

9GHz帯航空機搭載SARとBS・CS放送 受信装置との共用について

平成29年11月1日

日本電気株式会社
情報通信研究機構

検討の背景・目的

- 9GHz帯航空機搭載合成開口レーダー（SAR）は、平成27年度よりその技術基準策定に向けた審議が総務省で開始されている。
- その審議では、SARで使用する帯域内にある無線設備へのSARからの干渉波の影響を調査している。
- 本件は、BS（ISDB-S）・CS（ISDB-S及びDVB-S2）放送受信装置に対する航空機搭載SARからの干渉波の影響を調査し、その共用の条件を明らかにすることを目的とする。

航空機SARについて

航空機搭載SARには、パルス方式とFMCW方式の2種類の電波の発信方式がある。下表に、我が国で運用されている代表的な9GHz帯航空機搭載SARの諸元を示す。

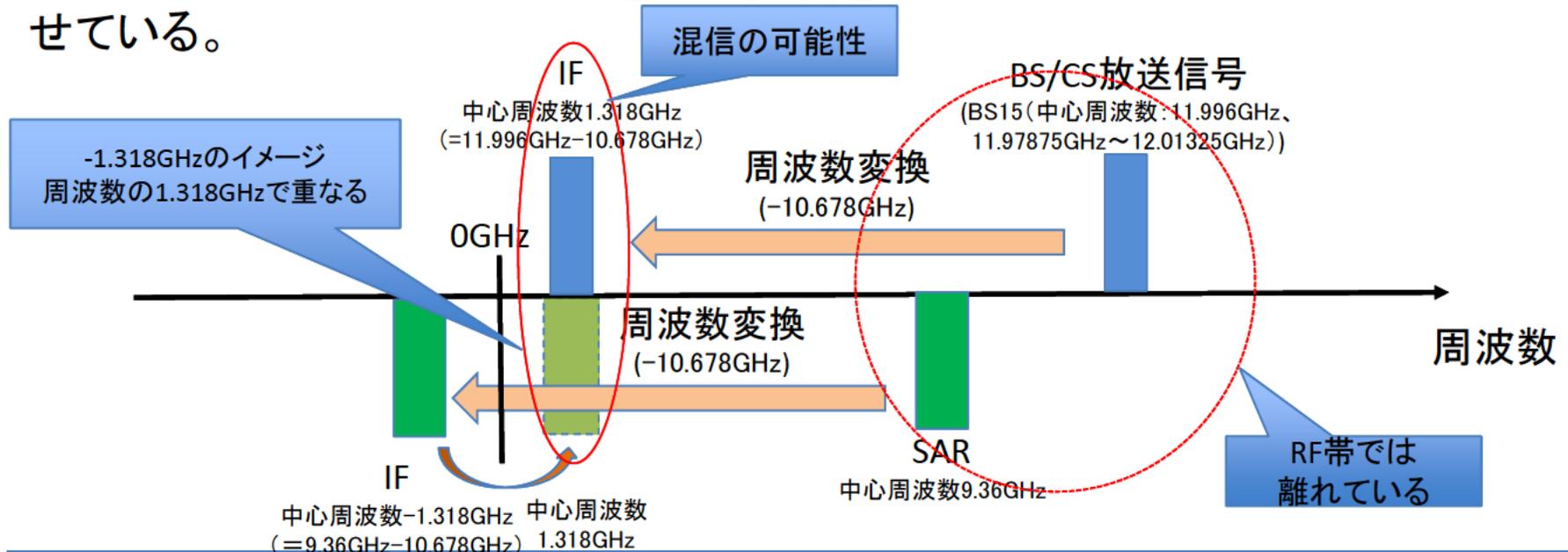
所有機関	A	B	C	D
方式	パルス方式	パルス方式	FMCW方式	FMCW方式
中心周波数	9.55GHz	9.45GHz	9.4GHz	9.6GHz
周波数帯域幅	500MHz	500MHz	300MHz	300MHz
送信電力	8kW (尖頭電力)	1kW (尖頭電力)	10W	10W
EIRP	63.5dBW	47.1dBW	30.0dBW	30.0dBW
偏波	HH, VV, HV, VH	HH, VV, HV, VH	HH	HH, VV, HV, VH
オフナディア角	10~65°	45~75°	55~75°	55~80°
飛行速度	200m/s	120m/s	72m/s	100m/s
飛行高度	13,000m以下	8,000m以下	5,000m以下	8,000m以下
航空機の機種	Gulf Stream 2	King Air 200T	Cessna208B	King Air 200T

