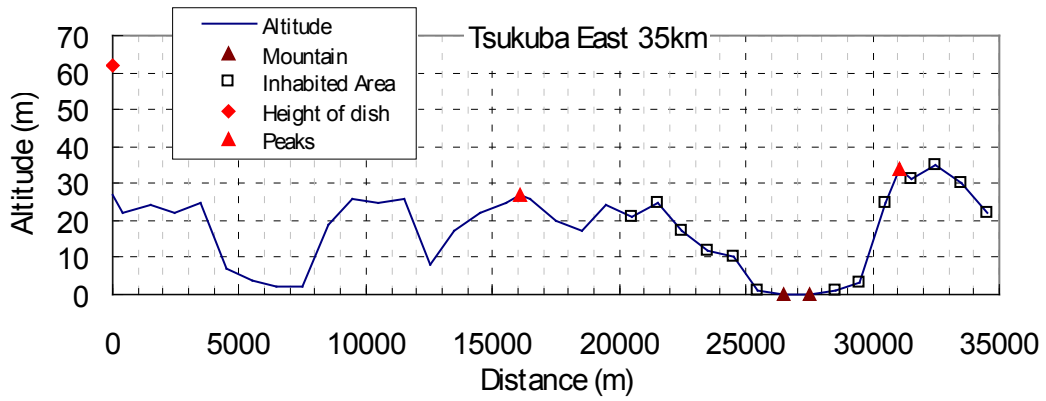


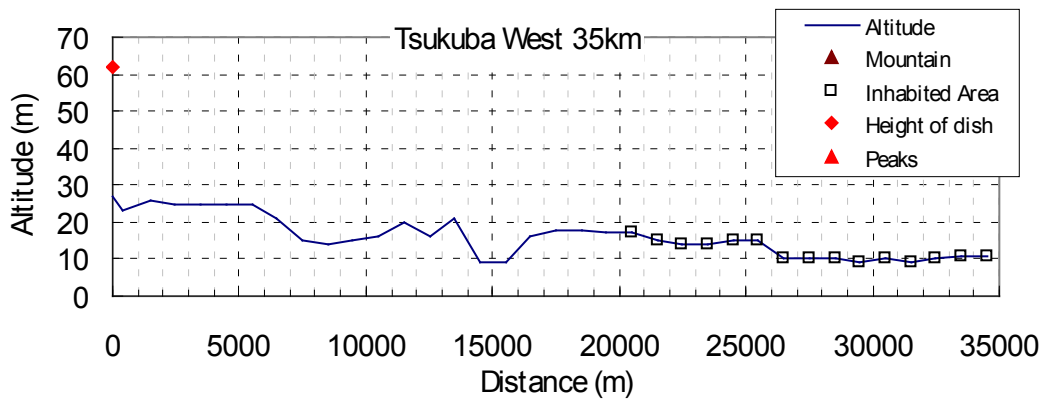
国土地理院 東20～35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 15.5 (dB)



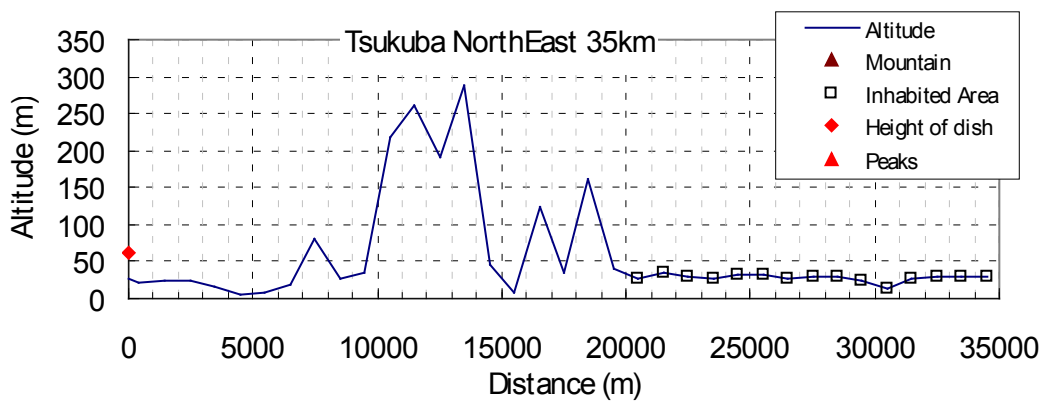
国土地理院 西20～35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 10.7 (dB)



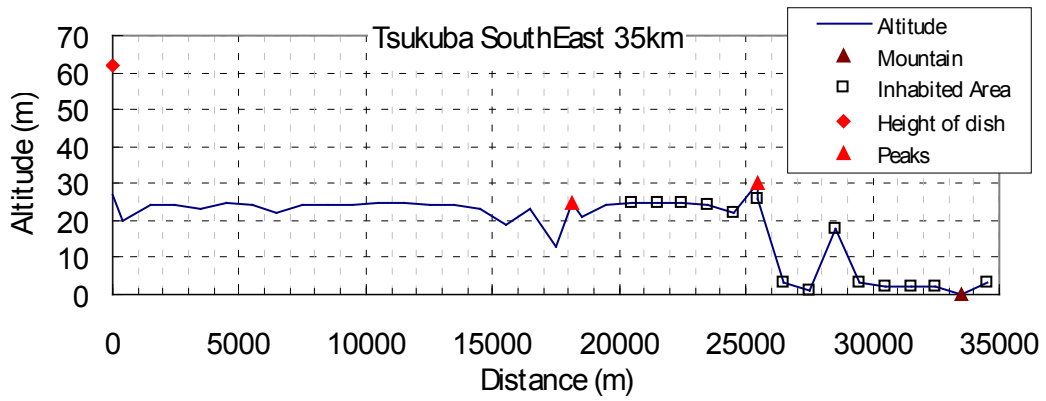
国土地理院 北東20～35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 64.6 (dB)



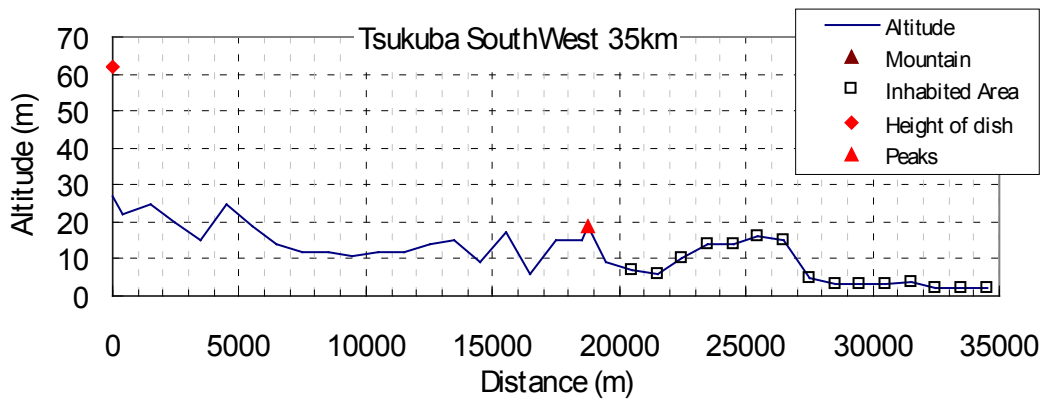
国土地理院 南東20~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 10.8 (dB)



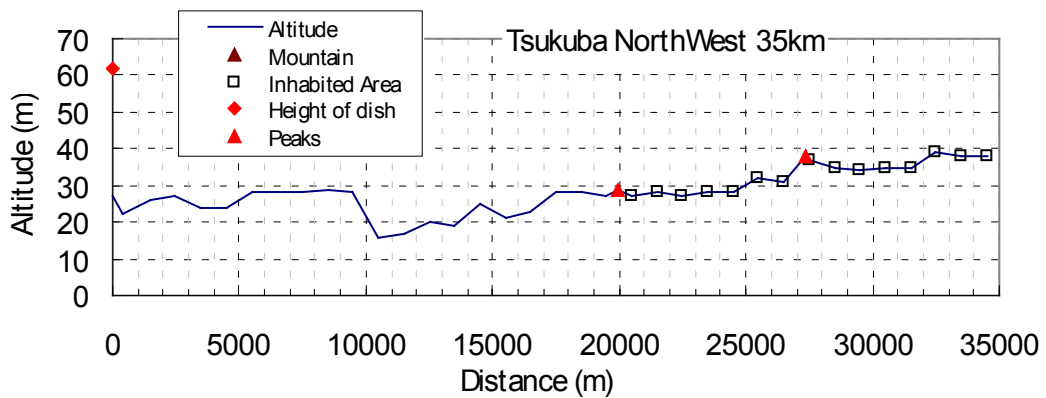
国土地理院 南西20~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 14.3 (dB)



