

「9GHz気象レーダーを運用される方へ」の改定に対するご意見

1	<p>「9GHz気象レーダーを運用される方へ」の改定については、フェーズドアレイ気象レーダーにも適用されることもありますので、弊社で4年間受託いたしました技試の中で検討した離隔距離の考え方を取り入れるのが良いかと考えています。ただし、これまでの既設の気象レーダーでは影響が出ていない認識ですので、改定したものについては、さかのぼった適用せずに新設の気象レーダーもしくは既設の気象レーダーからフェーズドアレイ気象レーダーへの更新に対して適用していくことが良いかと考えています。</p> <p style="text-align: right;">（東芝インフラシステムズ）</p>
2	<p>「9GHz気象レーダーを運用される方へ」については、これまでの干渉検討の結果を反映する形で算式、計算例などを改定し、基本的なスタンスや文書の構成については、現状を踏襲するのが良いと考えます。</p> <p style="text-align: right;">（三菱電機）</p>
3	<p>修正案(別添)</p> <p>(1)「1. 対象とする気象レーダー及び配慮すべき衛星放送受信設備」 ・BS周波数を11.7～12.2GHz、CS周波数を12.2～12.75GHzとして、重複する9GHz帯レーダー周波数帯(9.2～9.8GHz)を記載しました。対象とするレーダー周波数帯が異なる場合は修正します</p> <p>(2)「2. 影響回避のために留意すべき条件」 ・BS/CS受信アンテナへの影響回避のための式を、BS/CS受信に対する9GHz帯レーダーの許容干渉電力束密度(式1)、容干渉電力束密度に対する9GHz帯レーダーEIRPと離隔距離との関係式(式2)、および、式2より求めた離隔距離(式3)、を用いて定式化。式1、式2、式3のパラメータの定義を追記 ・除外規定を修正(許容干渉電力束密度による定義に修正) ・(参考)「イメージ混信」について、BS周波数を11.7～12.2GHz、CS周波数を12.2～12.75GHzとしての記載に修正。局発周波数としてBS右旋は10.678GHz、BS左旋は9.505GHz、CSは11.2GHzを用いて中間周波数に変換していることを追記。</p> <p>(3)別紙1→削除</p> <p>(4)別紙2→別紙1「計算例」</p> <p>①9.4GHz帯 ・情通審で未審議であることから、埼玉大レーダーのパラメータおよび2023年度実施の埼玉大レーダーによるBS受信設備への干渉評価の報告書である、「第3回気象レーダー作業班X帯SWG資料(予定)の「X帯気象レーダーからのBS/CS放送受信設備への干渉軽減に関する調査検討」の請負 報告書」を参照して記載。</p> <p>①9.7GHz帯 ・気象レーダー作業班資料 気レ作8-5、気レ班3-5、X帯SWG資料 気レX11-4、「第3回気象レーダー作業班X帯SWG資料(予定)の「X帯気象レーダーからのBS/CS放送受信設備への干渉軽減に関する調査検討」の請負 報告書」を参照して記載。</p> <p style="text-align: right;">（放送事業者）</p>

構成員からの修正案

令和XX年XX月XX日

9GHz帯気象レーダーを運用される方へ

総務省総合通信基盤局
電波部基幹通信課

9GHz帯気象レーダーについては、使用する周波数が衛星放送（BS放送・CS放送）のイメージ周波数と重なり、設置場所周辺において衛星放送の受信に影響（イメージ混信）を与える場合があります。

つきましては、当該レーダーを運用される場合には、下記の条件に留意して運用を行っていただくようお願い申し上げます。

ただし、下記の条件に基づき運用した場合であっても衛星放送の受信に容認できない影響が認められた場合については、その対応に真摯にご協力いただきますようお願い申し上げます。

記

1. 対象とする気象レーダー及び配慮すべき衛星放送受信設備

9. 200GHz～9.655GHzを使用する気象レーダー BS放送受信設備

9. 650GHz～9.800GHzを使用する気象レーダー CS放送受信設備

2. 影響回避のために留意すべき条件

次の条件を満足してください。

気象レーダーからBS/CS受信アンテナへの電力束密度が式1により求めた許容干渉電力束密度（ピーク値） $pfdIr$ を超えないこと。

$$pfdIr = BS/CS受信pfd - Cave/lpeak - M + S + D \quad \dots \text{式1}$$

レーダーEIRPから見通しでの $pfdIr$ は式2、その場合の離隔距離は式3で求められる。

$$pfdIr = EIRP - 10 \log_{10}(4 \pi r^2) \quad \dots \text{式2}$$

$$r = (10^{((EIRP - pfdIr)/10)} / 4\pi)^{1/2} \quad \dots \text{式3}$$

r (m) レーダーの空中線からの距離

$pfdIr$ (dBW/m²) 気象レーダーからBS/CS受信アンテナへの許容干渉電力束密度（ピーク値）

BS/CS受信pfd (dBW/m²/BS:34.5MHz,CS:27MHz)

