

$$INR(\theta) = \begin{cases} -80[\text{dB}] & (\theta > \theta_{lim}) \\ P_{rad}^{agg} + ADJ - A_{bump} \\ + Discr_{rad} - FSL + G_{aASDE} - kTBF - M[\text{dB}] & (\theta_{lim} \geq \theta \geq 0) \end{cases}$$

表 2 検討の前提パラメータ

項目	値	単位	
ASDE 水平指向半値幅	0.3	deg	
ASDE 設置地上高 : H	成田	88.6	m
	羽田	84.6	m
	中部	89.0	m
	大阪	47.7	m
	関西	88.7	m
	福岡	25.0	m
	那覇	37.6	m
SRR 設置高 : h	0.5	m	
干渉道路長 : Droad	500~2500	m	
干渉道路オフセット : Roff	90~2000	m	
車両あたりの占有面積 : Sc	45	m <sup>2</sup>	
道路車線数	4	-	

表 3  $1/N(\theta)$ 要素の説明

要素	意味	内容	単位	備考
$P_{rad}^{agg}$	集合干渉	$-41.3 + 10 \log(3) + 10 \log(\sum a_i S_i / Sc)$	dBm/ MHz	車両四隅に配置したレーダの3式が干渉。車線毎の台形面積 $S_i$ ( $i=1, 2, 3, 4$ ) を車両占有面積 $Sc$ で除算し干渉台数に変換。また、車線毎に、以下の重み係数を乗算し、簡易遮蔽効果を設定した。 $a_1=1, a_2=0.5, a_3=0.05, a_4=0.025$
$ADJ$	ASDE 帯域変換係数	$10 \log_{10}(120)$	dB	IF 帯域幅 120 [MHz]
$A_{bump}$	SRR バンパ損失	3	dB	共通パラメータ
$Discr_{rad}$	SRR⇒ASDE への利得係数	0	dB	水平
		-20	dB	仰角 15 度以上
$FSL$	自由空間伝搬損	$20 \log_{10}(\frac{\lambda}{4\pi L(\theta)})$	dB	$L(\theta) = \sqrt{(H-h)^2 + \frac{(R_{off})^2}{\cos^2 \theta}}$
$G_{aASDE}$	ASDE アンテナ利得	45	dBi	0 deg (水平)
		コセカント 2 乗パターン $\text{cosec}^2 \theta_{EL} / \text{cosec}^2 \theta_0$	dBi	0~-15 deg (水平~下方)
		0	dBi	-15 deg 以上
$kTBF$	雑音成分	$10 \log(NF \cdot kTB)$	dBm	NF=8 [dB] ※、T=300 [K]、B=120 [MHz] として計算。(=-85 [dBm])
$M$	干渉緩和要素	3	dB	レーダ稼働率
		7	dB	拡散損失

※ NF=8dB は予備検討時の暫定値

## 2-1-2 干渉検討結果

ASDE のボアサイト回転角  $\theta$  に応じて干渉源となる道路(中央分離帯1車線、走行車線4車線)を設定して I/N を評価した結果、羽田空港がもっともマージンが少ないことを確認した。このため、羽田を最悪ケースとすることを合意した。

表 4 初期干渉検討結果

施設名	オフセット $R_{off}$ [m]	地上高 $H$ [m]	道路長 $D_{road}$ [m]	I/N 最悪値 [dB]	マージン [dB]
成田	100	88.6	500	-51.6	41.6
羽田	100	84.6	2500	-19.4	9.4
中部	500	89.0	1000	-31.7	21.7
大阪	1000	47.7	1000	-27.1	17.1
関西	200	88.7	2000	-22.9	12.9
福岡	800	25.0	2000	-20.5	10.5
那覇	1000	37.6	2000	-21.5	11.5

## 2-3 羽田空港を主体とした干渉検討 (平均化モデル)

### 2-3-1 干渉検討モデル及び干渉計算

本検討で用いた干渉モデルを提示する。図2に本検討の説明図を示す。干渉計算はASDEのボアサイト回転角  $\theta$  に応じてビームに干渉対象となる道路が含まれる領域か否か判定することで行う。表5に本モデルで変更した干渉パラメータを示す。車線が12(首都高8+側道4)とし、中央分離帯を特に算入しない。

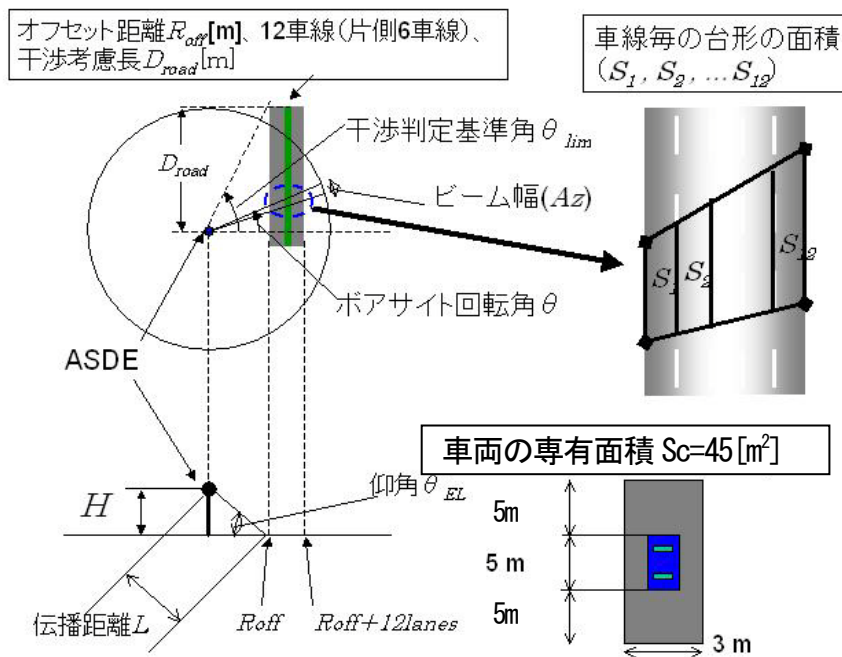


図 2. 羽田空港モデルの説明図

表 5 羽田モデルにおける主要パラメータ

項目	値	単位
道路車線数	12	-

まず、判定基準値  $\theta_{lim}$  を次式により定義する。

$$\theta_{lim} = \tan^{-1} \frac{D_{road}}{R_{off}} [\text{rad}]$$

ここで、 $D_{road}$ [m]、 $R_{off}$  [m] は空港の立地により決定される地理パラメータである。上記  $\theta_{lim}$  とボアサイト回転角  $\theta$  によって変化するI/Nである  $I/N(\theta)$  を以下のように定義し、計算を行った。

$$INR(\theta) = \begin{cases} -80[\text{dB}] & (\theta > \theta_{lim}) \\ P_{rad}^{agg} + ADJ - A_{bump} \\ + Discr_{rad} - FSL + Ga_{ASDE} - kTBF - M[\text{dB}] & (\theta_{lim} \geq \theta \geq 0) \end{cases}$$

表 6  $I/N(\theta)$ 要素の説明

要素	意味	内容	単位	備考
$P_{rad}^{agg}$	集合干渉	$-41.3 + 10 \log(3) + 10 \log(\sum Si / Sc)$	dBm/MHz	車両四隅に配置したSRRの3式が干渉。車線毎の台形面積 $Si$ ( $i=1, 2, \dots, 12$ ) を車両占有面積 $Sc$ で除算し干渉台数に変換。
$ADJ$	ASDE 帯域変換係数	$10 \log_{10}(120)$	dB	IF 帯域幅 120 [MHz]
$A_{bump}$	SRR バンパ損失	3	dB	共通パラメータ
$Discr_{rad}$	SRR⇒ASDE への利得係数	0	dB	水平
		-20	dB	仰角 15 度以上
$FSL$	自由空間伝搬損	$20 \log_{10}(\frac{\lambda}{4\pi L(\theta)})$	dB	$L(\theta) = \sqrt{(H-h)^2 + \frac{(R_{off})^2}{\cos^2 \theta}}$
$Ga_{ASDE}$	ASDE アンテナ利得	$45 - R^{**}$	dBi	0 deg (水平)
		$\text{cosec}^2 \theta_{EL} / \text{cosec}^2 \theta_0 - R^{**}$	dBi	0 ~ -15 deg (水平 ~ 下方)
		0	dBi	-15 deg 以上
$kTBF$	雑音成分	$10 \log(NF \cdot kTB)$	dBm	NF=5 [dB]、T=300 [K]、B=120 [MHz] として計算。 (=-88 [dBm])
$M$	干渉緩和要素	3	dB	レーダ稼働率
		4	dB	普及率 40%
		7	dB	拡散損失

