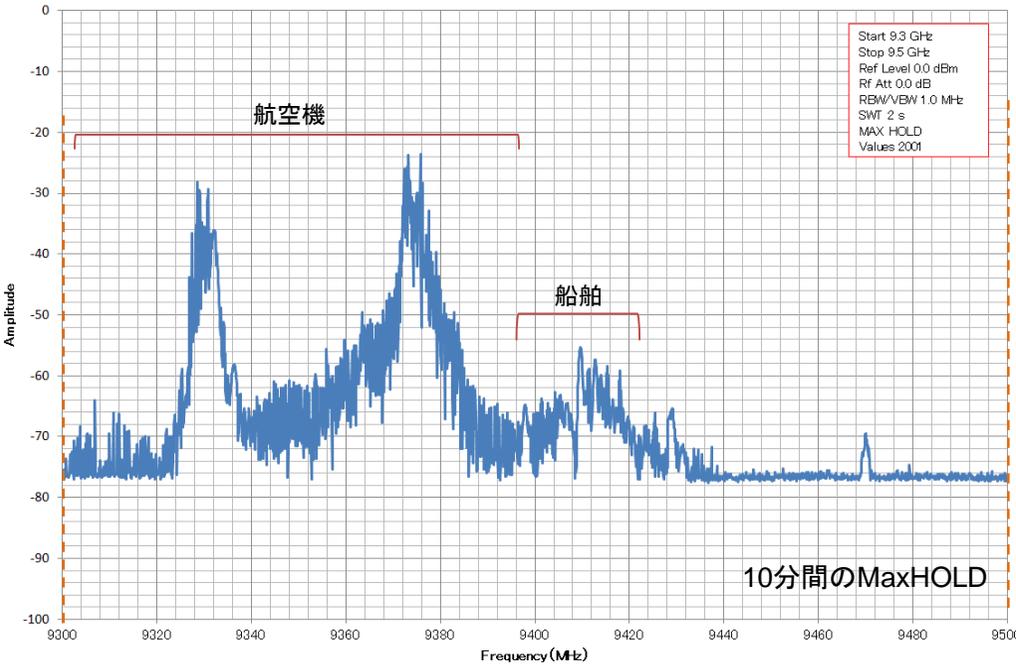
9000MHz~10000MHz BPF無し①



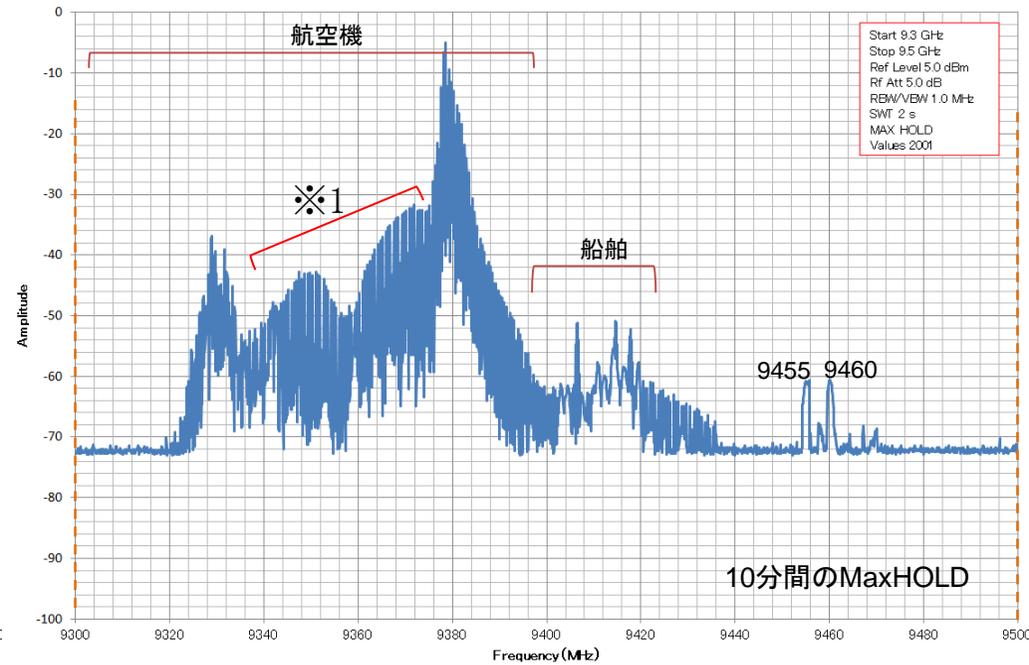
9000MHz~10000MHz BPF無し②

# 9.4GHz帯汎用型気象レーダー導入の検討 **FURUNO**

## ◆ 航空機用気象レーダーの電波を観測 (BPF無し)



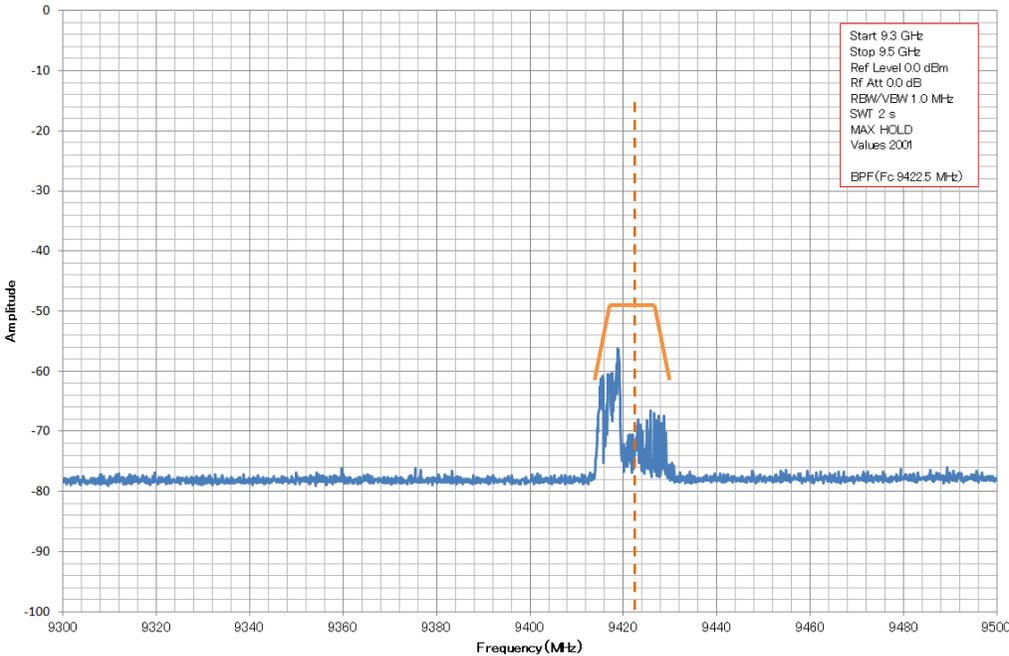
9300MHz～9500MHz BPF無し③



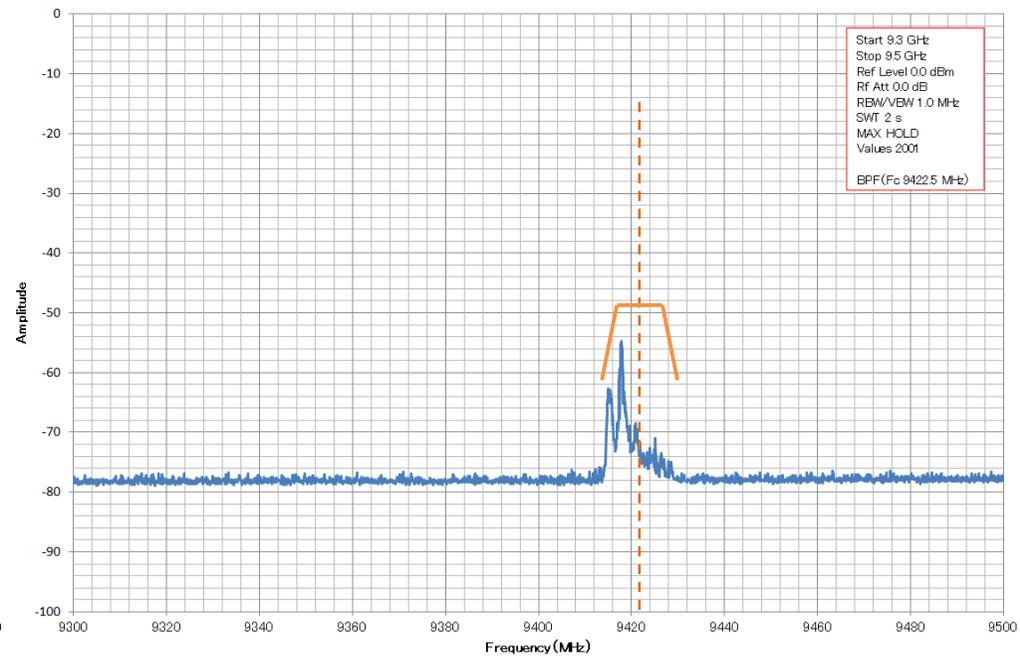
9300MHz～9500MHz BPF無し④