国土地理院 北西20~35 km

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 11.8 (dB)

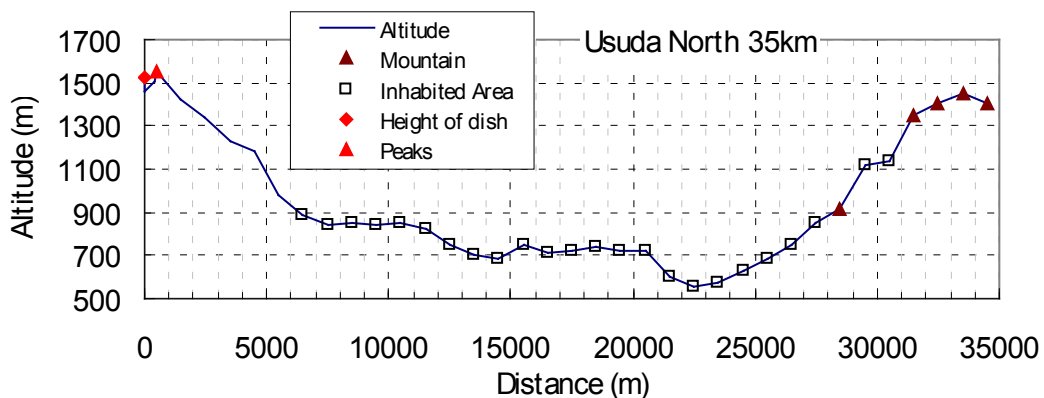


(11) 臼田、標高：1456(m)、アンテナ高：65(m) アンテナ直径64(m)

周波数		スペクトル線観測		連続波観測	
		22.2 GHz	23.7 GHz	22.355 GHz	23.8 GHz
①	UWB レーダ集合電力(6km- 35km) (回折損失を除く)	-173.2 dBm/MHz	-173.8 dBm/MHz	-173.3 dBm/MHz	-173.8 dBm/MHz
②	八方位の平均回折損失(6km- 35km)	21.8 dB	21.8 dB	21.8 dB	21.8 dB
③	UWB レーダ集合電力(6km- 35km) (回折損失を含む, ①-②)	-195.0 dBm/MHz	-195.6 dBm/MHz	-195.0 dBm/MHz	-195.6 dBm/MHz
④	UWB レーダ集合電力(35km- 500km) (回折損失を含む)	-199.5 dBm/MHz	-200.3 dBm/MHz	-199.6 dBm/MHz	-200.3 dBm/MHz
⑤	UWB レーダ集合電力(6km- 500km) (回折損失を含む, ③④の電力和)	-193.7 dBm/MHz	-194.3 dBm/MHz	-193.7 dBm/MHz	-194.3 dBm/MHz
⑥	UWB レーダ集合電力(30m- 500km) (回折損失を除く)	-165.8 dBm/MHz	-166.4 dBm/MHz	-165.8 dBm/MHz	-166.4 dBm/MHz
⑦	離隔による損失 (⑥-⑤)	27.9 dB	27.9 dB	27.9 dB	27.9 dB
⑧	離隔エリアに要求される損失	8.2 dB	7.6 dB	23.8 dB	24.6 dB
マージン (⑦-⑧)		19.7 dB	20.3 dB	4.1 dB	3.3 dB

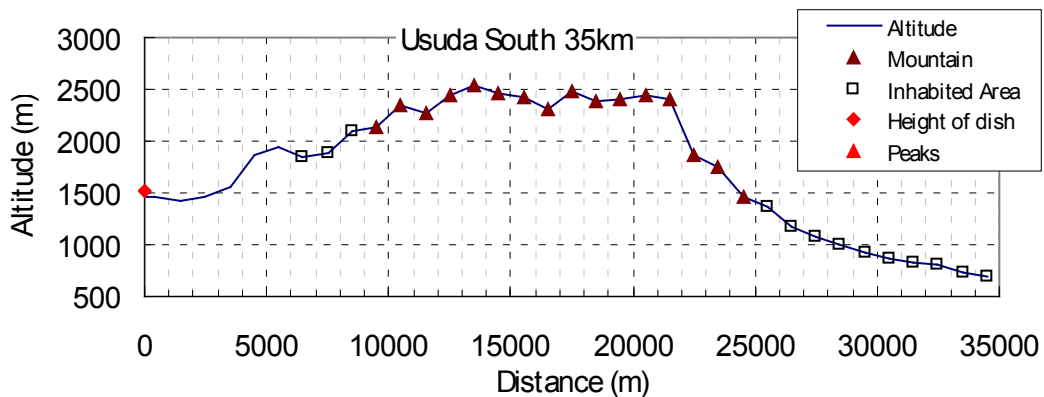
臼田 北6~35(km)

22.2GHz帯における平均回折損失：45.8 (dB)



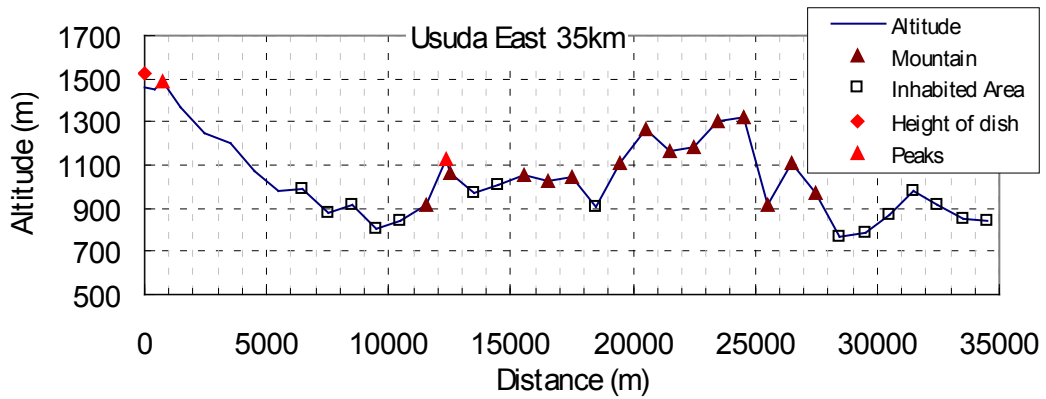
臼田 南6~35(km)

22.2GHz帯における平均回折損失：49.5 (dB)



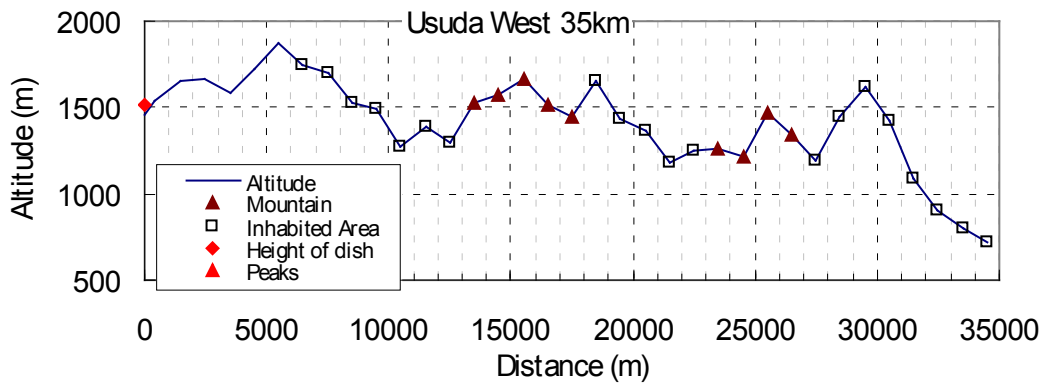
臼田 東6～35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 41.5 (dB)