※ ASDE レドーム通過損  $R=1.3$  [dB] を減算する。

## 2-3-2 検討結果

<羽田>

図 3 に羽田空港の略図を示す。ASDE を中心に、主に 3 つの道路を対象として検討する必要があることが分かった。

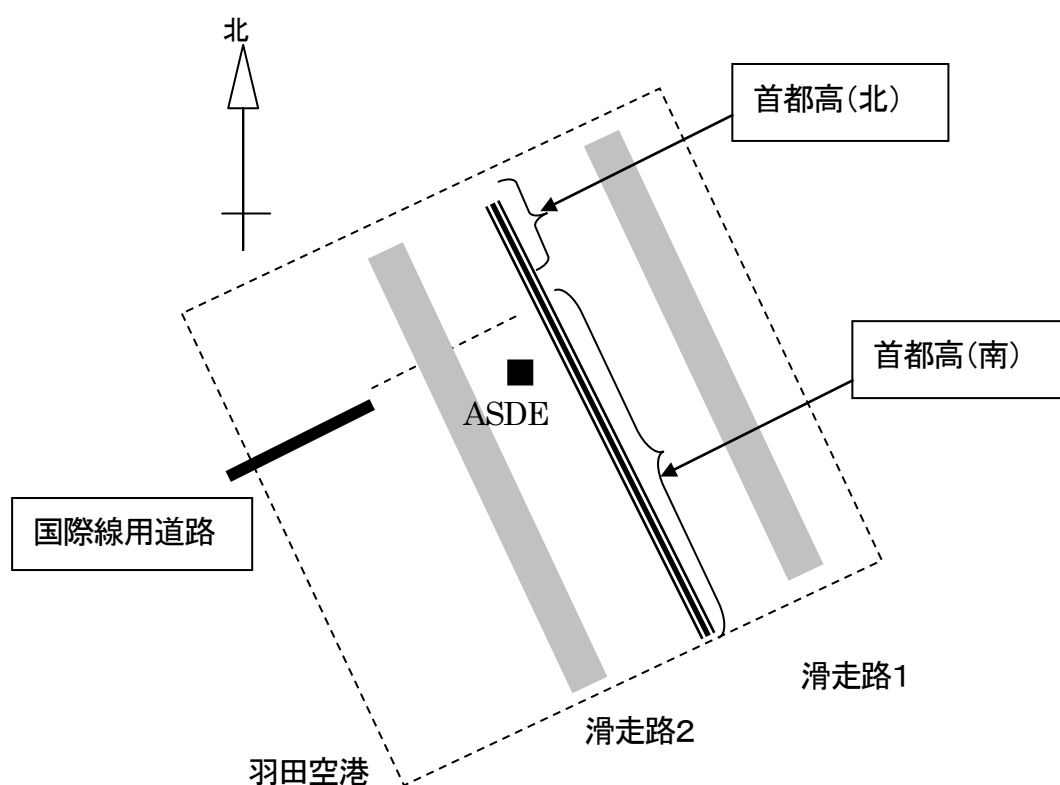


図 3 羽田空港略図

表 7 に干渉検討結果を示す。車間距離 10m では、干渉許容値 ( $I/N = -10\text{dB}$ ) を超えないことが示された。しかし、首都高(南) はマージンが少なめである。当該箇所は交通量も多く、渋滞の多い箇所であることから、より密な車間距離を想定した場合について検討することが必要となった。

表 7 干渉検討結果

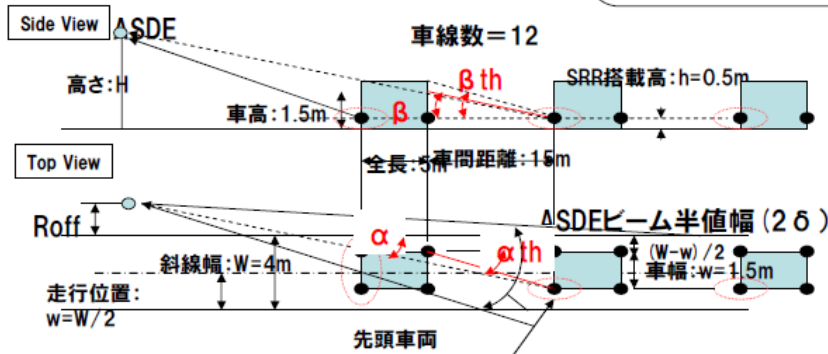
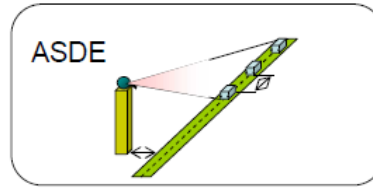
施設名	オフセット $R_{off}$ [m]	地上高 $H$ [m]	道路長 $D_{road}$ [m]	$I/N$ 最悪値 [dB]	マージン [dB]
国際線用	155	84.6	2000	-15.1	5.1
首都高(北)	94	84.6	813	-24.6	14.6
首都高(南)	94	84.6	2200	-12.5	2.5

#### 2-4 羽田空港を主体とした干渉検討 (車両による遮蔽効果を考慮した検討)

2-4-1 干渉モデルと干渉計算より正確な干渉計算のため、所定の車間距離に車両を配置し、車両間の相互の位置関係から遮蔽効果を算入することを検討した。車両による遮蔽効果による伝搬損失は ITU-R TG1/8、及び欧州(SE24)の干渉検討において採用されている。図 4 に本干渉検討に用いるモデルを示す。SRR から ASDE を見込む角度 ( $\alpha R$ ) と、遮蔽する角度 ( $\alpha$ ) の差に応じて最大 22dB 程度の損失が発生する。遮蔽損失は Attachment 2 to the draft new Report ITU-R SM. [UWB.XYZ] (24 October 2005) の近似関数を用いた。

前提条件:

- SRRは車両の4隅に配置。
- このうち、ASDE側の2個が干渉要素として存在。



集合干渉量 =  $\sum \{ (\text{ASDEビーム内に存在する車両台数} \times \text{放射電力} \times \text{搭載台数}) \div \text{遮蔽損失} \}$

$\beta th > \beta$ かつ $\alpha th > \alpha$ のとき、車両の片側のSRRからのビームに遮蔽あり、と判定する。

図 4 遮蔽効果を検討するモデル

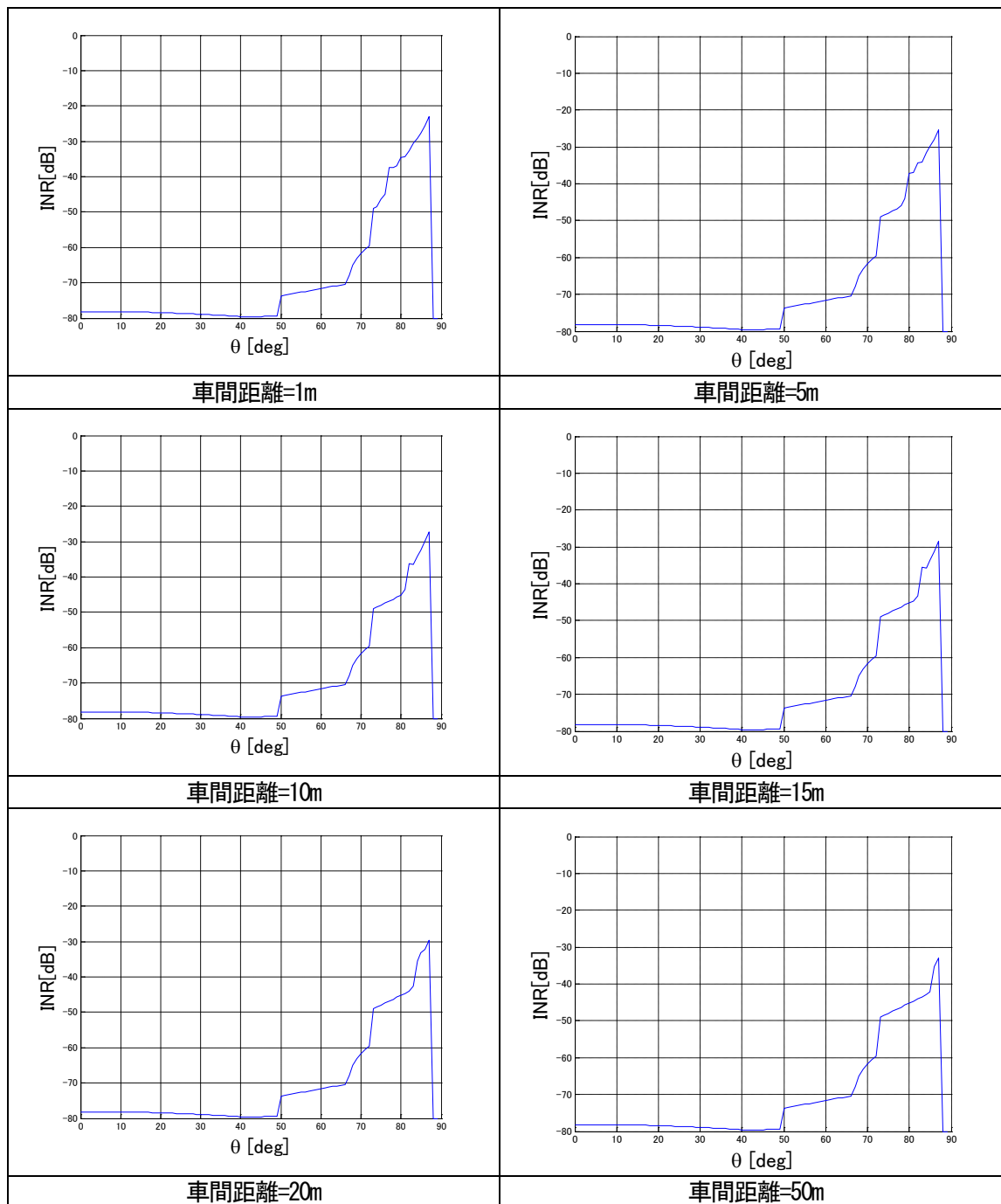
干渉計算の対象として、平均化モデルで最悪値となった首都高(南)を設定した。表 8 に本検討で用いた干渉パラメータを示す。ほとんどは前節と同じであるが、集合干渉が干渉源との位置関係により遮蔽されるモデルとなっている。