BS/CS受信アンテナへのBS/CS放送波の電力束密度（平均値）

Cave/lpeak (dB) 画像破綻を起こす放送波(Cave)と妨害波(lpeak)の、受信機入力

	端での比
M (dB):	降雨時の影響を考慮するためのマージン。降雨時に BS/CS放送波は衛星とBS/CS受信アンテナ間の降雨により減衰を受けて、干渉で画像が破綻しやすくなる。このため、マージンを取る必要がある。
S (dB):	BSまたはCS受信アンテナ反射鏡込みのイメージ妨害抑圧比。受信アンテナ利得が最大となる方向からBS/CS所望波平均値と妨害波ピーク値が同じpfd(電力束密度)で入力したときの、IF帯でのBS/CS所望波平均値と妨害波ピーク値出力の比であり、 $S > 0$ とする。この値が大きいほど、BS/CSアンテナは干渉に強い。
D (dB):	BS/CSアンテナ識別度(9GHz帯放射パターン)。BS/CSアンテナは静止衛星軌道に向けるのに対し、気象レーダーからの妨害波は、通常、水平方向からやってくるので、アンテナ利得が最大アンテナ利得方向より低下していて、その分干渉量が小さくなる。アンテナ識別度は、9GHz帯における最大利得方向の最大利得に対する、その方向のアンテナ利得との差であり、 $D \geq 0$ とする。
EIRP (dBW):	衛星放送の受信空中線の方向に対してレーダーの空中線から放射される電波の等価等方輻射電力(尖頭電力)。レーダーの空中線利得のほか、衛星放送の受信空中線方向への指向減衰量(水平・垂直)、給電線損失等を考慮する。

(試算例を別紙1に示します。)

ただし、以下に掲げる場合は条件の一部又は全部を除外することができます。

- ・ 衛星放送の受信空中線が当事者のものである等、影響が許容されることが明らか、あるいは必要な調整がとられている場合
- ・ 電磁界解析において、pfdlrを超えないことが計算により確認されている場合
- ・ レーダーの空中線と衛星放送の受信空中線の間に遮蔽物が存在し、pfdlrを超えないことが確認されている場合

以上

(参考)

「イメージ混信」とは

BS放送は11.7GHz～12.2GHz帯の周波数で、右旋円偏波および左旋円偏波の電波を利用しており、CS放送は12.2GHz～12.75GHzで、水平偏波および垂直偏波の電波を利用しておりますが、住宅内でのケーブルによる伝送を容易にする等のため、受信空中線(パラボラアンテナ等)において受信した電波を、BSは約1.0～3.2GHz、CSは約1.0～1.55GHzの中間周波数帯に変換しています。

この変換に当たっては、受信した信号にBS右旋円偏波は局部発振周波数10.678GHz、左

旋円偏波は9.505GHzの信号を混合させたときの差を利用して中間周波数を得ています(例: $12.0 - 10.678 = 1.322\text{GHz}$)。CS放送では水平偏波および垂直偏波ともに局部発振周波数11.2GHzの信号を混合させたときの差を利用して中間周波数を得ています(例: $12.65 - 11.2 = 1.45\text{GHz}$)。

ところが、BS放送受信において、この局部発振周波数10.678GHzの信号と9.356GHz帯の周波数の信号が混合された場合にも同じく1.322GHzの周波数が発生することがあります($10.678 - 9.356 = 1.322\text{GHz}$)。

後者の1.322GHzの周波数はイメージ周波数と呼ばれ、9GHz帯気象レーダーの近傍に衛星放送の受信空中線があるような場合には、衛星放送の受信画像等に影響が出ることがあります。CS放送受信の場合も同様です。