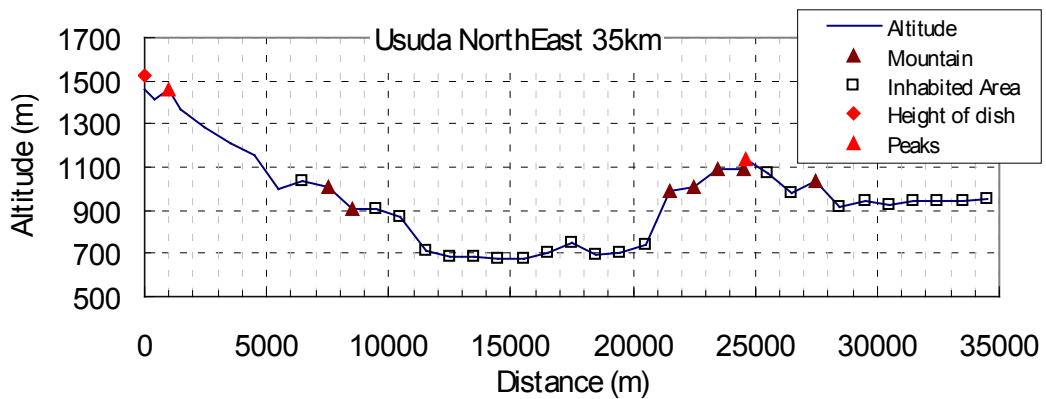
臼田 西6～35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 54.8 (dB)



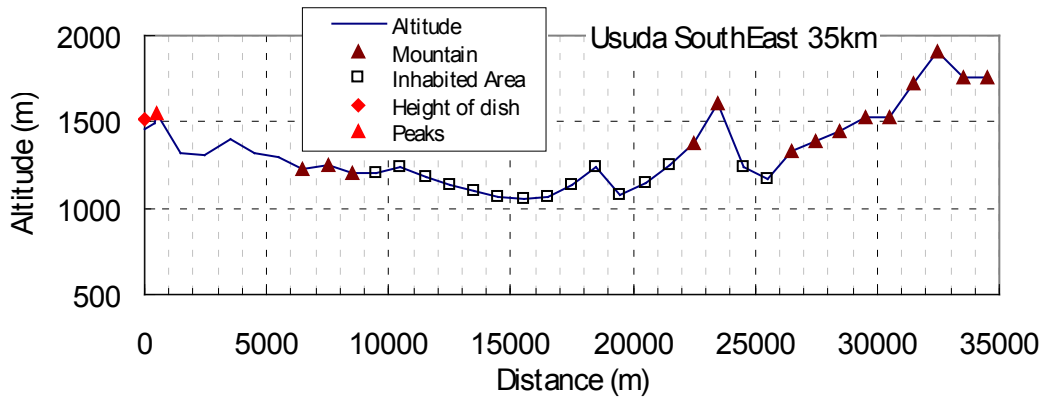
臼田 北東6～35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 12.8 (dB)



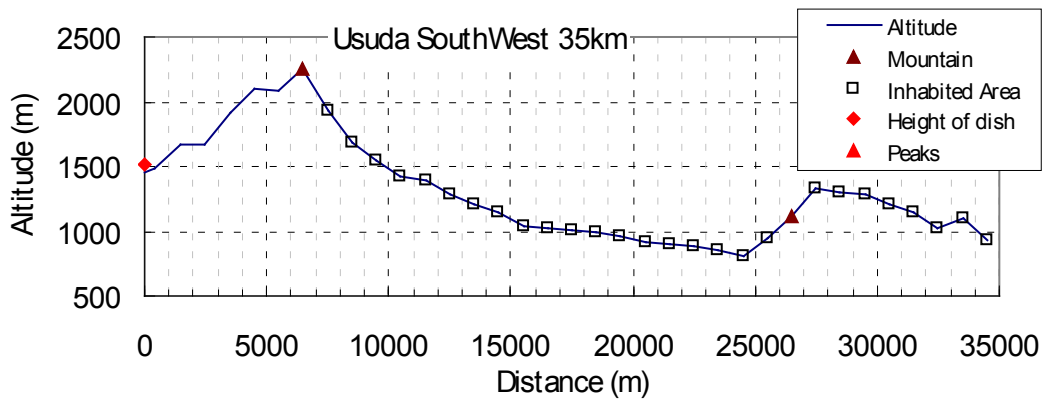
臼田 南東6~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 48.6 (dB)



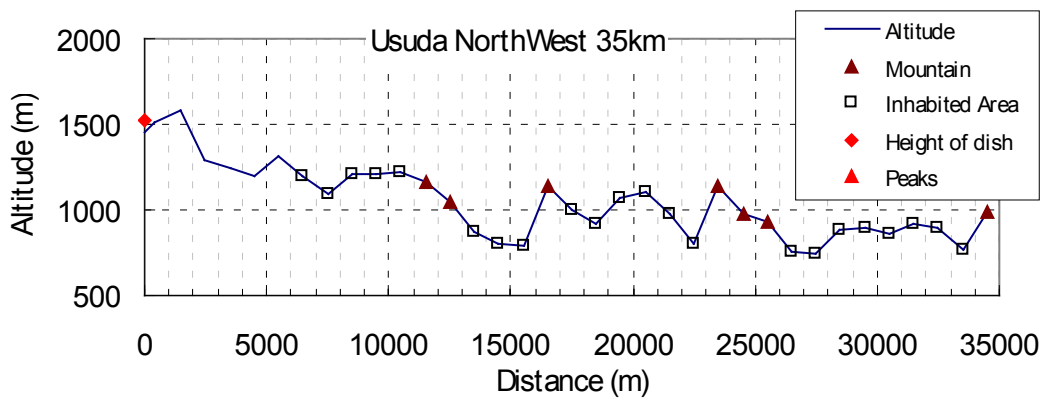
臼田 南西6~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 97.2 (dB)



臼田 北西6~35 km

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 47.9 (dB)

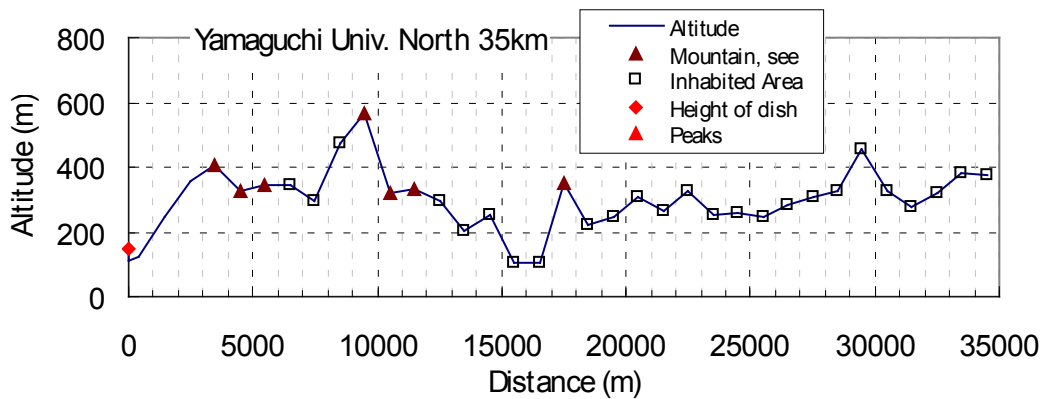


(12) 山口大学、標高：110(m)、アンテナ高：39(m) アンテナ直径32(m)

周波数		スペクトル線観測		連続波観測	
		22.2 GHz	23.7 GHz	22.355 GHz	23.8 GHz
①	UWB レーダ集合電力 (3km- 35km) (回折損失を除く)	-171.8 dBm/MHz	-172.3 dBm/MHz	-171.8 dBm/MHz	-172.4 dBm/MHz
②	八方位の平均回折損失 (3km- 35km)	44.5 dB	44.8 dB	44.5 dB	44.8 dB
③	UWB レーダ集合電力 (3km- 35km) (回折損失を含む, ①-②)	-216.3 dBm/MHz	-217.1 dBm/MHz	-216.3 dBm/MHz	-217.2 dBm/MHz
④	UWB レーダ集合電力 (35km- 500km) (回折損失を含む)	-205.4 dBm/MHz	-206.3 dBm/MHz	-205.5 dBm/MHz	-206.4 dBm/MHz
⑤	UWB レーダ集合電力 (3km- 500km) (回折損失を含む, ③④の電力和)	-205.1 dBm/MHz	-206.0 dBm/MHz	-205.2 dBm/MHz	-206.3 dBm/MHz
⑥	UWB レーダ集合電力 (30m- 500km) (回折損失を除く)	-165.8 dBm/MHz	-166.4 dBm/MHz	-165.8 dBm/MHz	-166.4 dBm/MHz
⑦	離隔による損失 (⑥-⑤)	39.3 dB	39.6 dB	39.3 dB	39.6 dB
⑧	離隔エリアに要求される損失	8.2 dB	7.6 dB	23.8 dB	24.6 dB
マージン (⑦-⑧)		31.1 dB	32.0 dB	15.5 dB	15.0 dB