表 8 1/N(θ)要素の説明

要素	意味	内容	単位	備考
$\sum P_{rad}^{agg}(N, \rho)$	集合干渉	車両四隅に配置した SRR の ASDE 側 2 式が干渉。ASDE 複域内の車両の位置、レーダの位置 (ρ=左又は右) 情報から算出。	dBm/MHz	遮蔽効果を算入。
$ADJ$	ASDE 帯域変換係数	$10 \log_{10}(120)$	dB	IF 帯域幅 120 [MHz]
$A_{bump}$	SRR バンパ損失	3	dB	共通パラメータ
$Discr_{rad}(N, \rho) \rightarrow \text{ITU-R のモデルへ変更}$	SRR⇒ASDE への利得係数	0	dB	水平
		$-2/3 \theta_{EL}$	dB	仰角 $\theta_{EL}=0 \sim 30 \text{deg}$ のとき
		-26.66	dB	仰角 $\theta_{EL} > 30 \text{deg}$
$FSL(N, \rho)$	自由空間伝搬損失	ASDE 複域内の車両の位置、レーダの位置 (ρ=左又は右) 情報から算出。	dB	
$G_{ASDE}(N, \rho)$	ASDE アンテナ利得	$45 - R^*$	dB	0 deg (水平)
		コセカント 2 乗パターン $\text{cosec}^2 \theta_{EL} / \text{cosec}^2 \theta_0 - R^*$	dB	0 ~ -15 deg (水平 ~ 下方)
		0	dB	-15 deg 以上
$kTBF$	雑音成分	$10 \log(NF \cdot kTB)$	dBm	NF=5 [dB]、T=300 [K]、B=120 [MHz] として計算。 (=-88 [dBm])
$M$	干渉緩和要素	3	dB	レーダ稼働率
		4	dB	普及率 40%
		7	dB	拡散損失

注 ASDE レドーム通過損 R=1.3 [dB] を減算する。

2-4-2 干渉検討計算結果車間距離を変化させた場合、車両の位置関係が変化する。このため、車間距離をパラメータとして評価を行った。以下に結果を示す。本検討の結果、車間距離を小さくするほど干渉量が増加するが、いずれも、干渉許容値を超えないことがわかった。



同様の検討を国際線、首都高(北)について車間距離 10m について実施した結果を表 9 に示す。いずれも干渉許容値を下回った。

表 9 遮蔽効果を算入した場合の I/N

施設名	車間距離[m]	I/N 最悪値[dB]	マージン[dB]
国際線	10	-29.7	19.7
首都高(北)	10	-36.2	26.2
首都高(南)	10	-27.2	17.2

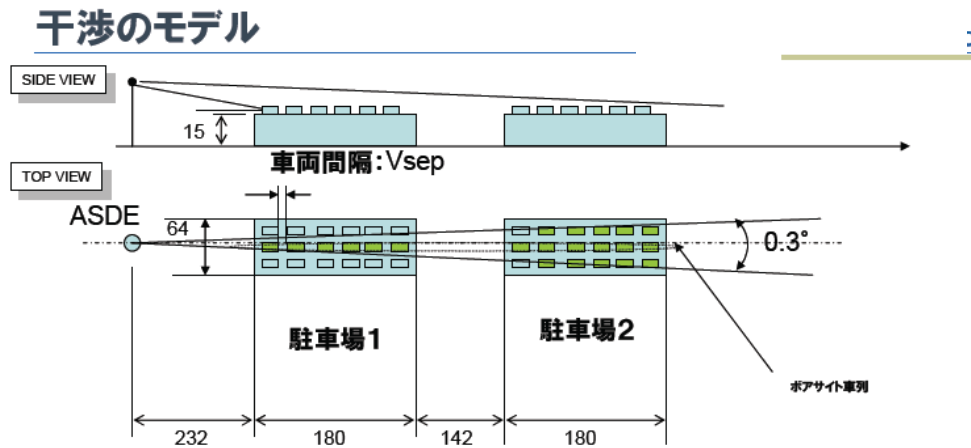
さらに、同様の手法により、現在稼働が予定されている第2羽田、第2成田について検討した。以下、結果を示す。やはり干渉許容値を下回った。

表 10 新規稼働予定の ASDE における I/N 値

施設名	オフセット $R_{off}$ [m]	地上高 $H$ [m]	道路長 $D_{road}$ [m]	VSEP [m]	I/N 最悪値 [dB]	マージン [dB]
第2成田	270	25.085	3700	10	-23.2	13.2
第2羽田	283	43.6	3400	10	-23.5	13.5

2-5 追加検討（駐車場屋上から ASDE への干渉検討）

さらに、ASDE 真横に存在する立体駐車場屋上からの干渉が懸念されるため、モデル化を行い、干渉量を評価した。駐車場は ASDE の真横約 200m の地点に存在し、6 階建てである（1フロア高を 3m とすると、屋上の高さ：3×5=15m）。本検討では、以下のようなモデルを設定した。車両間隔(Vsep)を関数として、計算を実施した。なお、遮蔽効果は考慮していない。



- ・屋上の車を対象
- ・ASDEボアサイトが真横を向いた場合を最悪ケースとする。
- ・レーダは車両の中央に1個(出力: -38.3dBm/MHz=-41, 3dBm/MHz+3dB)とする。
- ・集合干渉量 =  $\sum_n \{ (\text{ボアサイト車列の第}n\text{台目の干渉量}) \times (\text{車両位置毎のボアサイト幅}) \div (\text{車幅:}1.5\text{m} + \text{横間隔:}0.5\text{m}) \}$
- ・満車状態:  $Vsep=1\text{m}$
- ・まばら状態:  $Vsep=15\text{m}$
- ・拡散損失(7dB)、普及率(4dB)、稼働率(3dB)を干渉緩和要素として算入

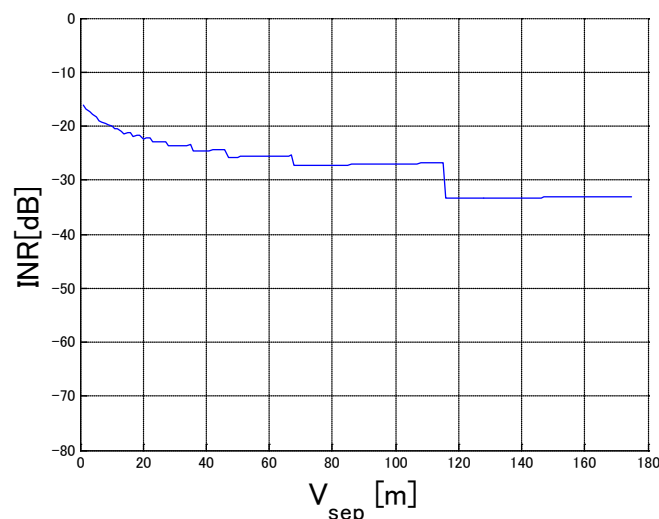


図5 駐車場からの干渉検討結果

結果として、干渉許容値(=-10dB)を下回っており、ASDEに対して駐車場の車両は干渉を与えないことがわかった。

### 3 まとめ

以上の検討を表11に集約して示す。

- ・ 干渉検討の結果、いずれも干渉許容値を下回ることから、共用可能との結論を得た。
- ・ ただし、干渉検討時に予想されなかった干渉が発生した場合の対応について、懸念が表明されている。UWBレーダシステムが干渉源であると特定できた場合、“一部の形態のBS放送受信システムにおける干渉問題”で実施された関係事業者による対策のための連絡会のように、自主管理グループを主体とする検討体制を早急に設置することも検討する。

表11 干渉検討結果のまとめ

施設名	オフセット $R_{off}$ [m]	地上高 $h$ [m]	道路長 $D_{road}$ [m]	I/N最悪値[dB]	マージン [dB]	
羽田 空港	国際線用	155	84.6	2000	-29.7	19.7
	首都高(北)	94	84.6	813	-36.2	26.2
	首都高(南)	94	84.6	2200	-27.2	17.2
	駐車場屋上	過密状態(車間距離1m)を想定 遮蔽効果なし			-16.3	6.3
第2成田	270	25.085	3700	-23.2	13.2	
第2羽田	283	43.6	3400	-23.5	13.5	



## 固定衛星との共用検討の補足資料

### 1 目的

本資料は、UWB レーダシステムと固定衛星との共用検討に際し、各種条件、干渉緩和要素を提示するものである。

### 2 概要

表 1 に本資料で定義される各種パラメータを示す。次章にて、要素ごとに説明を行う。

表 1 説明すべきパラメータ

項目	要素
共通の条件	交通量
	最小干渉距離
UPC ビーコン局側干渉緩和要素	UPC ビーコン局側アンテナ利得の計算
UWB 側干渉緩和要素	伝搬損失
	クラッタ損失
	偏波損
	水平面指向性による損失

### 3 要素検討結果

#### 3.1 共通の条件

##### 3.1.1 交通流の考え方

地球探査衛星（EESS）との干渉検討で用いている交通流に関する数値 363cars/km<sup>2</sup> を参照することとする。以上より、レーダ装着台数は、上記値に普及率=40%を乗じた値 145.2 cars/km<sup>2</sup> となる。

##### 3.1.2 最小干渉距離の考え方と最悪ケースについて

アンテナ高が低いもの（75cm）と仰角が低い（5°）もので車両側レーダの装着に関係なく、アンテナに近づく車両がアンテナの主ローブの中に入ることになり、道路上の車両から UPC 用ビーコン受信地球局アンテナは隔離しないと、衛星からの信号そのものが受信出来なくなるため、最初に道路からの必要な隔離距離を求めた。回線設計をする場合、通信経路中のフレネルゾーン中に障害物が入らないようにするのが回線設定の常識であるので下記の場合を考慮する必要がある。そこで、以下では 5 つのケースについて、干渉の条件を検討する。

#### ケース 1) 車両寸法による受信経路障害（UPC アンテナが車輛方向を向く場合）

大型車又は普通車で高さの制限は、高さ 3.8m 以下である。これは大型車（車両重量 8 トン以上）以外（2 トン車の 1 ナンバー等）もこの制限となる（この場合、車幅は、1.7m 以内）。このため、高さ 3.8m の車両が通行する道路では、UPC 用ビーコン受信地球局の設置は下記の条件を考慮

