

9GHz帯航空機搭載合成開口 レーダの実用化に向けた検討

気象レーダとの共用検討

2015年6月1日

情報通信研究機構

はじめに

- 9GHz帯航空機搭載合成開口レーダ（SAR）と他のレーダ局（気象レーダ（固定局と可搬局）及びBS/CS放送受信設備）との共用検討は、平成25年度に実施された「9GHz帯航空機搭載型合成開口レーダの周波数有効利用技術に関する調査検討」の内容を整理した上で実施する。
- 整理作業では、H25年度の検討において様々な制約により十分に検討が行われなかった内容を明確にした上で、周波数共用のための検討方針を決定する。
- また、共用検討を進める上で、必要となる情報（与干渉検討の対象となる被干渉局の情報）についても整理する。

- H25年度の検討では、防災科学技術研究所が所有しているMPレーダ（注）とアルウェットテクノロジーの航空機SARを用いたフィールド試験を実施している。
- フィールド試験では、晴天時におけるMPレーダへの与干渉の有無とその影響を調査している。
- フィールド試験の結果、送信方式（パルス方式とFMCW方式）に関係なくMPレーダへの与干渉が確認された。
- 航空機SARの与干渉は、MPレーダのアンテナサイドローブやレドーム反射でも発生する可能性がある。
- 航空機SARの与干渉は、航空機SARとMPレーダのパルス繰り返し間隔に依存した周期的なパターンを持ち、局部発振器の差によって発生位置が時間変動する。

（注）MPレーダ（マルチパラメータレーダ） 詳しくは防災科学技術研究所のページ参照
<http://mp-radar.bosai.go.jp/mpradar.html>

【与干渉の影響評価】

- 防災科学研究所のMPレーダでは、クラッター除去処理やSQI（Signal Quality Index）処理によって与干渉を除去できる。
- ただし、降雨時にこれらの処理が有効な働きをするかを確認する必要がある。また、他のMPレーダでも与干渉を除去できるかどうかを確認する必要がある。