イメージ混信について

BS・CS放送信号は12GHz前後で9GHz帯航空機SARとは2GHz近く周波数帯が離れているが、下記の通り混信可能性が指摘されている。

BS・CS放送受信装置では、BS・CS放送信号を、局部発振周波数(10.678GHz)により中間周波数(IF周波数)に変換(スーパーヘテロダイン方式)している。BS・CS放送受信装置で受信された航空機SARからの信号を同様に局部発振周波数で周波数変換すると、中間周波数帯が重なり、混信する可能性がある。

ただし、BS・CS放送受信装置では、イメージ混信を避けるためにフィルタ処理によって、所望の放送波以外の電波の強度を低減(イメージ妨害抑圧フィルタ)させている。



検討内容

イメージ混信が発生し、映像破綻が発生するSARの送信出力を明らかにするとともに、現在、運用されている航空機搭載SARを用いた干渉実験を実施することで、イメージ混信による映像破綻の有無を調査した。

室内実験

航空機搭載SARの送信波に対するBS・CS放送受信装置の許容干渉電力を決めるために、航空機搭載SARの送信電力と映像破綻の関係を調査することを目的に実施した。また、航空機搭載SARの送信電力とエラーフリーの関係を明らかにすることも目的とする。

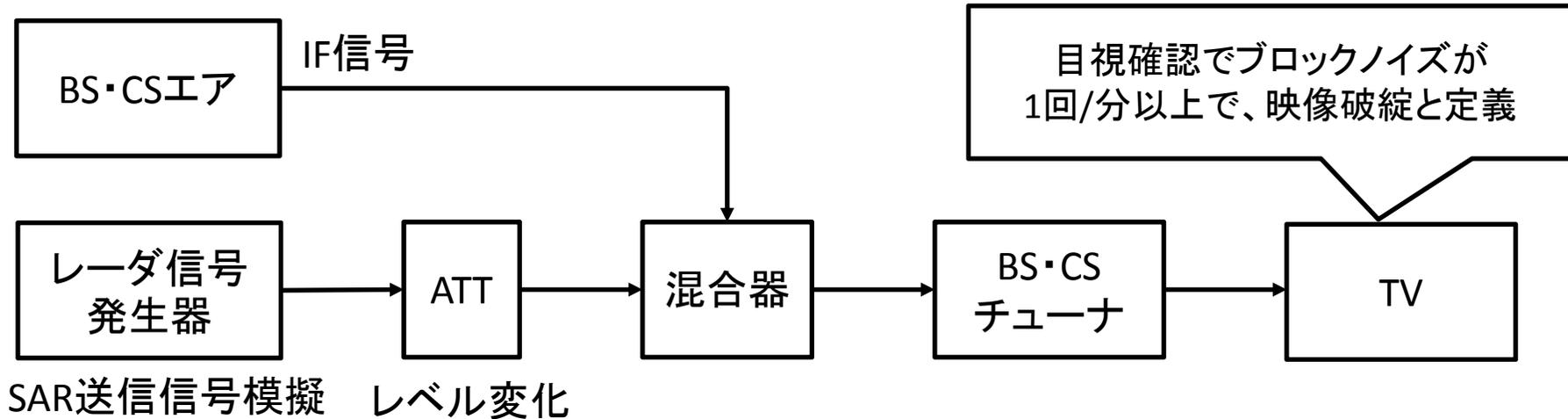


室外実験

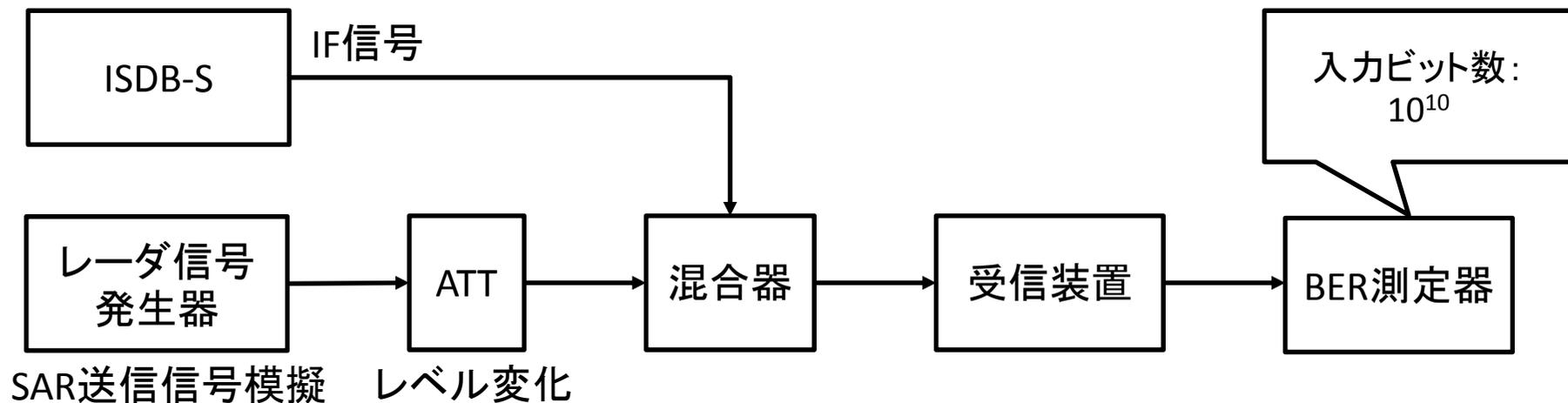
実験局として運用されている機関Aの航空機搭載SARを用いて、最悪条件下(SARのアンテナとBS・CS放送受信装置のアンテナが対向する条件)でのBS・CS放送受信装置への干渉波の影響を調査することを目的に実施した。