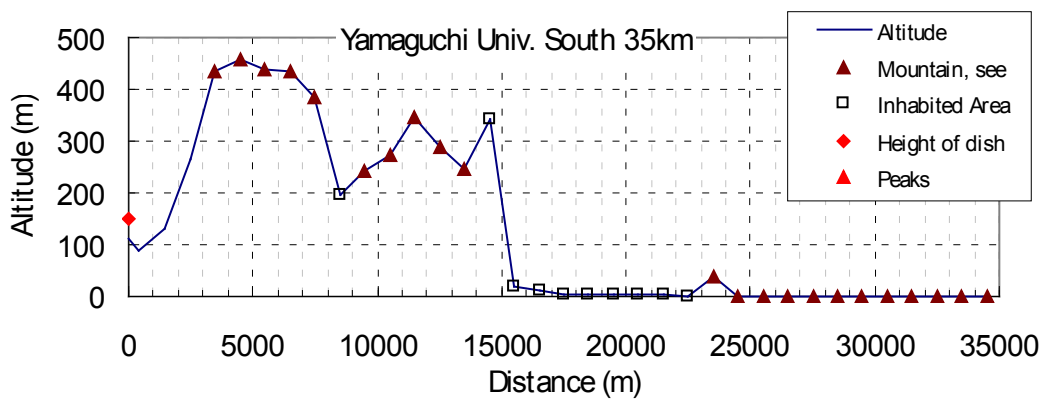
山口大学 北3~35(km)

22.2GHz帯における平均回折損失：54.8 (dB)



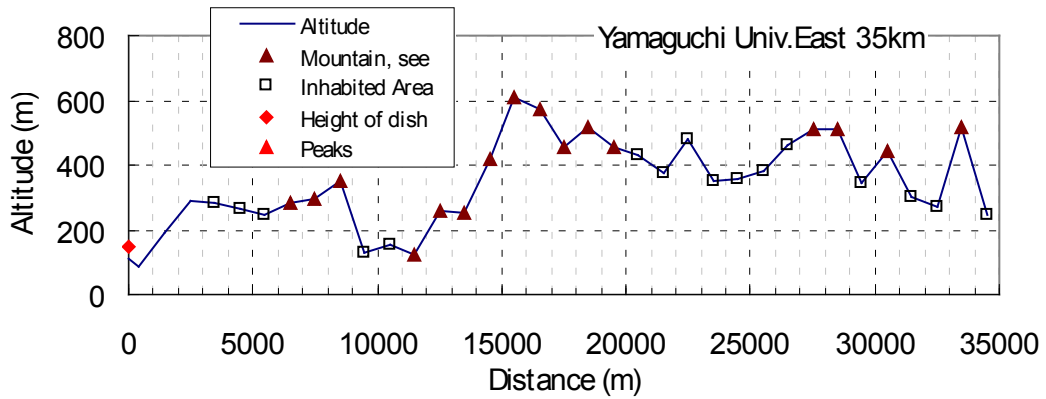
山口大学 南3~35(km)

22.2GHz帯における平均回折損失：63.5 (dB)



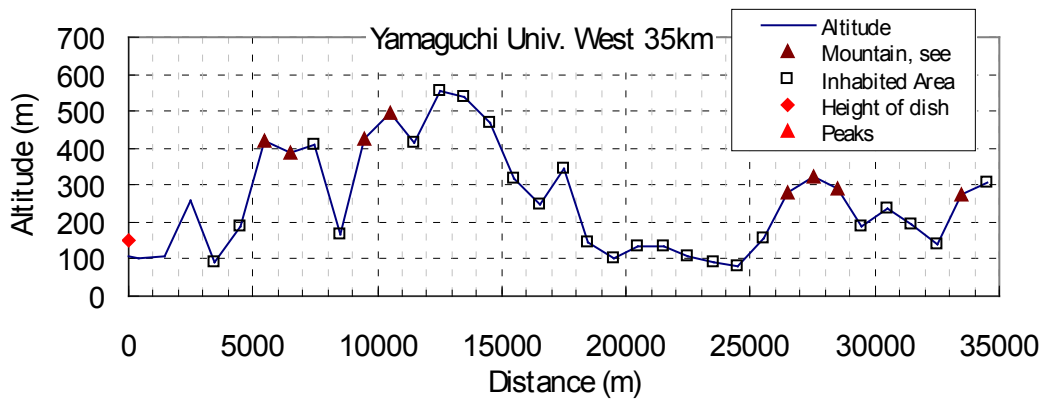
山口大学 東3~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 48.4 (dB)



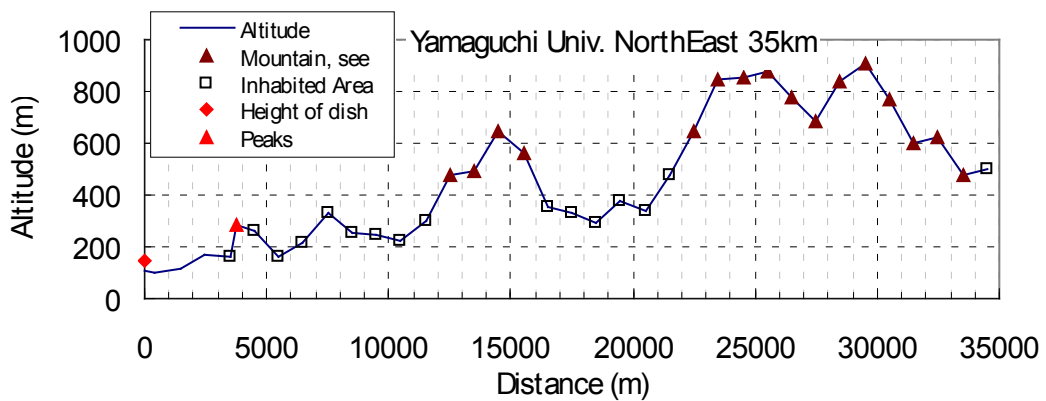
山口大学 西3~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 49.0 (dB)



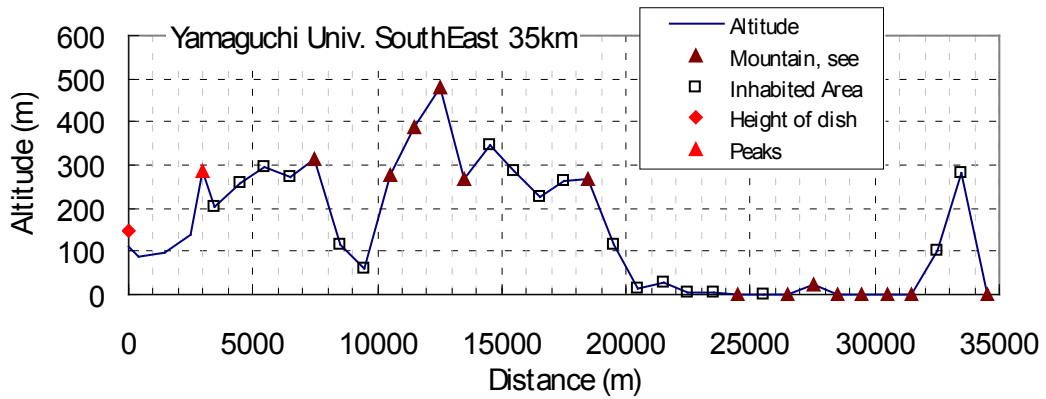
山口大学 北東3~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 36.9 (dB)



