

9GHz帯航空機搭載型 合成開口レーダシステム検討結果(案)

航空機搭載気象レーダとの共用条件について
地球探査衛星合成開口レーダとの共用条件について

2015年 6月1日

三菱電機株式会社 鎌倉製作所

航空機用気象レーダとの共用条件について

- 従来検討内容の整理
- 共用条件についての考察

従来検討内容の整理

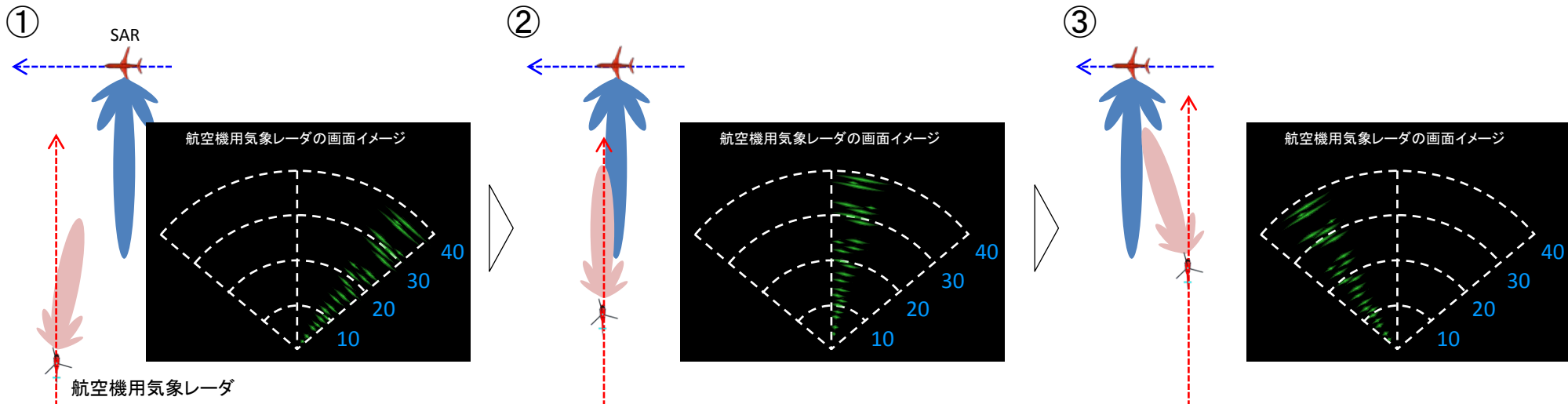
- 平成24年度の検討内容のサマリ
 - － 調査したSAR諸元、航空機用気象レーダ諸元に基づき、机上の干渉解析を実施した。

与干渉解析		検討結果
1	・遭遇可能性の評価	■ 遭遇の可能性あり (いずれも移動しており、SARの高オフナディア角観測時に正対する可能性あり)
2	・会合確率の評価	－
	会合確率(水平面) (合成開口時間(SAR) × 掃引速度(気) × 回転方向ビーム幅(気) / 掃引範囲(気) ²)	$3.9 \times 10^{-2} \sim 2.6 \times 10^{-1}$ (サイドローブを考慮せず) ※ メインローブのみでは会合率は低いと予想
	インバンド確率 (帯域幅(気) / 帯域幅(SAR))	1.7×10^{-2}
3	・干渉電力の評価	■ 飽和する G II 級、プロペラ機級とも、パルス方式では破壊レベル以下であるが、飽和レベルを超える。当然画面へ影響する。FMCW方式は飽和レベル以下であるが、画面への影響が予想される。(600m程度の高度差でSARが上方となる場合を想定)
4	・総合評価	■ 影響あり ただし、飽和レベルを超える可能性があるが、会合した瞬間のみの影響であり、その後は自動復帰するため、影響は限定的と推測 残件: SAR ⇒ 既存レーダのサイド/バックローブへの影響は25年度で確認する。
被干渉解析		検討結果
5	・遭遇可能性の評価	■ 遭遇の可能性あり
6	・会合確率の評価	□ 実運用上問題なし

- 平成25年度の検討結果のサマリ
 - － アルウェットテクノロジー社のSARを用いたフライト試験による評価を実施
 - － 概ね、前年度の予想通り。会合率については、サイドローブの影響により比較的高い割合となった。