※1 航空機が着陸する際にパルスが無変調に切り替えたと思われる。

## ◆ 航空機用気象レーダーの電波を観測 (BPF有り)

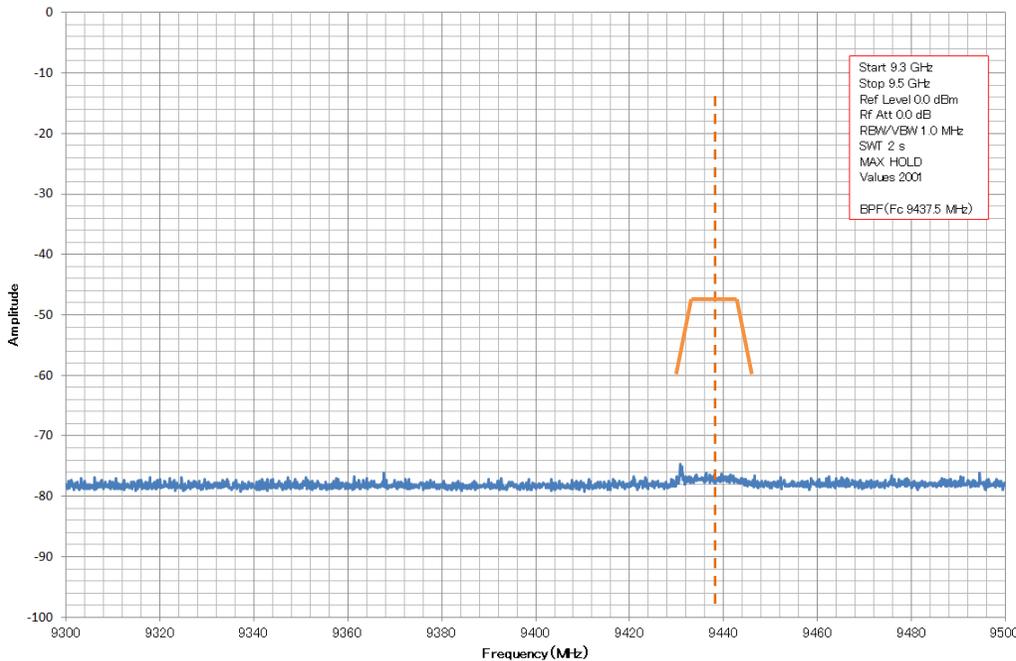


9300MHz~9500MHz BPF有り①  
BPF (Fc=94225MHz)