する必要がある。車両（車両高 3.8m の車両）による UPC 用ビーコン受信地球局の通信経路遮断について、車両の高さによる UPC 用ビーコン受信地球局アンテナの回線経路遮断が発生する可能性があるため、これを避けるためには車両高さ制限から鑑みたアンテナ設置位置について、車両が通行する位置から離隔する必要がある。通常車両は制限高さ（3.8m）に対して車両を 2.5cm 程度低くして（日産ディーゼル）車両を作っている（図 1 参照）。この高さ 3.775m(=3.8m-0.025m) で UPC 用ビーコン受信地球局アンテナ高=75cm、仰角=5° での所要離隔距離を計算すると、43.25m となる。また、仰角=30° では、5.45m となる（図 2 参照）。この距離は既に UPC 用ビーコン受信地球局アンテナの主ビーム（約 2°）の中に車両が入ってくる距離である。またフレネル半径は考慮していない。この受信経路遮断範囲は、車両の全範囲で起こることになるのでこれを図示すると図 3 のようになる。

結論：以上より、レーダ装着、非装着にかかわらず、UPC 用ビーコン局アンテナ接地条件として、車両そのものの寸法による受信経路障害が起こる可能性があるため図 3 に依る車両との離隔距離は確保しないとイケない。

UPC 用ビーコン受信地球局アンテナ仰角=5° の場合 43.25m  
 30° の場合 5.45m

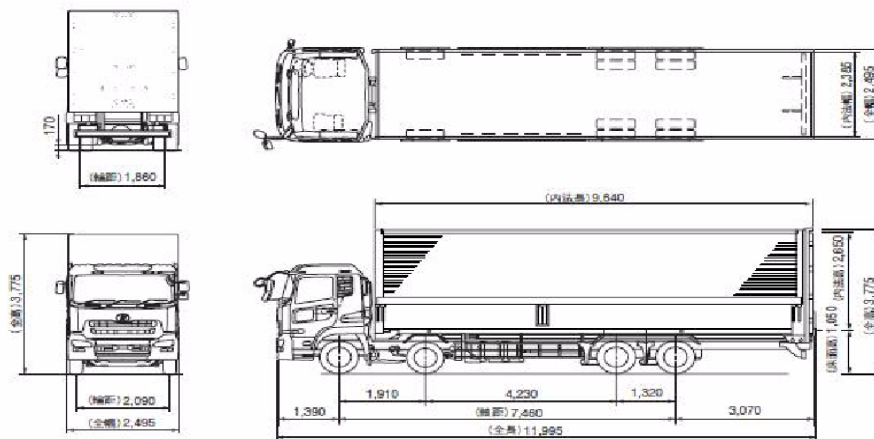
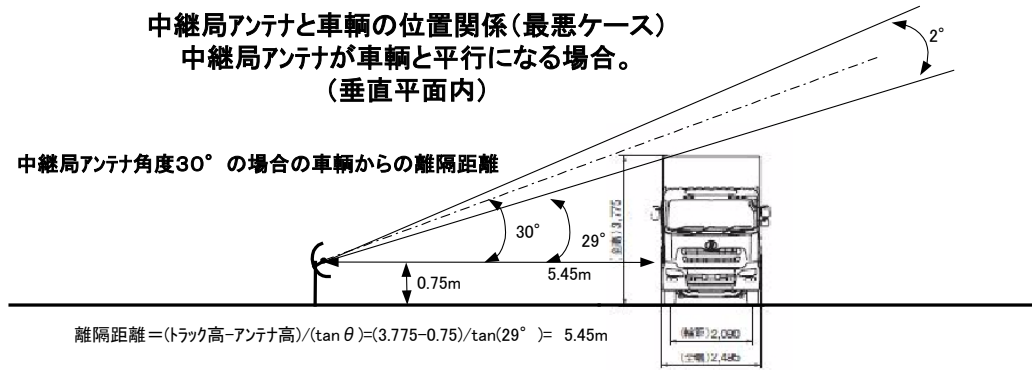


図 1 車両寸法図(日産ディーゼルホームページより)

中継局アンテナと車両の位置関係(最悪ケース)  
 中継局アンテナが車両と平行になる場合。  
 (垂直平面内)

中継局アンテナ角度30° の場合の車両からの離隔距離



中継局アンテナ角度5° の場合の車両からの離隔距離

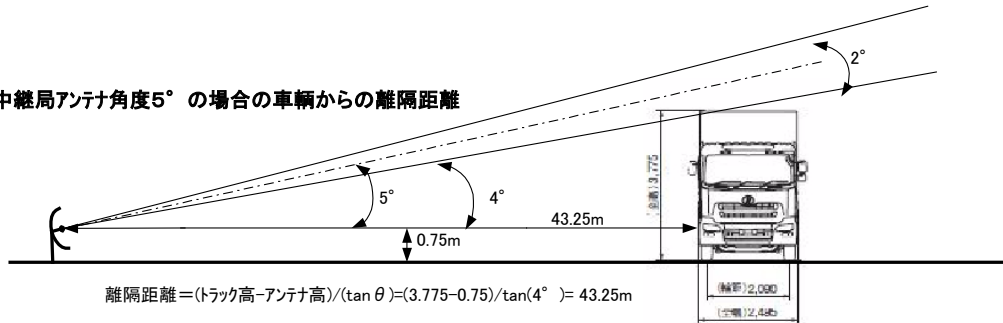


図2 車両によるビームが影響を受ける距離

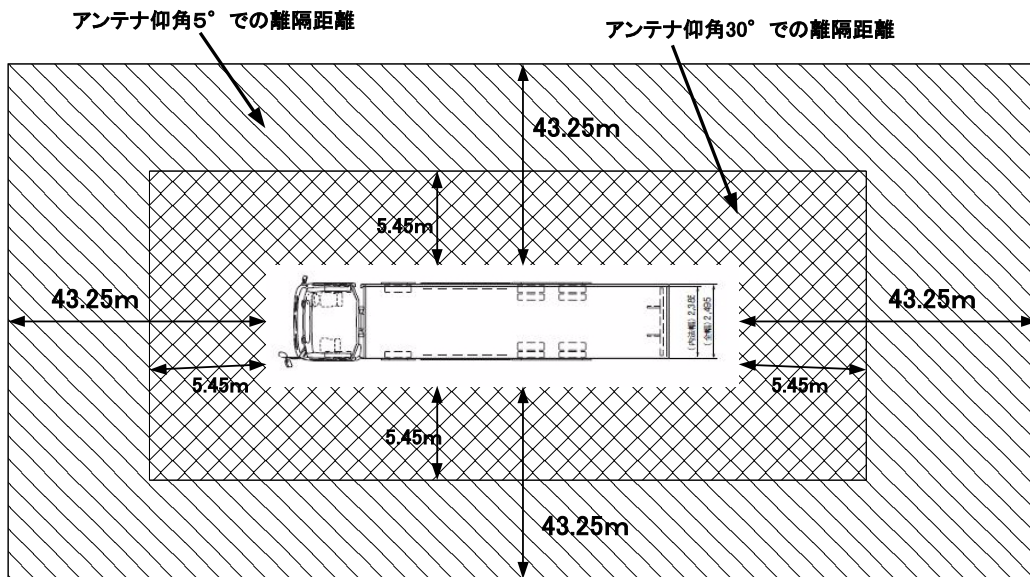


図3 アンテナ仰角と車両からの離隔距離

ケース2) 車両寸法による受信経路障害 (UPC アンテナが車両と平行な方向を向く場合)

ケース1では、UPC用ビーコン受信地球局のアンテナが車両方向を向く場合を考えたがアンテナが車両方向と平行な方向を向いた場合では、ケース1の離隔距離は発生しない。この場合の条件は、下記の通りである。

- 車両とアンテナの間隔=(車両と縁石の距離+縁石とアンテナの距離)とする。
- 車両と縁石の距離は、1m(通常車両の左側は自転車が通行できる程度は空けるので)。

- 縁石とアンテナとの距離は、アンテナ架台を考慮し、(2m 四方 図 4 参照) + 歩道確保分 (1m) として 2m とした。

以上より、車両とアンテナの間隔=3m とした。

結論：レーダ装着、非装着にかかわらず、UPC 用ビーコン局アンテナ接地条件として、車両そのものの寸法による受信経路障害が起こる可能性があり、UPC 用ビーコン受信地球局アンテナ仰角=0° で 171m から車両が通り過ぎる迄受信経路が遮断される。法令による全長規制は下記のようなものである（新幹線車両運搬等、一部例外あり）。この為、最大で UPC 用ビーコン受信地球局アンテナと車両距離が 3m の場合では、相互距離 171~152m 迄は受信経路障害を起こす可能性があるため、通常 UPC 用ビーコン受信地球局のアンテナビームが車両による影響を避けるため、車両と平行な位置には設置せず、ビームを逃がす方向に設置すると考えられる。