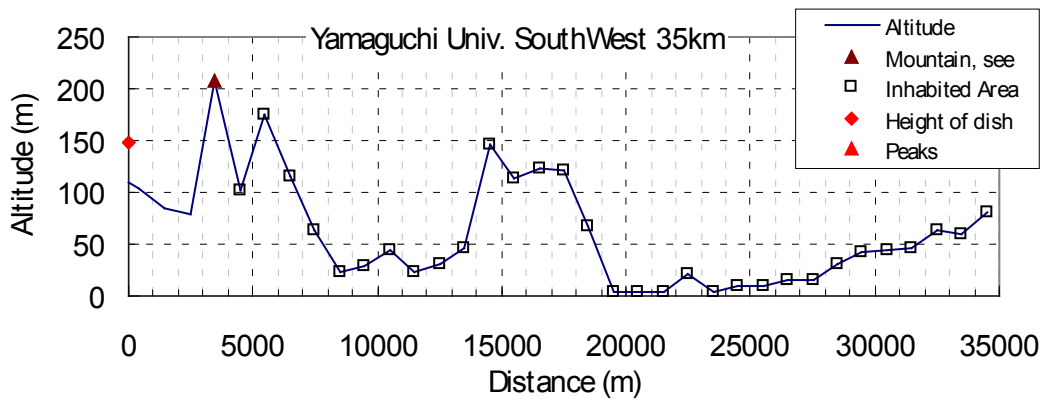
山口大学 南東3~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 47.2 (dB)



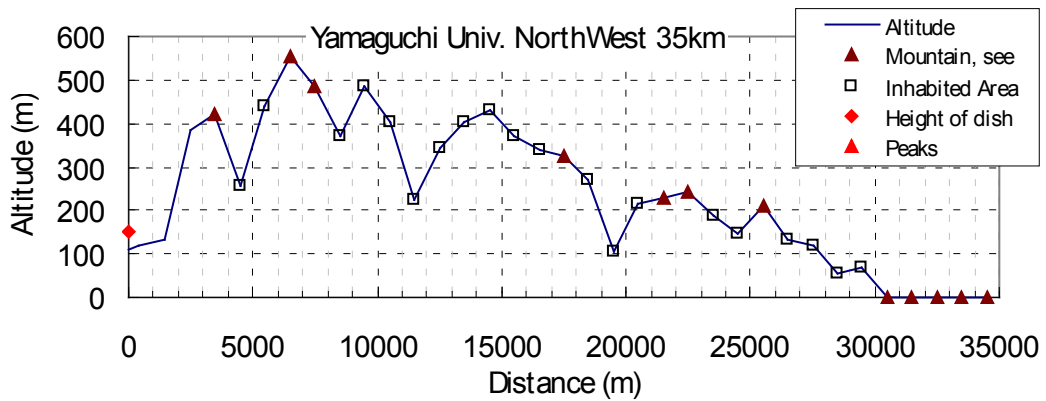
山口大学 南西3~35 (km)

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 45.7 (dB)



山口大学 北西3~35 km

22. 2GHz帯における平均回折損失 : 53.5 (dB)





## 衛星間通信業務との共用検討について

UWB レーダシステムと衛星間通信業務との共用検討を以下のとおり行った。

### 1 基本事項

- \* 車両密度: 衛星一登録車両 7900 万台を対象。校正局一日本全土の平均密度を使用。
- \* レーダ稼働率: 50%
- \* レーダ装着率 (普及率): 40% (26GHz)、1% (24GHz)
- \* 車両当たりのレーダ数: 4 個
- \* 干渉しきい値: 1%
- \* 干渉緩和
  - バンパー損失 3dB
  - 偏波 3dB
  - ビルによる反射損失 0dB
  - 高架シャドウイング 0dB
- \* 大気吸収減衰 0.3dB

### 2 衛星間通信及び干渉検討

#### (1) システム

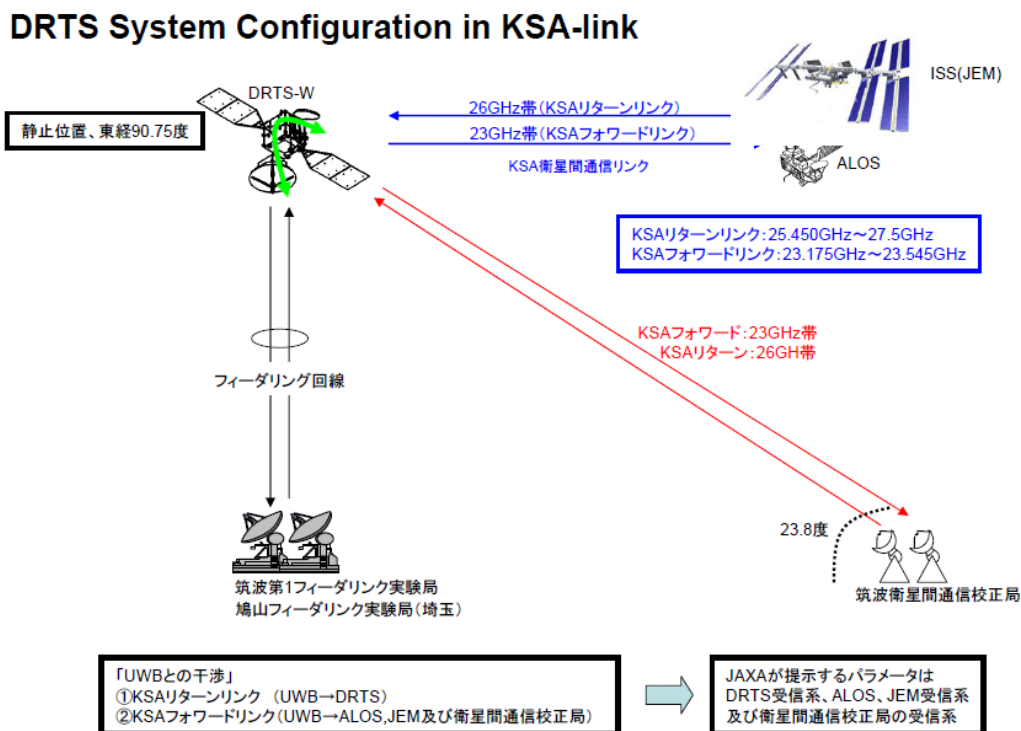


図1 Inter-satellite communication.

#### (2) 干渉雑音しきい値

各受信系の熱雑音及び干渉しきい値を表1に示す。

表 1 熱雑音及び干渉しきい値

	T	log(T)	$\Delta f$	Noise	Threshold		Appot 1%
	K	dB	Hz	dBW/ $\Delta f$	dBW/kHz	dBm/MHz	dBm/MHz
ITU-R SA.1155	1200.0	30.8	1000	-167.8	-177.8	-117.8	-137.8
KSA return link from	562.0	27.5	1000	-171.1	-181.1	-121.1	-141.1
KSA forward link to DSS *)	295.1	24.7	1000	-173.9	-183.9	-123.9	-143.9
KSA forward link to ALOS	758.6	28.8	1000	-169.8	-179.8	-119.8	-139.8
KSA forward link to ISS	346.7	25.4	1000	-173.2	-183.2	-123.2	-143.2

\*) DSS: DRTS System-calibration Station

Boltzmann constant:  $k$  1.3807E-23 J/K  
-228.59914 dBW

$$N = 10 \log(kT\Delta f)$$

(3) KSA リターンリンク

KSA リターンリンクを検討する。図 2 に示すように、2 つのリターンリンク 1) 及び 2) が存在し、そこに 3) 車両に搭載された UWB レーダシステムの出力が DRTS-W への干渉波が存在している。ここでは、より干渉を受けやすい 2) のリターンリンクに対する 26GHz UWB レーダシステムの影響を検討する。

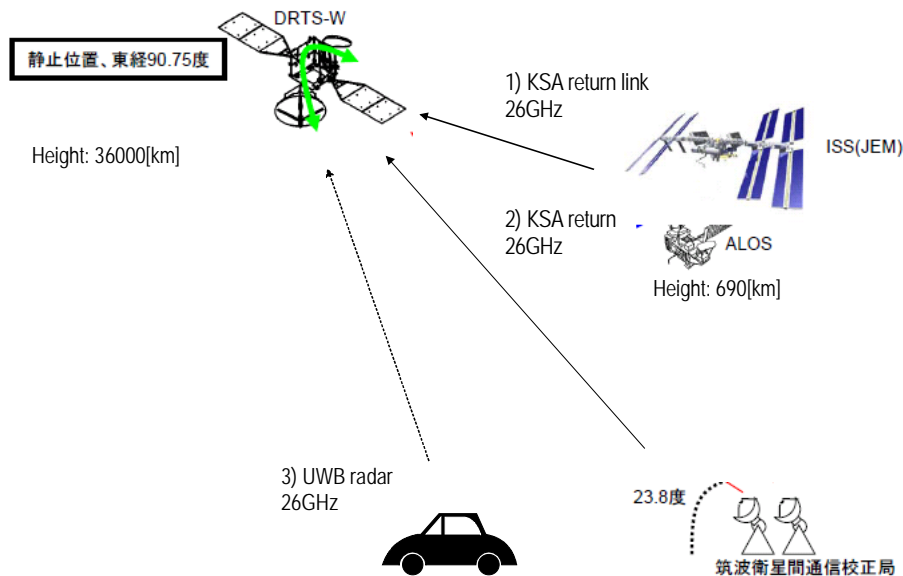


図 2 KSA リターンリンク (26GHz).