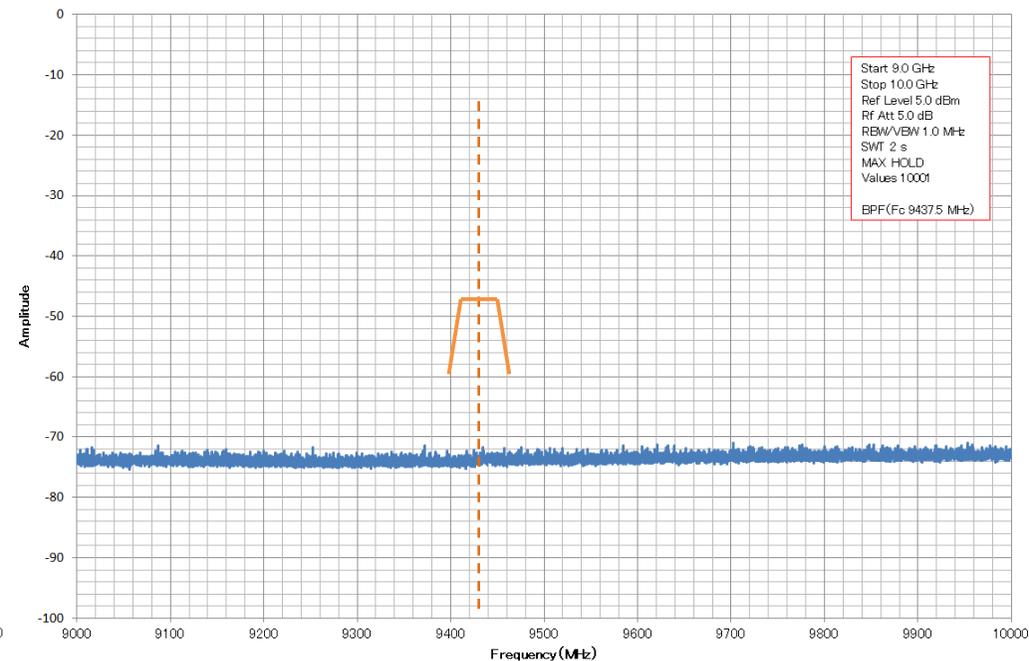


9300MHz~9500MHz BPF有り②  
BPF (Fc=94225MHz)

## ◆ 航空機用気象レーダーの電波を観測 (BPF有り)



9300MHz~9500MHz BPF有り①  
BPF (Fc=94375MHz)



9000MHz~10000MHz BPF有り②  
BPF (Fc=94375MHz)

# 9.4GHz帯汎用型気象レーダー導入の検討 **FURUNO**

## ◆ 電波観測で分かったこと

| 項目             | 分かったこと   |
|----------------|--|
| 設置場所 沿岸        | <ul style="list-style-type: none"><li>・船舶用レーダーの電波を常時観測するため、電波受信しない時間が無い。</li><li>・電波強度が強く、スペクトルの広がりが大きいため航空機気象レーダーの電波を検知するのが困難。</li></ul>  |
| 設置場所 内陸<br>／山中 | <ul style="list-style-type: none"><li>・船舶用レーダーの電波強度が小さくなるので、航空機気象レーダーの電波を検知するのが比較的容易。</li><li>・9.4GHz帯(監視、実験試験局)レーダーが内陸かつ近距離に固定設置されている場合は、電波を常時観測するため、電波を受信しない時間が無い。</li><li>・山影から突如航空機が出現すると、航空機の検出が遅れる可能性あり。</li></ul> |

## ◆ 電波観測の課題

| 項目       | 分かったこと  |
|----------|---|
| 受信系BPF無し | 受信帯域 $\pm 50\text{MHz}$<br>混入する不要電波が多いが、観測周波数幅が広い。<br>⇒検知できる電波の周波数帯幅が広い。  |
| 受信系BPF有り | 受信帯域 $\pm 10\text{MHz}$<br>混入する不要電波が少ないが、観測周波数幅が狭い。<br>⇒検知できる電波の周波数帯幅が狭い。   |
| 電波環境測定方法 | ①電波環境測定は、専用機器にて行う。<br>・コスト大幅アップ(機器、設置場所、工事、保守(校正))<br>②電波環境測定は、気象レーダーを運用しながら、電波環境も観測する。<br>・観測できる周波数が限定される。(±10MHz)<br>・送信する前に電波環境を観測すると、その観測時間分、繰り返し時間が遅くなる。<br>⇒観測できるドップラー速度が小さくなる。 |

## ◆ キャリアセンス機能に対するフィールド実験での検討結果

- 気象レーダーは物理的なBPFが存在するため、周波数変更は困難である.
- 周波数変更ができないと、同一周波数を検知すると停波するしかない.
- BPFを無くすと、干渉信号の混入、折り返し周波数の発生により、対象となる周波数帯のみ検知することが困難となる.
- キャリアセンス(電波観測時間) + 送信 + 受信を1つのサイクルとした場合は、観測できるドップラー速度が小さくなるため、気象レーダーの性能が著しく劣化する.