与干渉試験		試験結果
1	<ul style="list-style-type: none"> ・FMCWモードで航空機用気象レーダとの干渉試験を実施 -水平距離:3.4km -SAR高度:1200m -航空機用気象レーダ高度:600m -SAR出力:20W 	<p>■ 干渉を確認し、振る舞いも推測と一致</p> <p>航空機用気象レーダの試験結果では、全ての条件において約56秒間におけるSARの干渉が確認できた。</p> <p>SAR干渉による偽像は、気象レーダ画面上、航空機SARが存在する方向のスラントレンジ上にランダム様に確認された(SAR側のPRFがより高く、かつ非同期であるため)</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> ・総合評価 	<p>■ 干渉する。ただし、判別可能</p> <p>FMCW/パルス共に干渉を確認できた。干渉による偽像の振舞いは、気象クラッタと異なるため運用者で容易に判別可と推測</p>
被干渉試験		検討結果
3	<ul style="list-style-type: none"> ・再生前後のデータで干渉を評価 	<p>□ 干渉を確認したが軽微</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FMCWでは再生前後のデータで干渉を確認できず ・パルスでは再生前のデータでのみ干渉を確認できた
4	<ul style="list-style-type: none"> ・総合評価 	<p>□ 問題なし(平成24年度の結論と同じ)</p>

- 平成25年度までの解析、フライト試験の結果より、航空機搭載気象レーダに対して近接した場合は、航空機SAR信号は干渉し、影響を与える。影響は、信号飽和および偽像という形で現れる。
- 偽像の現れ方は以下の通り。
 - 干渉は、それぞれのビームの合成パターンで生じるため、サイドローブの影響も受ける。そのため、SARのメインローブ内に気象レーダが入る場合のほか、気象レーダのメインローブにあたる期間に現れる。十分距離が離れるか、それぞれメインローブから大きく外れない限りは現れる
 - SARが、機体側方にメインビームを向ける運用であるのに対し、航空機用気象レーダは機体進行方向にビーム走査し運用する。よって、ビームが正対し、大きく干渉する条件は、相互のフライトパスが横切るような場合で代表できる(下図参照)
 - SARの干渉信号は、気象レーダからSARが存在する特定の方向に、全レンジにランダムに分布し、気象レーダとSARの相対位置関係の変化に合わせてその方向が変動する(図の①⇒②⇒③)
 - SARが干渉している方向の気象クラッタは識別しにくくなる。



(※1) 株式会社パスコ、「9GHz帯航空機搭載型合成開口レーダーの周波数有効利用技術に関する調査検討の請負」平成24年度報告書

(※2) 株式会社パスコ、「平成25年度9GHz帯航空機搭載型合成開口レーダーの周波数有効利用技術に関する調査検討報告書」

(前ページからの続き)

- 航空機SARは、必ず地表面側にビームを向けて観測する。一方で、気象レーダは、仰俯角に走査する。
- 航空機SARのビームと、気象レーダのビームが正対する可能性があるのは、航空機SARより気象レーダが下であり、気象レーダが仰角側に向けている場合である。
- 気象レーダが高高度を飛行する場合は、気象レーダのメインビーム内にSARが入るような場合は干渉するものの、その干渉レベルは、正対する場合に比べ緩和される。(サイドローブでの混信が主になるため。緩和の度合いは別途解析が必要)
- 気象レーダ側への影響については、運用条件などを確認した上で、別途ユーザー殿と調整させていただきたい。



地球探査衛星合成開口レーダとの共用条件について

- 従来検討内容の整理
- 共用条件についての考察

従来検討内容の整理

- 平成24年度の検討内容のサマリ
 - － 地球探査(アクティブ)の評価は、干渉電力の評価を実施。ノイズレベルを超え、干渉の可能性はあるとの結果。

与干渉解析		検討結果
1	・遭遇可能性の評価	<input type="checkbox"/> 遭遇(正対)の可能性なし ただし、直接正対しないが、反射波(後方、前方)の影響は受ける
2	・会合確率の評価	<input type="checkbox"/> — 解析なし。正対しないため
3	・干渉電力の評価	<input checked="" type="checkbox"/> 干渉する。 海面等の前方反射を想定。ノイズレベルより40dB以上超える
4	・総合評価	<input type="checkbox"/> 影響は軽微と推測 (合成開口時間が短いため、信号処理で見えなくなる可能性大)
被干渉解析		検討結果
5	・遭遇可能性の評価	与干渉解析と同じ
6	・会合確率の評価	与干渉解析と同じ

- 平成24年度までの解析では、地球観測衛星側のノイズレベルは超えるが、合成開口時間に差があることから、信号処理の段階で干渉波が見えなくなると推測している(信号が無相関になる)。
- 衛星側に干渉するコンフィギュレーションとしては、同じ領域を両センサが同時に観測する場合のみである。
- 衛星画像への影響は以下の通り
 - 衛星から見た場合、航空機SARはほぼ止まっていると考えられることから、偶然重なった観測領域はほぼ航空機SARのフットプリントに相当する。
 - ただし、非同期の関係になることから、衛星側の観測信号とは無相関の信号となる(慎重に同期させない限り相関させることは難しい)
 - 混信レベルはノイズレベルより40dB程度高いが、近年の衛星側の高分解能SARにおける信号処理利得は、40dBを大きく超えるため、ノイズレベル程度となり画像上問題とならないと推測する
- 以上から、地球探査衛星(能動)と航空機SARとの共用時の影響は軽微であると推測する。