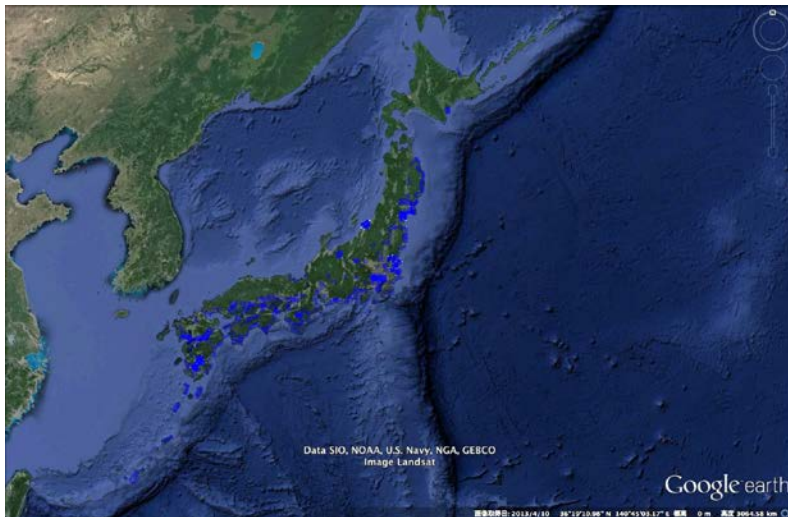
【検討課題】

- 防災科学研究所のMPレーダ以外の気象レーダ（固定局）に対する与干渉の有無を確認する。
- 降雨時における与干渉の有無を確認する。

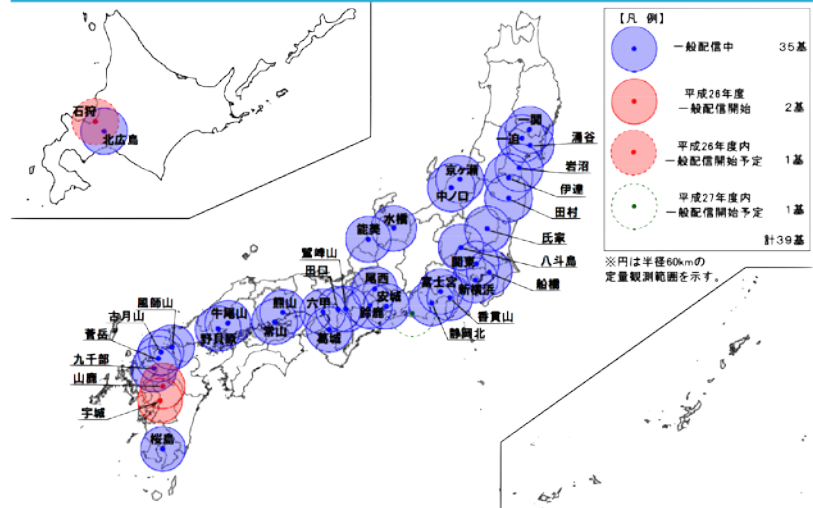
今後の検討方針（気象レーダ（固定局））

- NICTは、2008年よりPi-SAR2（9.3GHz～9.8GHz）の運用を開始し、これまで49日間のフライト実験を実施している。試験観測が実施されたエリアは、国土交通省が全国展開をしているXRRAINの観測エリアの一部を含んでいる。
- このことを踏まえて、今後の検討ではXRRAINが設置されている場所周辺をPi-SAR2で観測した時のデータを解析し、XRRAINへの与干渉の有無とその影響を明らかにする予定。

Pi-SAR2の観測領域



XRRRAINの整備状況(平成27年度一般配信開始予定含む)



XRRRAIN の観測エリアはH27年度中の開局一局を合わせると全国で39局運用。

今後の検討内容（気象レーダ（固定局））

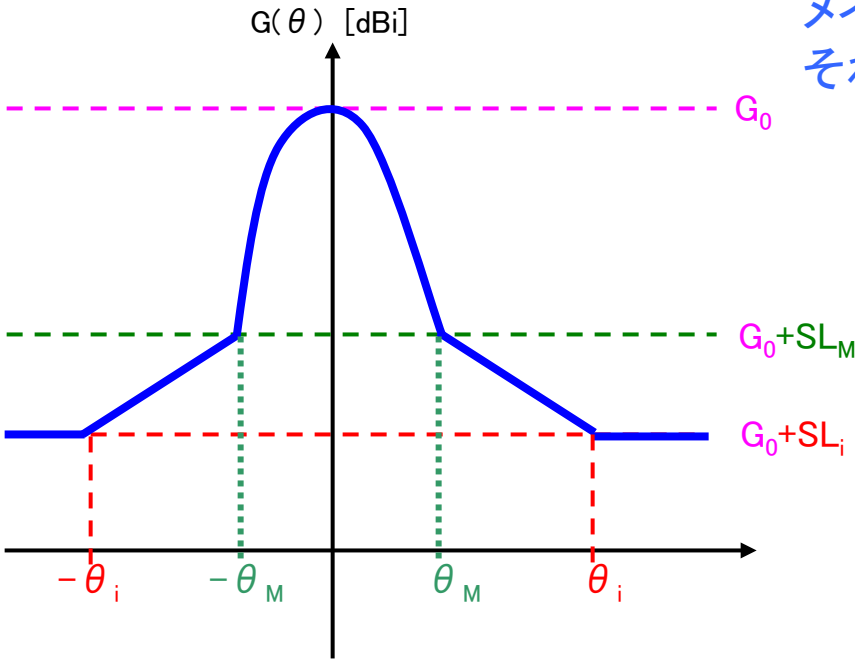
- XRAINとPi-SAR2を用いた干渉検討では、与干渉が発生する状況ごとに分類（下表）して実施する。

		合成開口レーダ（与干渉局）	
		メインローブ	サイドローブ
気象レーダ（被干渉局）	メインローブ	ケース1	ケース2
		気象レーダのメインビームが航空機を照射し、かつSARの観測範囲内に気象レーダが存在する場合に発生	気象レーダのメインビームが航空機を照射する場合に発生
	サイドローブ	ケース3	ケース4
		SARの観測範囲内に気象レーダが存在する場合に発生	航空機が気象レーダの見通し内を飛行する場合に発生する可能性がある。

- XRAINの気象レーダ局のデータの提供をお願いします。
与干渉の有無の確認、影響の調査には、地域毎の合成されたレーダ雨量のメッシュデータと共に、各レーダでのPPI極座標データの提供をお願いします。
 - ① 2013年8月25日(降雨時)のXRAIN(新潟 中ノ口局と京ヶ瀬局)の観測データ
 - ② 2014年8月21日(晴天時)のXRAIN(新潟 中ノ口局と京ヶ瀬局)の観測データ
 - ③ ?年?月?日のXRAIN(?時)のXRAIN(?局)の観測データ
- XRAINの気象レーダ局の運用シーケンスの情報、どの順番でどの仰角をどのモード(PRF、積分数、方位方向回転速度)など、の提供をお願いします。
- Pi-SAR2の XRAIN への与干渉の机上計算に使用するために別紙の気象レーダのアンテナパターンモデル（メインローブ+サイドローブ）を利用する予定ですので、その確認をお願いします。