室内実験：試験構成

【実験1】映像破綻を引き起こす送信波のレベルの調査



【実験2】エラーフリーとなる送信出力の計測



室内実験：実験結果

実験より明らかになった航空機搭載SARの送信波のパルス幅と映像破綻またはエラーフリーとなる C_{ave}/I_{peak} のレベルの関係を表1に示す。

C_{ave}/I_{peak} は、放送波の平均電力(C_{ave})と航空機搭載SARの送信波のピーク電力(I_{peak})の比を表している。

表1 SAR送信波のパルス幅と C_{ave}/I_{peak} の関係

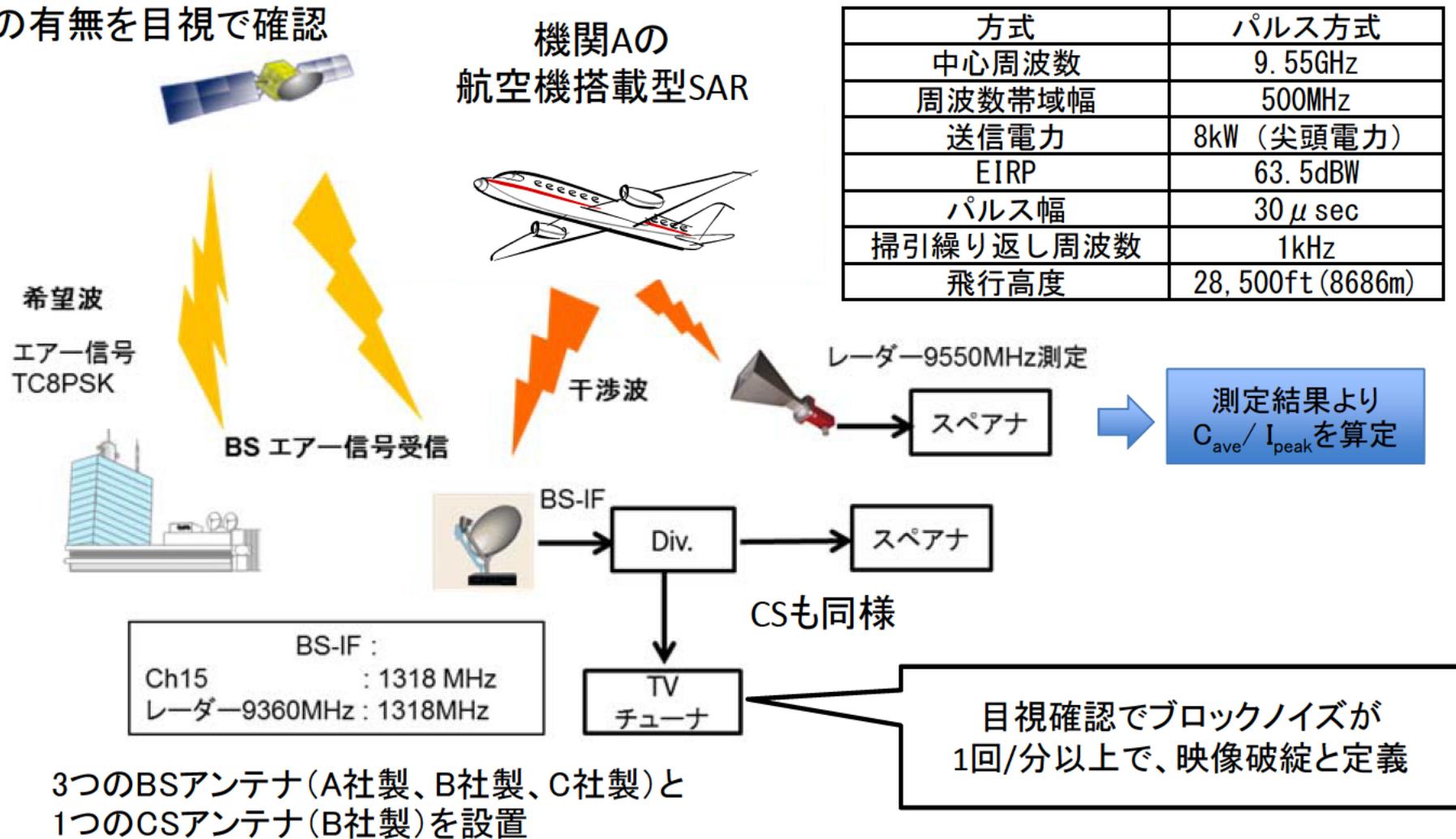
SAR送信波の パルス幅	[実験1結果] BSエアの 映像破綻	[実験1結果] CSエアの 映像破綻	[実験2結果] エラーフリー のレベル
5 μ s	0.4dB	-6.6dB	<-11.6dB
15 μ s	0.4dB	-2.6dB	-5.6dB
30 μ s	3.4dB	-0.6dB	-1.6dB
40 μ s	2.4dB	-1.6dB	1.4dB
100 μ s	2.4dB	-0.6dB	1.4dB



本実験条件の範囲内において、映像破綻は航空機搭載SARの送信出力を本表の値より小さくすれば回避することができる

室外実験：試験構成

機関Aの航空機搭載型SARを用いて、最悪条件下でのBS・CS放送の映像上で、映像破綻の有無を目視で確認



室外実験： C_{ave}/I_{peak} の算定

C_{ave}/I_{peak} の算定は、表2に示す数値を用いて算定した。

BSアンテナの9.55GHzにおけるアンテナ利得は、アンテナ径を45cmとして、Rec. ITU-R BO.1213を用いた。

BSアンテナは12GHz帯用に製作されているため、勧告ITU-R BO.1213をそのまま適応することができないが、給電ホーンとLNBの特性はイメージ妨害抑圧比に含めて表すことができると仮定することで算定した。