表 1 車両の全長制限

車種	全長規制値 [m]	条件
セミトレーラ	16.5	連結時
セミトレーラ (申請)	17.0	連結時
古トレーラ	19.0	連結時
トラック	12.0	単体



図 4 45cm アンテナと架台 JAXA ホームページより

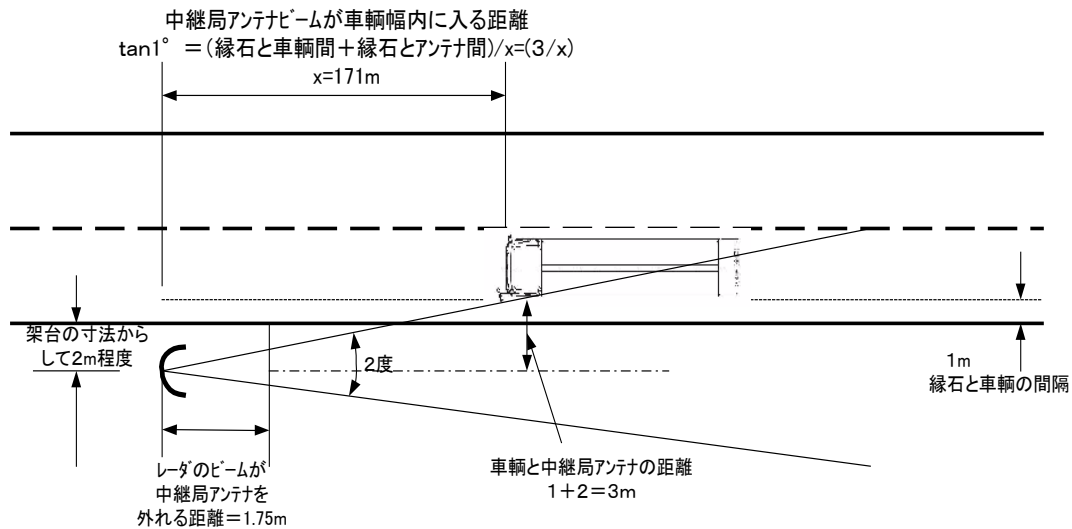


図5 UPC用ビーコン受信地球局のアンテナが車輦と平個になる場合  
 (仰角0°の場合=実際には存在しない最悪ケース)

ケース3) 高さ制限一杯の車輦が通れない場合

車輦高さ3.8mは、1ナンバーの2トン車も存在するのであるが、低い鉄道ガード等の高さ制限のある場合では、それ以上通行できない場合がある。

結論：いずれの場合でも、最大車輦高さが、3.8m以下に制限されているが、このガードを通れないだけで、他のルートで迂回すれば、高さ制限一杯の車輦でも来ることが出来るので、ケース1及びケース2の条件の、所要離隔距離の条件は、当てはめることが出来ると思われる。

例： 京成電鉄高砂駅近く

阪和貨物線



常磐線上野-日暮里間



山形新幹線 山形市



#### ケース 4) 車輻制限一杯の車輻が通れない場合

車輻の幅で制限される様な場合では、道路が狭い場合であるが、UPC 用ビーコン受信地球局のアンテナ架台の大きさが2m 四方位あるので、対角線が2.8m となり下の例のような道路では設置出来ないの、道路に面した空き地に設置する事になる。

結論：幅員 2.3m の道路では、車幅 1.7m 高さ 3.8m の 2 トン車は入る可能性があるの、ケース 1 の所要離隔距離は確保しないとイケない事になる。

例：



2.3メートルの高さ制限があり、消防車などが通れない別府市浜脇地区の狭い道路

#### ケース 5) UPC 用ビーコン受信地球局のアンテナを曲がった道路に設置した場合

曲がった道路の場合、車輻の軌跡は、図 6 の様になる。車輻が旋回する場合には、旋回による内輪差、外輪差及び車輻後部が外に振る、また車輻前部が前に飛び出す事により、かなり大きくはみ出す形で曲がっていく事になる。ここで、ケース 1 の結果を、図 6 に上書きすると図 7 の様になる。曲線部分での UPC ビーコン受信経路は、通常の直線道路での所要離隔距離に、車輻前部の飛び出し部分、車両後部の飛び出し部分及び内輪差による車輻内側部分が受信経路妨害部分として付加されることになる。

結論：これは、車輻が小型の場合でも同様であり、受信系経路妨害部分の面積が車輻の大きさにより変化するだけで付加される事には変わりはないので、ケース 1 の方が最悪ケースになる。



■ 旋回軌跡図

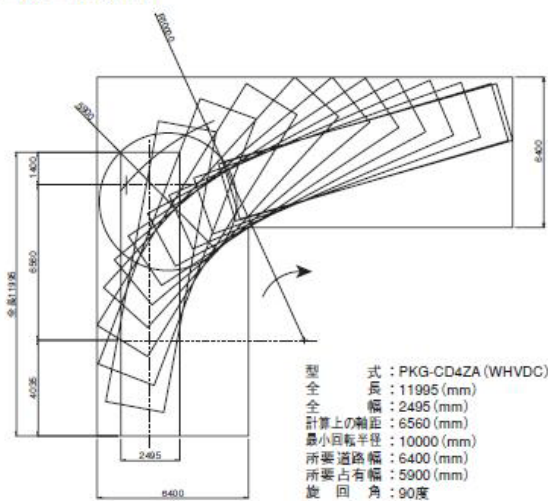


図6 車体長 12m、車体幅 2.5mが旋回した場合の車体位置と範囲

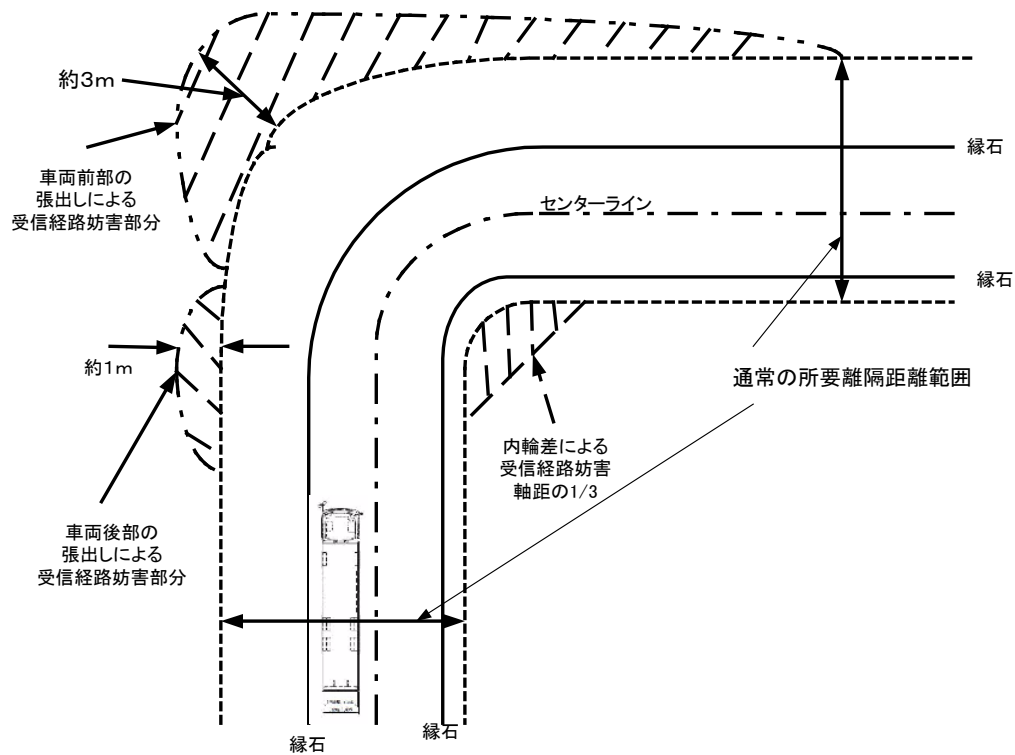


図7 曲線道路でのUPC ビーコン受信経路妨害付加部分

### 3.2 UPC用ビーコン受信地球局側干渉緩和要素

#### 3.2.1 仰角を持つ場合のUPC用ビーコン受信地球局側アンテナ利得の計算

以下にアンテナ利得を表す式を示す。

なお、サイドローブは無線通信規則付録第8-Annex-IIIに従うものとする。

$$G(\phi) = G_{\max} - 2.5 \times 10^{-3 \left(\frac{D}{\lambda} \times \phi\right)^2} \quad 0 < \phi < \phi_m$$

$$G(\phi) = G_1 \quad \phi_m \leq \phi < 100^\circ \lambda / D$$

$$G(\phi) = 52 - 10 \log(D / \lambda) - 25 \log \phi \quad 100^\circ \lambda / D \leq \phi < 48^\circ$$

$$G(\phi) = 10 - 10 \log(D / \lambda) \quad 48^\circ \leq \phi < 180^\circ$$

ここで、 $G_1$ は最初のサイドローブ利得、 $\phi_m$ は以下の式で与えられる。

$$G_1 = 2 + 15 \log(D / \lambda)$$

$$\phi_m = 20 \times (\lambda / D) \times \sqrt{G_{\max} - G_1}$$

上記に  $D = 45 \text{ cm}$   $f = 27.5 \text{ GHz}$   $\lambda = 1.09 \text{ cm}$   $D / \lambda = 41.3$ を代入すると、

$$G_1 = 2 - 15 \log(D / \lambda) = 2 - 15 \log(41.3) = 26.24 \text{ dB}$$

$$\phi_m = 20(\lambda / D) \times \sqrt{G_{\max} - G_1} = 20(\lambda / D) \times \sqrt{48 - 26.24} = 2.26^\circ$$

となる。以上より、角度毎のアンテナ利得は以下の通り。

表 2. UPC 用ビーコン受信基地局用アンテナ利得

角度範囲	アンテナ利得	備考
$2.16^\circ \leq \Phi < 2.42^\circ$	26.24 dBi	最大アンテナ利得 48dBi
$2.42^\circ \leq \Phi < 48^\circ$	$\Phi$ に依存。	
$48^\circ \leq \Phi < 180^\circ$	-6.15dBi	$G\Phi = 10 - 10 \times \log(41.3)$