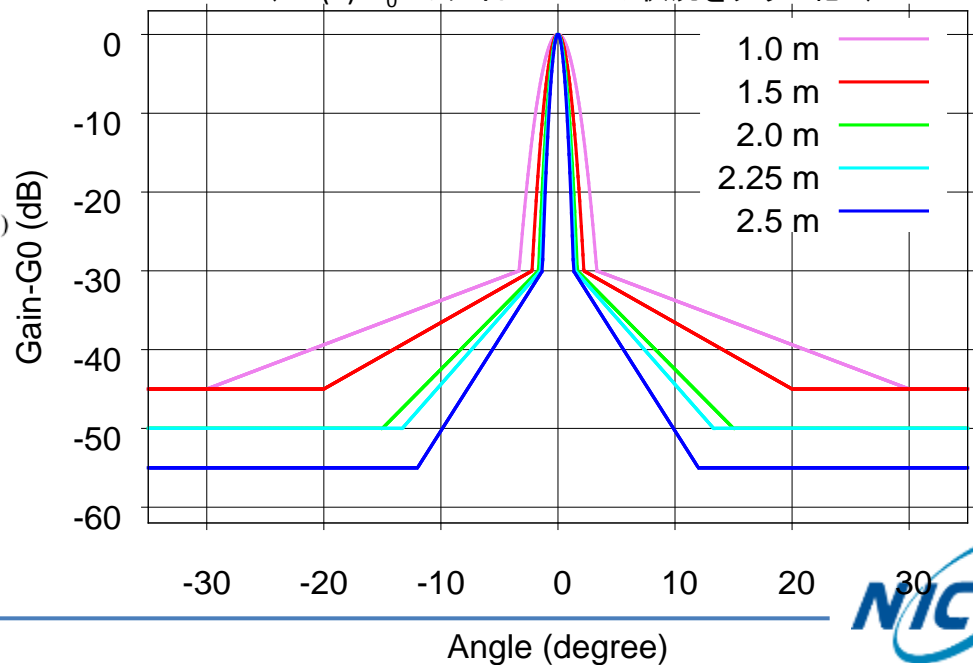
気象レーダのアンテナモデル

メインローブの形状と広角のサイドローブレベルとそれを直線で補間する簡単なモデル



ϕ_A	G_0	θ_w	SL_i	θ_i	SL_M	θ_M
1.0 m	38.06 dBi	2.10 °	-45.0 dB	± 30.0 °	-30.0 dB	± 3.32 °
1.5 m	41.58 dBi	1.40 °	-45.0 dB	± 20.0 °	-30.0 dB	± 2.21 °
2.0 m	44.08 dBi	1.05 °	-50.0 dB	± 15.0 °	-30.0 dB	± 1.66 °
2.25 m	45.11 dBi	0.93 °	-50.0 dB	± 13.3 °	-30.0 dB	± 1.48 °
2.5 m	46.02 dBi	0.84 °	-55.0 dB	± 12.0 °	-30.0 dB	± 1.33 °

X-band Weather Radar Antenna Pattern Model
(G(θ)-G₀ でサイドローブの状況をグラフ化)



$$G(\theta) = -\frac{SL_i - SL_M}{\theta_i - \theta_M} \cdot (\theta + \theta_M) + G_0 + SL_M \quad (-\theta_i \leq \theta \leq -\theta_M)$$

$$G(\theta) = G_0 - \frac{12}{\theta_w^2} \cdot \theta^2 \quad (|\theta| \leq \theta_M)$$

$$G(\theta) = \frac{SL_i - SL_M}{\theta_i - \theta_M} \cdot (\theta - \theta_M) + G_0 + SL_M \quad (\theta_M \leq \theta \leq \theta_i)$$

$$G(\theta) = G_0 + SL_i$$

【気象レーダ（可搬局）との共用検討の状況】

- H25年度の検討では、気象研究所が所有している可搬型気象レーダとアルウェットテクノロジーの航空機SARを用いたフィールド試験が実施され、晴天時における可搬型気象レーダへの与干渉の有無とその影響を調査している。
- フィールド試験の結果、送信方式（パルス方式とFMCW方式）に関係なくMPレーダへの与干渉が確認された。
- 検討対象の可搬型気象レーダには、干渉除去のためのフィルタ処理が具備されていないため、干渉波を除去することができない。

【今後の検討方針】

- 今後、可搬型気象レーダがどのように運用されるのかを見極めた上で、その対応を検討する。