表2 C_{ave}/I_{peak} の算定で使用したパラメータ

BS EIRP (dBW/34.5MHz)	$4\pi d^2$ (dBm ²)	BS pfd (dBW/m ² /34.5MHz)	BS Gant 12GHz (dBi)	BS Gant 9.55GHz (dBi)	イメージ 妨害抑圧比 (LNB) (dB)
60	162.57	-102.57	33.5	31.5	55

室外実験：実験結果

表3に、機関Aの航空機搭載型SARがBS・CS放送受信装置に最接近時(15時18分19秒～15時18分37秒の18秒間)の C_{ave}/I_{peak} の時系列変動を示す。

表2の赤字は、室内実験で明らかになった映像破綻を引き起こす C_{ave}/I_{peak} の閾値を超えている C_{ave}/I_{peak} を表している。

表3 C_{ave}/I_{peak} の時系列変動

緯度(°)	経度(°)	高度(m)	通過時刻	C_{ave}/I_{peak} (dB)	映像破綻
35.5796850	139.5197150	8387.4069360	15:18:19.000	39.77	確認されず
35.5782800	139.5214930	8387.7567970	15:18:20.000	38.35	確認されず
35.5768720	139.5232710	8388.1264700	15:18:21.000	33.89	確認されず
35.5754660	139.5250450	8388.5270770	15:18:22.000	28.14	確認されず
35.5740570	139.5268200	8389.0534270	15:18:23.000	22.29	確認されず
35.5726480	139.5285930	8389.6538770	15:18:24.000	3.21	確認されず
35.5712390	139.5303640	8390.3448820	15:18:25.000	-6.45	確認されず
35.5698290	139.5321350	8391.0607620	15:18:26.000	-12.25	確認されず
35.5684210	139.5339050	8391.7015960	15:18:27.000	-14.95	確認されず
35.5677820	139.5347070	8392.0169840	15:18:27.453	-14.70	確認されず
35.5670110	139.5356750	8392.3872640	15:18:28.000	-14.83	確認されず
35.5656020	139.5374430	8392.9490390	15:18:29.000	-11.07	確認されず
35.5641920	139.5392130	8393.4070500	15:18:30.000	-4.55	確認されず
35.5627830	139.5409820	8393.8081840	15:18:31.000	6.10	確認されず
35.5613730	139.5427520	8394.1077800	15:18:32.000	23.92	確認されず

本観測では6秒間、室内実験結果で映像破綻を引き起こすとされる C_{ave}/I_{peak} となった。

しかし、本観測中、BS及びCS放送の映像にPi-SAR2の干渉波による映像破綻は確認できなかった。

結論

- 本件では、BS・CS放送受信装置に対する航空機搭載SARからの干渉波(イメージ混信波)の影響を調査した。
- 室内実験では、映像破綻時のSARの送信波の電力レベル(SARの送信波電力と放送受信の遮断の関係)を明らかにするとともに、SARの送信波電力とエラーフリーの関係を明らかにした(表1)。
- 今回の室外実験では、実験局の航空機搭載SAR(機関A所有)を用いて、最悪条件下(SARのアンテナとBS・CS放送受信装置のアンテナが対向する条件)でのBS・CS放送受信装置への干渉波の影響を調査した。BS・CS放送受信装置は、室内実験で明らかになった受信映像の破綻レベルを超えるSARの送信波を受信した(表3)が、映像破綻は確認されなかった。

結論

- 室外実験の結果においては、BS・CS放送受信装置は航空機搭載SARからの干渉波による映像破綻はなく、今回の実験条件の範囲内において、両システムの共用は可能である。
- しかしながら、航空機搭載SARの運用にあたり、BS・CS放送受信装置においてSARからの干渉の影響が確認された場合には、運用見直し等の干渉回避に関して協議するものとする。