このような特性を有する UPC 用ビーコン受信地球局パラボラアンテナは、地上高が波長に対して十分高くアンテナの映像効果が発生しないので、垂直平面内指向性も水平平面内指向性も同一と考えられる。実際のアンテナ利得は、仰角  $5^\circ$  の時であるので、最大利得は、表 1 から仰角  $5^\circ$  方向では 18.37dBi (表 1) となる。仰角  $= 30^\circ$  では、水平面正面方向の利得は、-1.08dBi である。

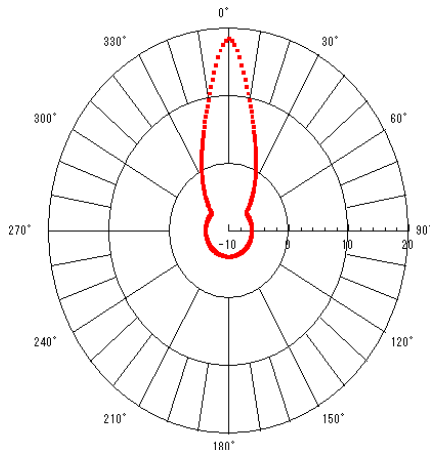


図 8 仰角  $5^\circ$  でのアンテナパターン

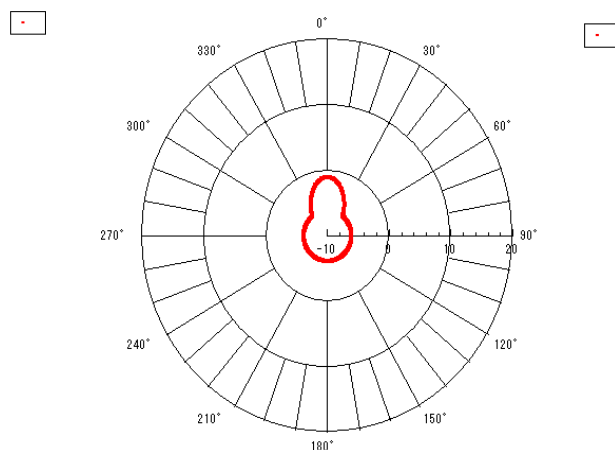


図 9 仰角  $30^\circ$  でのアンテナパターン

### 3.3 UWB 側干渉緩和要素

#### 3.3.1 伝搬損失

見通し内距離における伝搬損失の算出は、まずブレイクポイントを算出し、ブレイクポイント以前を  $-6 \text{ dB/距離}$ 、ブレイクポイント以遠を  $-12 \text{ dB/Oct}$  とする。即



ち、伝搬損失は、ブレイクポイント以遠は、-12dB/距離となる。表 3 の条件により、これらの伝搬損失を計算（表 4）した。図 10 に距離ごとの伝搬損失を示す。

本検討により、ブレイクポイントは、137m で、その時の伝搬損失は、103.969dB とした。

表 3 見通し内伝搬の条件

項目	数値	単位
周波数	27.5	GHz
波長	0.01091	m
送信アンテナ高	0.5	m
受信アンテナ高	0.75	m

表 4 伝搬損失の算出

要素	数値	備考
ブレイクポイント Rbp	137 m	$R_{bp} = \frac{4h_t h_r}{\lambda} = \frac{4 \times 0.5 \times 0.75}{0.01091}$
Rbp 以前の伝搬損 Lbp1	103.969 dB	$10 \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 = 10 \log_{10} \left( \frac{4\pi \times 137}{0.0109} \right)^2$
Rbp 以遠の伝搬損 Lbp2	→	$20 \times \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 - 103.969$

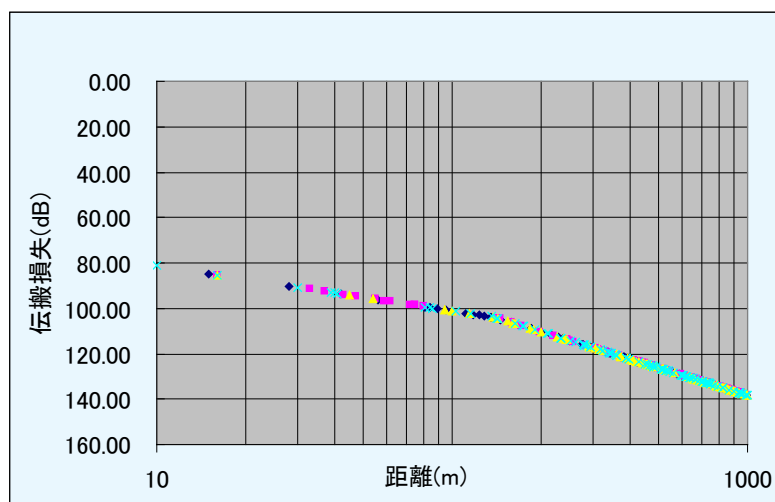


図 10 距離別の伝搬損失

### 3.3.2 クラッタ損失

クラッタ損失については、勧告 ITU-R P.452-13 に基づき算出を行う。計算式は、下記に示される。

$$Ah = 10.25 \times e^{-dk} \left\{ 1 - \tanh \left[ 6 \left( \frac{h}{ha} - 0.625 \right) \right] \right\} - 0.33 (dB)$$

ここで、dk はクラッタ点からアンテナまでの距離 (Km)、h はアンテナ地上高 (m)、ha はクラッタの高さ (m) である。

数値例) dk=100m、h=0.75m、ha=4m のとき、

$$\begin{aligned} Ah &= 10.25 \times e^{-0.1} \times \left\{ 1 - \tanh \left[ 6 \left( \frac{0.75}{4} - 0.625 \right) \right] \right\} - 0.33 \\ &= 10.25 \times 0.9048 \times 1.9895 - 0.33 \\ &= 18.12 (dB) \end{aligned}$$

となる。

この値は、距離によって変化するので、距離別のクラッタ損失を求めた。

ここで d=距離は、ITU-R P. 452-13 TABLE6 での最悪の数値は距離 100m での条件なので計算時に 100m 以上の場合では、100m とした。交通流として 363cars/km<sup>2</sup> を使っているので、ITU-R P. 452-13 TABLE6 におけるクラッタ損失の条件としては、都市部の条件を使うのが適当である。

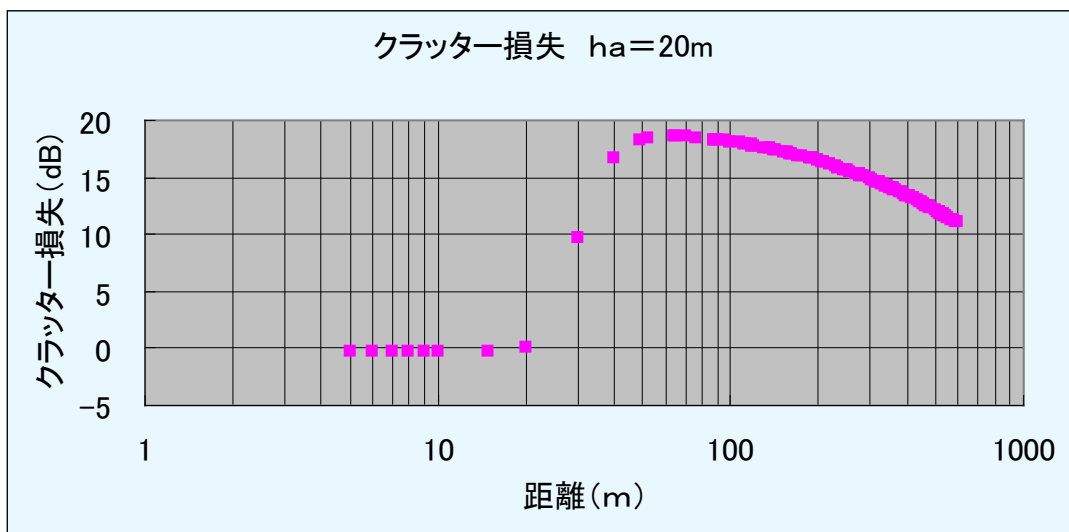


図 11 距離別のクラッタ損失

### 3.3.3 偏波損失

距離に依らず偏波面の違いによる損失は考えられるので、3dB の損失を見込んだ。

### 3.3.4 UWB レーダアンテナの水平平面内(Az)指向性損失

Az 指向性は、車両前方及び後方の各々90° 程度である。車両の全周 (360° ) で放射する訳ではないので、干渉緩和量として、車両の両側が対象になる場合を考慮し、以下の式から、6dB を考慮する。

$$10 \log \frac{90}{360} = 6dB$$

## UWB レーダシステムと帯域外の無線システムとの共用検討について

UWB レーダシステムと帯域外の無線システムとの共用検討を以下のとおり行った。

### 1 経緯

これまでのUWBレーダ作業班では、22～29GHzの使用周波数帯域と隣接バンドの既存システムと干渉検討を実施し、それ以外の帯域については干渉検討を実施しなかった。

平成21年2月6日：第9回UWBレーダ作業班にて

マイクロ波帯UWBとの整合性について意見募集があり、その意見に基づき電力マスクアドホック会合が開始された。

平成21年4月21日：第10回UWBレーダ作業班にて

4回の電力マスクアドホック会合が開催された後、以下の判断により特にマイクロ波帯以下の放送関係システムとの干渉検討を実施することとなった。

- 国際協調を考慮しつつ、利用環境、許容普及予測、実力値等の視点から、マイクロ波帯UWBで定めた電力マスクとの関係を整理しつつ引き続き検討を行う。
- 特に、マイクロ波帯以下の放送関係システムについては、地上放送、BS/CS受信機等が全国に多数普及（※）しており、仮に干渉が生じた場合、その影響度合が大きいことから、適切な電力マスク値が設定されるよう検討を進める。