検討にあたり用いた主たる仮定を以下に示す。

UWB レーダシステム

- ① アンテナ水平面内 4 方向のうち 1 方向が DRTS-W を向いている。  
(Radar antenna direction -6[dB])
- ② 最大アンテナゲインの指向が DRTS-W に向いている。(Coupling factor=0[dB])

車両・レーダ台数

- ① 全国の登録台数(7900 万台)に実効使用率(4.8%)を掛けて実効車両台数算出。
- ② レーダ数は、車両当りの個数、普及率(車両搭載率 40%)、稼働率を考慮し実効台数を算出。

衛星

- ① 大気損失を考慮。
- ② 最大アンテナゲインを受信ゲインとして使用。

マージン計算結果を表 2 に示す。3.1 [dB] のマージンとなる。

表 2 KSA return link

	unit		Remark
Frequency	GHz	26.0	
UWB SRR parameter	unit		Remark
EIRP single	dBm/MHz	-41.3	
Vehicle quantity (nationwide)	dB	79.0	79 million cars, 3rd Study group
Radar quantity/Vehicle	dB	6.0	4 sets/Vehicle
Aggregated UWB radar emission power (Free space loss)	dBm/MHz	43.7	
Mitigation Factor			
Radar activity factor	dB	3.0	Suppresion at low speed
Bumper loss	dB	3.0	
Radar Antenna direction	dB	6.0	90[deg]/360[deg]
Effective vehicle usage ratio	dB	13.2	4.8%, 4th Study group
Polarized wave face	dB	3.0	
Penetration 40%	dB	4.0	
Total	dB	32.2	
Aggregated UWB radar emission power (with mitigation factor)	dBm/MHz	11.5	
Distance	km	36000.0	Worst case: shortest path
Free space loss	dB	211.9	
Atmospheric absorption loss	dB	0.3	Smallest at vertical path
Receiver Anttena gain	dBi	56.5	
Aggregated UWB radar emission	dBm/MHz	-144.2	
Interference threshold	dBm/MHz	-141.1	
Margin	dB	3.1	

(4) 筑波衛星間通信校正局への干渉 (KSA forward link)

校正局 (DSS: DRTS System-calibration Station) への干渉を検討する。図 3 に示すように、KSA フォワードリンクに対し、車両に搭載された 24GHz 帯 UWB レーダシステムの出力が校正局への干渉波として存在する。

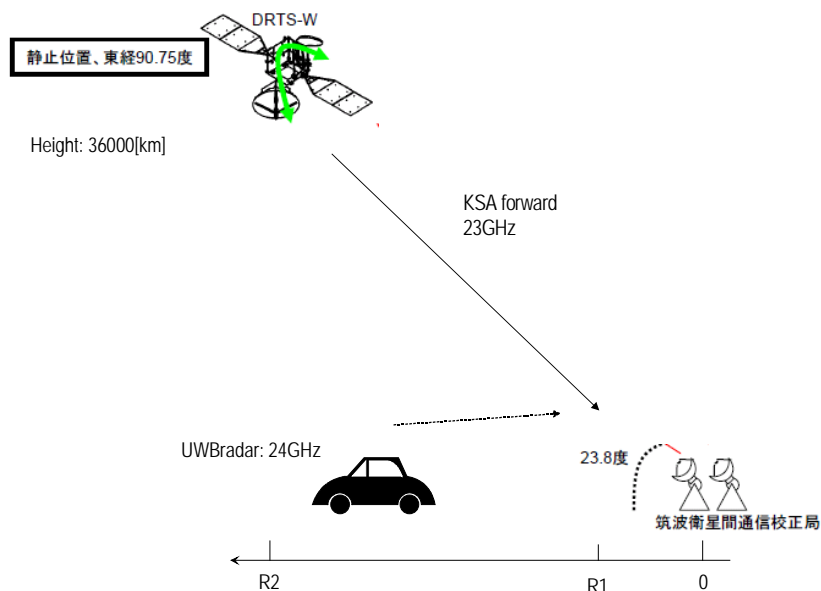


図 3 Interference to DRTS System-calibration station (KSA forward link). 23GHz.

検討にあたり用いた主たる仮定を以下に示す。

UWB レーダシステム

- ① アンテナ水平面内 4 方向のうち 1 方向が校正局を向いている。  
(Radar antenna direction  $-6$ [dB])
- ② 最大アンテナゲインの指向が校正局に向いている。(Coupling factor= $0$ [dB])

車両・レーダ数

- ① 全国の登録台数(7900万台)に実効使用率(4.8%)を掛けて実効車両台数算出。
- ② レーダ数は、車両当りの個数、普及率(車両搭載率1%)、稼働率を考慮し実効個数を算出。

伝搬(車両から地上局)

- ① RASでの検討手法を踏襲。R1=30[m]、R2=35[km]。
- ② Clutter Loss (7[dB])を考慮。

校正局

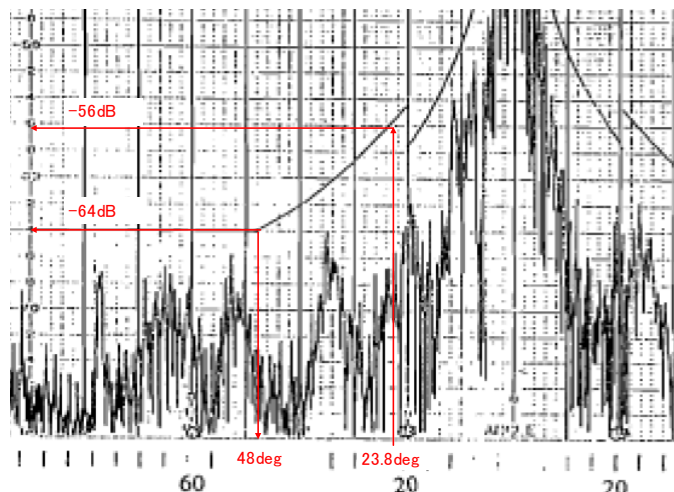
- ① 23.8度におけるアンテナゲインを受信ゲインとして使用。

マージン計算結果を表3に示す。25.6[dB]のマージンとなる。

表3 Interference to DSS station (KSA forward link)

	unit		Remark
Frequency	GHz	23.0	
UWB SRR parameter			Source: RAS study
EIRP_single	dBm/MHz	-41.3	
	mW/MHz	7.41E-05	
Radar density ρ	SRR/km <sup>2</sup>	841.4	79473595(veh)x4(radar/veh) /377819.23(km2)
Wave length λ	m	0.0130	
Outer radius R2	m	35000.0	35km
inner radius R1	m	30.0	30m
Aggregated UWB radar emission power (Free space loss)	mW/MHz	2.98E-12	
	dBm/MHz	-115.3	
$EIRP_{sum} = \rho \times EIRP_{SRR} \times \frac{\lambda^2 \times 10^{-6}}{8\pi} \times \ln \left  \frac{R_2}{R_1} \right $			mW / MHz
Mitigation Factor			Source: RAS study
Radar activity factor	dB	3.0	
Effective vehicle usage ratio	dB	13.2	4.8%, 4th Study group
Bumper loss	dB	3.0	
Clutter loss	dB	7.0	
Radar Antenna direction	dB	6.0	90[deg]/360[deg]
Penetration 1%	dB	20.0	
Total	dB	52.2	
Aggregated UWB radar emission power (with mitigation factor)	dBm/MHz	-167.5	
Receiver Antenna gain	dBi	54.0	
Relative gain (at 23.8deg)	dB	-56.0	
Aggregated UWB radar emission	dBm/MHz	-169.5	
Interference threshold	dBm/MHz	-143.9	
Margin	dB	25.6	