別紙1 計算例

- ① 9. 4GHz帯、尖頭電力66.4dBW、パルス長30 μ 秒のレーダーを東京(あるいは石垣)に設置する場合で、レーダーピーク方向見通し離隔距離の計算例

場所	東京	石垣	備考
BS受信 pfd (dBW/m ² /BSBW)	-102.6	-104.3	第3回気象レーダー作業班X帯SWG資料「X帯気象レーダーからのBS/CS放送受信設備への干渉軽減に関する調査検討」の請負 報告書
Cave/Ipeak (dB)	13.5	13.5	同上
マージン M (dB)	12.2	12.2	同上
BS受信アンテナの反射鏡込みのイメージ妨害抑圧比 S + アンテナ識別度 D (dB)	91.0	91.0	第3回気象レーダー作業班X帯SWG資料「X帯気象レーダーからのBS/CS放送受信設備への干渉軽減に関する調査検討」の請負 報告書
pfd Ir (dBW/m ²)	-37.3	-39.0	式(1)より算出
気象レーダーEIRP (dBW)	66.4	66.4	埼玉大レーダー相当のEIRPで計算
離隔距離 (m)	43191	52528	式(3)より算出

- ② 9. 7GHz帯、EIRP59dBW、パルス長30 μ 秒のレーダーを横浜(あるいは那覇)に設置する場合で、レーダーピーク方向見通し離隔距離の計算例

場所	横浜	那覇	備考
CS受信 pfd (dBW/m ² /CSBW)	-108.4	-113.4	気象レーダー作業班資料 気レ作8-5 BW27MHz
Cave/Ipeak (dB)	-1.7	-1.7	X帯SWG資料 気レX11-4
マージン M (dB)	12.2	12.2	気象レーダー作業班資料 気レ班3-5
CS受信アンテナの反射鏡込みのイメージ妨害抑圧比 S + アンテナ識別度 D (dB)	108.5	108.5	X帯SWG資料 気レX11-4のイメージ妨害抑圧比93.5dBとアンテナ識別度15dBの和
pfd Ir (dBW/m ²)	-10.4	-15.4	
気象レーダーEIRP (dBW)	59.0	59.0	汎用型気象レーダー技術条件最大値
離隔距離 (m)	833	1,480	

平成22年4月26日

9GHz帯気象レーダーを運用される方へ

総務省総合通信基盤局
電波部基幹通信課

9GHz帯気象レーダーについては、使用する周波数が衛星放送（BS放送・CS放送）のイメージ周波数と重なり、設置場所周辺において衛星放送の受信に影響（イメージ混信）を与える場合があります。

つきましては、当該レーダーを運用される場合には、当面の措置として下記の条件に留意して運用を行っていただくようお願い申し上げます。

ただし、下記の条件に基づき運用した場合であっても衛星放送の受信に容認できない影響が認められた場合については、その対応に真摯にご協力いただきますようお願い申し上げます。

記

1. 対象とする気象レーダー及び配慮すべき衛星放送受信設備

- 9. 300GHz～9. 500GHzを使用する気象レーダー BS放送受信設備
- 9. 700GHz～9. 800GHzを使用する気象レーダー CS放送受信設備

2. 影響回避のために留意すべき条件

次の条件を満足してください。

- ① レーダーの空中線から20mまでの範囲内に、衛星放送の受信空中線がないこと。
- ② レーダーの空中線から20mを超え、式1により求めた距離までの範囲内に、衛星放送の受信空中線がないこと。

$$r = 10^{\left((EIRP + W_t) / 20 \right)} \dots \dots \text{式1}$$

r (m); レーダーの空中線からの距離

EIRP (dBm); 衛星放送の受信空中線の方角に対してレーダーの空中線から放射される電波の等価等方輻射電力（尖頭電力）。レーダーの空中線利得のほか、衛星放送の受信空中線方向への指向減衰量（水平・垂直）、給電線損失等を考慮する。

W_t (dB); レーダーのパルス幅と干渉の影響度に関する定数。（別紙1参照）

（試算例を別紙2に示します。）

ただし、以下に掲げる場合は条件の一部又は全部を除外することができます。

ア 次の場合にあつては、①及び②の条件はいずれも適用しません。

- ・ 衛星放送の受信空中線が当事者のものである等、影響が許容されることが明らか、あるいは必要な調整がとられている場合

イ 次の場合にあつては、①の条件のみ適用します。

- ・ 電磁界解析において、干渉を与えないことが計算により確認されている場合
- ・ レーダーの空中線と衛星放送の受信空中線の上に遮蔽物が存在する場合
- ・ 衛星放送の受信空中線方向に対して、最も頻繁にレーダーの送信電波が照射される5分間において十分短い照射が5回以下である場合

以上

(参考)