平成21年5月13日の電力マスクアドホック会合にて

推進グループより干渉検討（案）が提示された。

平成21年6月12日の電力マスクアドホック会合にて

放送グループより干渉検討（案）が提示された。

平成21年8月4日の電力マスクアドホック会合にて

UWBレーダの不要発射の強度の許容値を給電点で規定し、放送システム帯域におけるUWBレーダ空中線不整合損失及び空中線ゲインを考慮することで合意。

### 2 干渉検討結果

(1) 推進グループの干渉検討（平成21年5月13日）

- UWBレーダ（SRR; Short-Range Radar）と放送関連システムとの共用検討を行った。検討手法はシングルエントリ時の離隔距離とし、許容干渉レベルは $I/N$ 基準値<sup>1</sup>及び、 $C/(I+N)$ 基準値<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 熱雑音に対する干渉レベルを評価基準とする方法。

にて設定した(表 1)。

- 空中線電力による規定と、放射電力に基づく干渉検討を分けて考えるという方法により干渉検討を行った結果、共用は可能と考える。

◆ [総干渉電力] = [空中線電力] + [不整合損失] + [当該帯域空中線利得] [dBm]

◆ [スペクトルマスク値 (=管理値)] = [空中線電力] [dBm/MHz]

表 1 検討結果一覧

放送システム		代表周波数 (MHz)	離隔距離 (m)			
			UWB SRR (24/26GHz)		(参考) 24GHz 狭帯域レーダ (ARIB-STD-T73)	
			I/N 基準 <sup>※</sup>	C/(I+N) 基準 <sup>※</sup>	I/N 基準	C/(I+N) 基準
FPU	屋外	6500	0.78	0.03	20.38	0.85
	屋内	6500	0.20	0.01	5.12	0.21
地上波デジタル		600	0.00	0.00	0.07	0.01
BS/CS		11700	0.20	0.04	5.26	0.94

<sup>2</sup> システムの受信感度の規格値から算出した干渉レベルを評価基準とする方法。(基準値) =  $10\log(\text{標準受信レベル[mW]} / (\text{所要 C/N}) - (\text{熱雑音 mW}) \times \text{NF})$

● 計算詳細

① FPU(屋外)

項目	数値	備考
スプリアス電力[dBm/MHz]	-61.3	空中線電力スペクトルマスク案
スプリアス電力と帯域外放射電力の差分[dB]	10.0	設定値
帯域外放射電力[dBm/MHz]	-71.3	=61.3-10.0
バンパ損[dB]	3.0	ITU-R-SM.1755
当該帯域での絶対空中線利得[dBi]-不整合損失[dB]	-38.7	TDK 池田氏シミュレーション
被干渉システム帯域幅[MHz]	18.0	ARIB-STD-B33/フルモード
総与干渉電力[dBm]	-98.7	$=10\log(10^{(-61.3/10)} + (18.0-1.0)*10^{(-71.3/10)}) - 3 - 38.7$
検討周波数[MHz]	6500	代表値
標準受信電力[dBm]	-61	ARIB-STD-B33/フルモード
所要 C/N[dB]	28	ARIB-STD-B33/ 64QAM5/6 フルモード
熱雑音(kTB@27°C)[dBm]	-101.3	$=10*\text{LOG}_{10}(1.38*10^{-23} * 300 * 18.0 * 10^6) + 30$
NF[dB]	4	ARIB-STD-B33
C/(I+N) 基準(dBm)	-89.7	$=10*\text{LOG}_{10}(10^{((-61-28)/10)} - 10^{((-101.3+4.0)/10)})$
I/N 基準(-20dB)[dBm]	-117.3	kTB+NF-20
干渉モデル	◆SRR ↓ ◆ANT	ポアサイト正対
空中線利得[dBi]	35.0	φ1.2m
フィーダロス[dB]	7	ARIB-STD-B33
壁減衰	0	屋外直接干渉
I/N 基準所要損失[dB]	46.6	
C/(I+N) 基準所要損失[dB]	19.0	
I/N 基準離隔距離[m]	0.78	
C/(I+N) 基準離隔距離[m]	0.03	

② FPU(屋内)

項目	数値	備考
スプリアス電力[dBm/MHz]	-61.3	空中線電力スペクトルマスク案
スプリアス電力と帯域外放射電力の差分[dB]	10.0	設定値
帯域外放射電力[dBm/MHz]	-71.3	=61.3-10.0
バンパ損[dB]	3.0	ITU-R-SM.1755
当該帯域での絶対空中線利得[dBi]-不整合損失[dB]	-38.7	TDK 池田氏シミュレーション
被干渉システム帯域幅[MHz]	18.0	ARIB-STD-B33/フルモード
総与干渉電力[dBm]	-98.7	=10log(10 <sup>-61.3/10</sup> +(18.0-1.0)*10 <sup>-71.3/10</sup> )-3-38.7
検討周波数[MHz]	6500	代表値
標準受信電力[dBm]	-61	ARIB-STD-B33/フルモード
所要 C/N[dB]	28	ARIB-STD-B33/ 64QAM5/6 フルモード
熱雑音(kTB@27°C)[dBm]	-101.3	=10*LOG10(1.38*10 <sup>-23</sup> *300*18.0*10 <sup>6</sup> )+30
NF[dB]	4	ARIB-STD-B33
C/(I+N)基準(dBm)	-89.7	=10*LOG10(10 <sup>((-61-28)/10)</sup> -10 <sup>((-101.3+4.0)/10)</sup> )
I/N基準(-20dB)[dBm]	-117.3	kTB+NF-20
干渉モデル	◆SRR ----- ◆ANT	ポアサイト正対、壁が存在
空中線利得[dBi]	35.0	φ1.2m
フィーダロス[dB]	7	ARIB-STD-B33
壁減衰	12	マイクロ波 UWB 参考資料 2”壁減衰について”
I/N基準所要損失[dB]	34.6	
C/(I+N)基準所要損失[dB]	7.0	
I/N基準離隔距離[m]	0.20	
C/(I+N)基準離隔距離[m]	0.01	

③ 地上波デジタル TV 放送

項目	数値	備考
スプリアス電力[dBm/MHz]	-61.3	空中線電力スペクトルマスク案
スプリアス電力と帯域外放射電力の差分[dB]	10.0	設定値
帯域外放射電力[dBm/MHz]	-71.3	=61.3-10.0
バンパ損[dB]	3.0	ITU-R-SM.1755
当該帯域での絶対空中線利得[dBi] -不整合損失 [dB]	-83.4	TDK 池田氏シミュレーション
被干渉システム帯域幅[MHz]	5.7	ARIB-STD-B21
総干渉電力[dBm]	-146.0	$=10\log(10^{(-61.3/10)} + (5.7-1.0)*10^{(-71.3/10)}) -3-83.4$
検討周波数[MHz]	600	代表値
標準受信電力[dBm]	-75	ARIB-STD-B21
所要 C/N[dB]	22	ARIB-STD-B21
熱雑音(kTB@27°C) [dBm]	-106.3	$=10*\text{LOG}_{10}(1.38*10^{-23} *300*5.7*10^6)+30$
NF [dB]	9.3	ARIB-STD-B21
C/(I+N) 基準 (dBm)	-97.0	$=10*\text{LOG}_{10}(10^{((-75-22)/10)} -10^{((-106.3+9.3)/10)})$
I/N 基準 (-20dB) [dBm]	-117.0	kTB+NF-20
受信方法	家庭受信	
干渉モデル	◆SRR ↓ ◆ANT	ポアサイト正対
空中線利得[dBi]	7	ARIB-STD-B31
フィーダロス[dB]	1	ARIB-STD-B31
壁減衰	0	屋外直接干渉
I/N 基準所要損失[dB]	-23.1	
C/(I+N) 基準所要損失[dB]	-43.0	
I/N 基準離隔距離[m]	0.00	
C/(I+N) 基準離隔距離[m]	0.00	

## ④ BS/CS

項目	数値	備考
スプリアス電力[dBm/MHz]	-61.3	空中線電力スペクトルマスク案
スプリアス電力と帯域外放射電力の差分[dB]	10.0	設定値
帯域外放射電力[dBm/MHz]	-71.3	=61.3-10.0
バンパ損[dB]	3.0	ITU-R-SM.1755
当該帯域での絶対空中線利得[dBi] -不整合損失[dB]	-13.1	TDK池田氏シミュレーション
被干渉システム帯域幅[MHz]	34.5	
総干渉電力[dBm]	-71.0	$=10\log(10^{(-61.3/10)} + (34.0-1.0)*10^{(-71.3/10)}) - 3 - 13.1$
検討周波数[MHz]	11700	代表値
標準受信電力[dBm]	-94.0	ARIB-STD-B21(CS)
所要C/N[dB]	8.0	ARIB-STD-B1(FEC=2/5)
熱雑音(kTB@27°C)[dBm]	-98.5	$=10*\text{LOG}_{10}(1.38*10^{-23} * 300 * 34.0 * 10^6) + 30$
NF[dB]	1.5	ARIB-STD-B1
C/(I+N)基準(dBm)	-102.0	$=10*\text{LOG}_{10}(10^{((-94-8)/10)} - 10^{((-98.5+1.5)/10)})$
I/N基準[dBm]	-117.0	kTB+NF-20
受信方法	家庭受信	
干渉モデル	◆SRR ↓ ◆ANT	BS/CS サイドローブに干渉
空中線利得[dBi]	-5	パラボラ空中線サイドローブ
フィーダロス[dB]	1	
壁減衰	0	屋外直接干渉
I/N基準所要損失[dB]	39.9	
C/(I+N)基準所要損失[dB]	25.0	
I/N基準離隔距離[m]	0.20	
C/(I+N)基準離隔距離[m]	0.04	