DSS: DRTS System-calibration Station



(5) KSA フォワードリンク

ISS 及び ALOS への干渉を検討する。図 4 に示すように、KSA フォワードリンクに対し、車両に搭載された 24GHz 帯 UWB レーダシステムの出力が ISS 及び ALOS への干渉波として存在する。

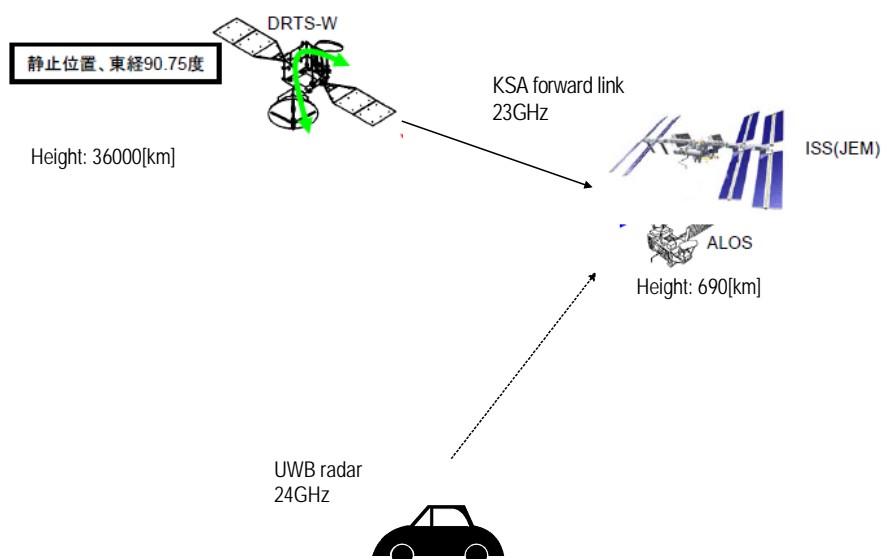


図 4 KSA forward link to ALOS and ISS.

検討にあたり用いた主たる仮定を以下に示す。

UWB レーダシステム

- (1) アンテナ水平面内 4 方向のうち 1 方向が ALOS、ISS を向いている。  
(Radar antenna direction  $-6$  [dB])
- (2) 最大アンテナゲインの指向が ALOS、ISS に向いている。(Coupling factor= $0$  [dB])

車両・レーダ台数

- (1) 全国の登録台数 (7900 万台) に実効使用率 (4.8%) を掛けて実効車両台数算出。
- (2) レーダ数は、車両当りの個数、普及率 (車両搭載率 1%)、稼働率を考慮し実効台数を算出。

ALOS/ISS

ALOS/ISS、日本及び静止衛星が一直線上に並んだ状態を仮定。ALOS/ISS の受信アンテナが最大ゲインで干渉を受ける。

マージン計算結果を表 4 に示す。ALOS 7.8 [dB]、ISS 5.3 [dB] のマージンとなる。

表4 Interference to ISS and ALOS (KSA forward link)

(a) ALOS

(b) ISS

	unit		Remark
Frequency	GHz	23.0	
UWB SRR parameter	unit		Remark
EIRP single	dBm/MHz	-41.3	
Vehicle quantity (nationwide)	dB	79.0	79 million cars, 3rd Study group
Radar quantity/Vehicle	dB	6.0	4 sets/Vehicle
Total	dBm/MHz	43.7	
Mitigation Factor			
Radar activity factor	dB	3.0	
Bumper loss	dB	3.0	
Radar Antenna direction	dB	6.0	
Effective vehicle usage ratio	dB	13.2	4.8%, 4th Study group
Polarized wave face	dB	3.0	
Penetration 1%	dB	20.0	
Total	dB	48.2	
Aggregated UWB radar emission power (with mitigation factor)	dBm/MHz	-4.5	
Distance	km	3043.4	690km, elevation 0deg, R=6367km
Free space loss	dB	189.3	
Atmospheric absorption loss	dB	0.3	Smallest at vertical path
Receiver Antenna gain	dBi	46.6	
Relative gain (at 0deg)	dB	0.0	
Aggregated UWB radar emission	dBm/MHz	-147.6	
Interference threshold	dBm/MHz	-139.8	
Margin	dB	7.8	

	unit		Remark
Frequency	GHz	23.0	
UWB SRR parameter	unit		Remark
EIRP single	dBm/MHz	-41.3	
Vehicle quantity (nationwide)	dB	79.0	79 million cars, 3rd Study group
Radar quantity/Vehicle	dB	6.0	4 sets/Vehicle
Total	dBm/MHz	43.7	
Mitigation Factor			
Radar activity factor	dB	3.0	
Bumper loss	dB	3.0	
Radar Antenna direction	dB	6.0	
Effective vehicle usage ratio	dB	13.2	4.8%, 4th Study group
Polarized wave face	dB	3.0	
Penetration 1%	dB	20.0	
Total	dB	48.2	
Aggregated UWB radar emission power (with mitigation factor)	dBm/MHz	-4.5	
Distance	km	2292.1	400km, elevation 0deg, R=6367km
Free space loss	dB	186.9	
Atmospheric absorption loss	dB	0.3	Smallest at vertical path
Receiver Antenna gain	dBi	43.2	
Relative gain (at 0deg)	dB	0.0	
Aggregated UWB radar emission	dBm/MHz	-148.5	
Interference threshold	dBm/MHz	-143.2	
Margin	dB	5.3	

(6) マージンのまとめ

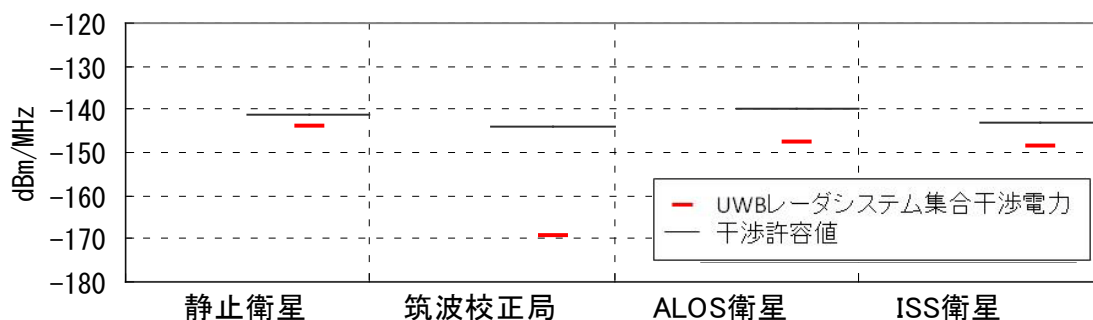


図5 干渉許容量に対するUWBレーダシステム集合干渉電力の-margin

4 まとめ

UWBレーダシステム(26GHz、24GHz)の静止衛星DRTS\_W、筑波衛星間通信校正局DSS、陸域観測技術衛星ALOS、国際宇宙ステーションISS(JEM)へ干渉検討を行った。それぞれ、3.1dB、25.6dB、7.8dB、5.3dBで正のmarginが得られた。干渉許容値は、熱雑音レベルより30dB低い値となっている。

## CATV 番組中継回線との共用検討について

UWB レーダシステムと CATV 中継回線との共用検討を下記 3 種類のシステム概念に対し以下のとおり行った。

- ① CATV 番組中継回線
- ② 振幅変調方式 (FDM-SSB) CATV 中継回線
- ③ 都市部 CATV 中継回線 (将来のシステムを想定)

### 1 CATV 中継回線

#### 1.1 CATV 番組中継回線の概要と使用状況

サービス・イメージとして① 鉄道線路の横断、② 河川横断、③ 洞門・トンネルの縦断、④ 山間地の迂廻、⑤ 離島間の海上横断⑥ 辺地共聴施設までの支線系延長リンク として使用されている。その定格・性能等が明示された。これに基づき最悪条件としての干渉環境が検討され、主として④と⑥が CATV 中継回線のサービス・イメージの最悪条件として検討対象とされた。