「イメージ混信」とは

衛星放送は11GHz～12GHz帯の周波数の電波を利用しておりますが、住宅内でのケーブルによる伝送を容易にする等のため、受信空中線(パラボラアンテナ等)において受信した電波を約1.5GHzの周波数帯に変換しています。

この変換に当たっては、受信した信号に局部発振させた10GHz～11GHzの信号を混合させたときの差を利用して約1.5GHzの周波数を得ています。(12-10.5=1.5)

ところが、この局部発振させた10GHz～11GHzの信号と9GHz帯の周波数の信号が混合された場合にも同じく約1.5GHzの周波数が発生することがあります。(10.5-9.0=1.5)

後者の約1.5GHzの周波数はイメージ周波数と呼ばれ、9GHz帯気象レーダーの極めて近傍に衛星放送の受信空中線があるような場合には、衛星放送の受信映像等に影響が出ることがあります。

別紙 1 レーダーのパルス幅と干渉の影響度に関する定数 (W_t (dB))

- (1) 9.300GHz~9.500GHzを使用する気象レーダーの場合
 (配慮すべき衛星放送受信設備がBS放送受信設備の場合)

レーダーの 送信パルス幅(τ) \diagdown	レーダーの 送信周波数	9.300GHz ~ 9.500GHz
$0 < \tau \leq 1 \mu s$		-55
$1 < \tau \leq 1.5 \mu s$		-50
$1.5 < \tau \leq 2 \mu s$		-45
$2 < \tau \leq 4 \mu s$		-33
$4 < \tau \leq 8 \mu s$		-31
$8 < \tau \leq 16 \mu s$		-30
$16 < \tau \leq 32 \mu s$		-29
$32 < \tau$		-29

- (2) 9.700GHz~9.800GHzを使用する気象レーダーの場合
 (配慮すべき衛星放送受信設備がCS放送受信設備の場合)

レーダーの 送信パルス幅(τ) \diagdown	レーダーの 送信周波数	9.700GHz ~ 9.800GHz
$0 < \tau \leq 1 \mu s$		-69
$1 < \tau \leq 1.5 \mu s$		-63
$1.5 < \tau \leq 2 \mu s$		-56
$2 < \tau \leq 4 \mu s$		-52
$4 < \tau \leq 8 \mu s$		-45
$8 < \tau \leq 16 \mu s$		-41
$16 < \tau \leq 32 \mu s$		-40
$32 < \tau$		-40

別紙2 計算例

- ① 9.7GHz 帯、尖頭電力100kW、パルス長1 μ 秒、空中線利得42dB(直径2mの空中線に相当)のレーダーの場合

A レーダーの空中線が、頻繁に CS 放送の受信空中線の方向を向く場合(指向減衰、給電線損失なし)

$$r = 10^{\left(\frac{(80\text{dBm} + 42\text{dB}) - 69\text{dB}}{20}\right)} = 447\text{m}$$

→ この場合、CS 放送の受信空中線(当該空中線の方向を問わない)から約450m 以上離隔することが望ましい。

B レーダーの空中線が、CS 放送の受信空中線に対して最小約 1.2 度程度の方向離隔(指向減衰量 13dB、給電線損失なしと仮定)がある場合

$$r = 10^{\left(\frac{(80\text{dBm} + 42\text{dB} - 13\text{dB}) - 69\text{dB}}{20}\right)} = 100\text{m}$$

→ この場合、CS 放送の受信空中線から約100m 以上離隔することが望ましい。

- ② 9.7GHz 帯、尖頭電力500W、パルス長 20 μ 秒、空中線利得42dB のレーダーで、CS 放送の受信空中線に対して最小約 1.2 度程度の方位離隔で運用される場合(給電線損失なし)

$$r = 10^{\left(\frac{(57\text{dBm} + 42\text{dB} - 13\text{dB}) - 40\text{dB}}{20}\right)} = 200\text{m}$$

→ この場合、CS 放送の受信空中線から約200m 以上離隔することが望ましい。

- ③ 9.4GHz 帯、尖頭電力500W、パルス長 20 μ 秒、空中線利得42dB のレーダーで、BS 放送の受信空中線に対して最小約 1.2 度程度の方位離隔で運用される場合(給電線損失なし)

$$r = 10^{\left(\frac{(57\text{dBm} + 42\text{dB} - 13\text{dB}) - 29\text{dB}}{20}\right)} = 708\text{m}$$

→ この場合、BS 放送の受信空中線から約710m 以上離隔することが望ましい。