(2) 放送グループの干渉検討（平成21年6月12日）

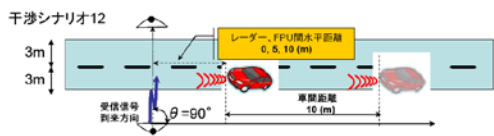
- 当該帯域における UWB レーダシステムの空中線への不整合損失を考慮し、FPU(800MHz 帯)、地上波、BS/CS との干渉検討を実施した(表 2)。
- 干渉条件
  - ① 干渉源：車両 1 台（SRR は 2 台搭載）。
    - ・ FPU(800MHz)の検討時は、被干渉受信空中線に近い SRR1 台が干渉することとした。
  - ② UWB 送信機出力：-75.3dBm/MHz
  - ③ 干渉緩和要素
  - ④ バンパ損失：3dB
    - ・ 放送帯域に本当に適用できるかどうかはデータの提示が必要。
  - ⑤ UWB レーダ空中線利得：0dBi
    - ・ 放射パターンは設計帯域外であり特性不明であるため。
  - ⑥ 不整合損失については測定が可能であるため、認めても良い。
    - ・ 根拠となる VSWR 基準値の提示が必要。
- FPU にてマージンが負となるが、運用で回避可能である。
- BS/CS、地上波においてはマージンが正となり、問題なしとなった。
- ただし、干渉緩和条件のいくつか（④～⑥）は裏付けとなる実測値の提出をもとめられた。そこで、放送システムと共用する帯域における UWB 空中線利得（不整合損失を含む）の実測値の提出を約束した。

表 2. 干渉計算結果一覧

放送システム		代表周波数 [MHz]	離隔距離 [m]	I/N[dB]	マージン [dB]
FPU		800	1.92	-16.3	-3.7
地上波	移動	600	0.7	-20.7	0.7
	固定	600	3.0	-21.3	1.3
BS/CS		11700	1.12	-20.7	0.7

● 計算詳細

① FPU

干渉形態	道路横断する配置で設置した 800MHz 帯 FPU と UWB レーダ 2 個が干渉 	
FPU 空中線	八木	
FPU 送信周波数 F	0.8	GHz
FPU 受信空中線利得 Gr	19	dBi
FPU 受信給電点損失	1	dB
ボルツマン定数	-198.6	dBm/(Hz・K)
標準温度 T	24.8	dBK
FPU 信号帯域幅 B	9	MHz
FPU 受信機雑音指数 F	4	dB
FPU 受信機雑音 Ni=kTBF	-100.3	dBm
<b>UWB レーダ帯域外送信機出力 I_UWB/MHz</b>	<b>-75.3</b>	<b>dBm/MHz</b>
UWB レーダ空中線不整合損	28.6	dB
UWB レーダ帯域外放射電力 I_UWB/MHz ( )	-103.9	dBm/MHz
バンパ損失	3.0	dB
UWB 実効放射電力 I_UWB/(B) MHz	-97.4	dBm/MHz
距離 X	0.0	m
車間距離 X1	10.0	m
UWB レーダと道端間距離	1.5	m
FPU 受信空中線と UWB レーダ 1 間距離	1.92	m
FPU 受信空中線と UWB レーダ 2 間距離	10.25	m
UWB レーダ 1 自由空間損失 1 (λ/4πd)^2	-36.2	dB
UWB レーダ 2 自由空間損失 2 (λ/4πd)^2	-50.7	dB
FPU 受信空中線回線角度	90	deg
FPU 受信空中線回線・被干渉波 1 方位角度差	0.0	deg
FPU 受信空中線回線・被干渉波 2 方位角度差	81.5	deg
FPU 被干渉波 1 方位角方向利得 Gr	19	dBi
FPU 被干渉波 2 方位角方向利得 Gr	3	dBi
FPU 受信空中線垂直面方向利得低下	1	dB
UWB 干渉量 I_uwb	-116.5	dBm
I/N	-16.3	dB (= I_uwb-Ni)



② 地上波（移動）

UWB 側条件			
UWB SRR 実効放射電力 (EIRP)	-103.9	dBm/MHz	
UWB 側空中線不整合損失	-28.6	dB	シミュレーション値 (0.992GHz)
UWB 側帯域外送信出力	-75.3	dBm/MHz	FCC
センサ数	3.0	dB	2 個
レーダ設置高	0.5	m	
受信システム側条件			
受信空中線利得	-0.9	dB <sub>i</sub>	ITU-R BS. 1660、BT. 1368
受信機フィーダロス	-2.0	dB	ITU-R BS. 1660、BT. 1368
受信機 NF	3.0	dB	UWB 無線システム
受信機雑音温度	288.6	° K	委員会報告より
受信機帯域幅	6.0	MHz	
所要 I/N	-20.0	dB	6E/232 による
干渉緩和要素			
離隔距離	0.70	m	
周波数	0.6	GHz	
伝播損失	-24.9	dB	
バンパ損失	-3.0	dB	当該帯域での特性は要確認
UWB 側空中線水平指向性損失	-3.0	dB	半値角を想定
干渉計算			
(UWB デバイスの EIRP or 給電点電力) - (伝播損失 + バンパ損失 + UWB 側空中線指向性損失 + UHF 受信指向性損失) + UHF 受信空中線利得			
干渉量	-134.7	dBm/MHz	
Δ T	3.9	dBK	
Δ T	2.450	K	
Δ T/T	0.849	%	
I/N	-20.7	dB	=10log(Δ T/T /100)

③ 地上波（固定）

UWB 側条件			
UWB SRR 実効放射電力 (EIRP)	-103.9	dBm/MHz	
UWB 側空中線不整合損失	-28.6	dB	シミュレーション値 (0.992GHz)
UWB 側帯域外送信出力	-75.3	dBm/MHz	FCC
センサ数	3.0	dB	2 個
レーダ設置高	0.5	m	
受信システム側条件			
受信空中線利得	12.2	dB <sub>i</sub>	ITU-R BS. 1660、BT. 1368
受信機フィーダロス	-3.0	dB	ITU-R BS. 1660、BT. 1368
受信機 NF	3.0	dB	UWB 無線システム
受信機雑音温度	288.6	° K	委員会報告より
受信機帯域幅	6.0	MHz	
所要 I/N	-20.0	dB	6E/232 による
干渉緩和要素			
離隔距離	3.00	m	
周波数	0.6	GHz	
伝播損失	-37.5	dB	
バンパ損失	-3.0	dB	当該帯域での特性は要確認
UWB 側空中線水平指向性損失	-3.0	dB	半値角を想定
干渉計算			
(UWB デバイスの EIRP or 給電点電力) - (伝播損失 + バンパ損失 + UWB 側空中線指向性損失 + UHF 受信指向性損失) + UHF 受信空中線利得			
干渉量	-135.2	dBm/MHz	
Δ T	3.4	dBK	
Δ T	2.164	K	
Δ T/T	0.750	%	
I/N	-21.3	dB	=10log(Δ T/T /100)

## ④ BS/CS

UWB 側条件			
UWB SRR 実効放射電力 (EIRP)	-75.9	dBm/MHz	
UWB 側空中線不整合損失	-14.6	dB	シミュレーション値 (0.992GHz)
UWB 側帯域外送信出力	-61.3	dBm/MHz	FCC
センサ数	3.0	dB	2 個
レーダ設置高	0.5	m	
受信システム側条件			
受信空中線利得	-5.0	dB <sub>i</sub>	ITU-R BS.1660、BT.1368
受信機 NF	1.4	dB	ITU-R BS.1660、BT.1368
受信機雑音温度	110.0	°K	UWB 無線システム
受信機帯域幅	34.5	MHz	委員会報告より
所要 I/N	-20.0	dB	
干渉緩和要素			
離隔距離	1.12	m	
周波数	12.0	GHz	
伝播損失	-55.0	dB	
バンパ損失	-3.0	dB	当該帯域での特性は要確認
UWB 側空中線水平指向性損失	-3.0	dB	半値角を想定
干渉計算			
(UWB デバイスの EIRP or 給電点電力)-(伝播損失+バンパ損失+UWB 側アンテナ指向性損失+衛星受信指向性損失)+衛星受信アンテナ利得			
干渉量	-138.9	dBm/MHz	
ΔT	-0.3	dBK	
ΔT	0.931	K	
ΔT/T	0.846	%	
I/N	-20.7	dB	=10log(ΔT/T /100)

(3) 合意案（平成21年8月4日、及びその後のメール審議）

- 下記の干渉検討条件について合意し、再度干渉検討を実施した(表3)。UWBレーダ空中線利得の実測値をUWBレーダ推進グループから提出し、所定の干渉低減要素としてみなすことができることを合意した。
  - ① 被干渉システム：FPU(800MHz帯)、地上波(UHF)、BS/CS
  - ② UWBレーダ与干渉電力：-61.3dBm/MHz（時間的な平均電力）
  - ③ 干渉低減要素：UWBレーダシステム空中線利得（空中線不整合損失を含む）を考慮（データ提出により合意）
    - 470～806MHzにおいては、-44.8dBi
    - 6426～7125 MHzにおいては、-20dBi
    - 10251～10678 MHzにおいては、-15.6dBi
    - 11700～12200 MHzにおいては、-14.6dBi
  - ④ 干渉しきい値：I/N = -20[dB]
- FPUにてマージンが負となるが、運用で回避可能である。
- BS/CS、地上波においてはマージンが正となり、問題なしとなった。

表 3. 干渉計算結果一覧

放送システム		代表周波数 [MHz]	離隔距離 [m]	I/N[dB]	マージン [dB]
FPU		800	1.92	-18.5	-1.5
地上波	移動	600	0.7	-22.9	2.9
	固定	600	3.0	-23.5	3.5
BS/CS		11700	1.12	-20.7	0.7