#### 1.2 CATV 中継回線の干渉検討の条件

##### 1.2.1 山間地の迂廻回線のパラメータ

###### ○ システム仕様

- ・送受信周波数帯：23.2～23.6GHz
- ・変調方式：FM 変調方式
- ・雑音指数：受信機雑音指数 8dB 以下 (RX Unit 入力にて)

###### ○ アンテナ諸元

- ・アンテナ利得 (1.2m カセグレンアンテナ)

23.0GHz	46.5dBi
23.3GHz	46.6dBi
23.6GHz	46.7dBi

- ・入力インピーダンス：V. S. W. R 1.5 以下
- ・電力半値幅：約 0.8°

###### ○ アンテナ地上高及びフィーダ損失

送信地点：海拔 2,065m の山頂に 10m の鉄塔を建設し、地上高 7m 位置に送信アンテナを麓方向に向けて設置

受信地点：14.9m の鉄塔を建設し、上端に 1.2m カセグレンアンテナ設置

送受信フィーダ損失：フィーダ線 5m/減衰量 0.5dB/m

###### ○ 運用例

- ・回線長：約 10km
- ・実際の運用状態：山頂と麓の伝送
- ・実際の運用状態と道路の関係

送信点と受信点を結ぶ直線を高速道路が横切っている。

受信点から受信点方向に 240m先に切り土で高速道路が横切っている。

### 1.2.2 辺地共聴施設までの支線系延長リンクのパラメータ

#### ○ システム仕様

- ・送受信周波数帯：下り 23.30～23.60GHz（300MHz 幅）/上り 23.20～23.24GHz（40MHz 幅）
- ・変調方式：送信機で UHF ないし VHF 帯の信号を 23GHz 帯にアップコンバートし無線伝送、受信機ではダウンコンバートする。無線区間を伝送される信号は、CATV の多チャンネル映像及びケーブルインターネット規格に基づいた信号。
- ・雑音指数：下り受信機の NF 最大 7.5dB/上り受信機の NF 最大 8dB
- ・占有帯域幅：伝送する信号により異なる。

#### ○ アンテナ諸元

- ・アンテナ利得：対応周波数帯：21.2～23.6GHz  
Top Band:41.0dBi/Mid Band:40.4dBi/Low Band:39.8dBi
- ・アンテナパターン：ビーム幅は 1.7°
- ・アンテナ地上高：  
親局空中線地上高：43m 及び 44m  
子局空中線地上高：41m 及び 42m
- ・送受信フィーダ損失：送受信とも 1～1.5dB 程度

### 1.3 CATV 中継回線の干渉検討の結果

#### 1.3.1 山間地の迂廻回線例：

送信地上高 2065m、受信地上高 665m、回線長 10km、送受アンテナ利得 46.5dB、通信路は受信点から 240m 先で片側 2 車線の高速道路を横断

	干渉しきい値 (dBm/MHz) の種別	干渉量 dBm/MHz	マージン
1	-128 (I/N=-20dB)	-141.5	+13.5dB
2	-121 (I/N=-20dB、Activity Factor+7dB)		+20.5dB
3	-104 (I/N=-15dB、Activity Factor+7dB、Mitigation Factor+12dB)		+37.5dB

#### 1.3.2 辺地共聴施設までの支線系延長リンク（辺地の市街地を想定）

FS アンテナ利得：41dB/レーダ周波数：23.6GHz/車両搭載レーダ数（前後 2 個/方向）/FS アンテナ高：41m/アンテナ～道路間距離：5m/アンテナ主ビーム方向：道路に平行/降雨量減衰：4dB/km/車間距離：20m/車線数：1 方向 2 車線（両方向で 4 車線）/積算距離：700m/チルト：0 度、1 度、2 度（500m で高低差 17m）

高低差	干渉しきい値 (dBm/MHz) 種別	干渉量 dBm/MHz	マージン
0m（水平）	-128 (I/N=-20dB)	-135	+ 7dB
	-121 (I/N=-20dB、Activity Factor+7dB)		+14dB
17m 差/500m	-128 (I/N=-20dB)	-129	+ 1dB
	-121 (I/N=-20dB、Activity Factor+7dB)		+ 8dB



検討結果は、以下に示すように辺地、山間地、離島、道路横断等の事例に対しマージンを維持している。

#### 1.4 CATV 中継回線の共用条件について

CATV 中継局に与えるレーダ与干渉計算結果により、レーダの CATV 中継局に与える影響は無視できると考えられる。なお、CATV 中継に用いられる周波数帯は、2016 年迄位の短期運用を前提に提案されている暫定案と送信帯域が重なる。この暫定案に基づく、2016 年までのレーダの車輛実装率は 1%に満たない為、十数 dB のマージンが実際の実装率から別途生じる。また、長期的運用を前提とする長期案には 26GHz 帯を使用しており、CATV 中継に用いられる周波数帯に意図的な電波発射を行わないため、CATV 中継局に与える影響は無視できると考えられる。

## 2 振幅変調方式 (FDM-SSB) CATV 中継回線への干渉検討

### 2.1 干渉限界の検討

電気通信技術審議会諮問第 102 号一部答申「23GHz 帯を使用する有線テレビジョン放送事業に用いる固定局の技術条件」(H10.6.29)に、回線品質及び混信の保護の条件が定められている。

回線品質：搬送波帯雑音比 (C/N) は次の値以上であること。

変調方式	降雨時 (注)	標準時
振幅変調方式 (FDM-SSB)	45dB (C/N)	

注 降雨時の C/N が上記の値以下となる時間率は  $5 \times 10^{-4}$ /年以下とする。

混信の保護：被混信局の搬送波帯雑音比 (C/I) は次の値以上であること。

変調方式	降雨時 (注)	標準時
振幅変調方式 (FDM-SSB)	52dB (C/I)	55dB (C/I)

注 降雨時の C/I が上記の値以下となる時間率は  $5 \times 10^{-4}$ /年以下とする。

混信保護比は明確に定められており、降雨時に、降雨マージンが完全に使い尽くされたとき 52dB (C/I)、標準時に 55dB (C/I) が定められている。降雨マージンは通常 4dB/km 以上 (日本全国の最低値) あり、通常は降雨時が最悪条件となる。

降雨時の回線品質は 45dB (C/N) であり、7dB の混信保護が規定されている。

通常を受信装置の定格・性能

受信装置定格・性能	数値
通過帯域	380MHz
雑音指数	3.5dB
受信雑音電力	-84.8dBm

降雨時の干渉限界値は  $-84.8\text{dBm} - 7\text{dB} = -91.8\text{dB}$  となる。

この干渉限界に対する干渉雑音配分について、振幅変調方式 (FDM-SSB) CATV 中継回線は、地域の固有の CATV 事業者の利用によるものであり、同一システム間干渉 (89%) は想定されず、他システム干渉 (10%)、その他の干渉 (1%) を想定する。

その比は 10dB であり、-101.8dBm/380MHz が UWB レーダシステムからの干渉限度となる。

#### 干渉限界値の規格

C/N の干渉限界	-62dB
受信電力の干渉限界	-101.8dBm/380MHz

## 2.2 個別サービスの干渉検討

振幅変調方式 (FDM-SSB) CATV 中継回線は、① 離島中継が主体であるが、② 陸上の溪谷横断、③ 山間地中継に使用されている。干渉の可能性は②、③、①の順で高いと推定される。システムの設置事例は限定されており、一般化して考察することは不可能であり、個々の事例を検討することが必要とされる。(AM のテレビ変調放送は 2011 年 7 月に Digital 放送に移行すると予定されており、振幅変調方式 (FDM-SSB) CATV 中継回線が今後際立って増設される可能性は少ないと考えられる。)

#### 振幅変調方式 (FDM-SSB) CATV 中継回線の設置状況

設置場所	伝送距離	伝送 CH
宮崎県・美郷町	3.65km	TV : 2 波/FM : 5 波
東京都・神津島	2.64km	TV : 8 波/FM : 5 波
大分県・佐伯市・屋形島/深島	2.9km/5.7km	TV : 37 波/FM : 2 波
長崎県・五島市・久賀島	3.4km	TV : 34 波/FM : 2 波
長崎県・五島市・奈留島一前島	0.9km	TV : 34 波/FM : 2 波
奈留島一柵島	5.3km	
箕島一赤島	6.5km	
赤島一黄島	3.7km	
浜窄一嵯峨島	5.5km	
大窄一黒島	5.0km	

### 2.2.1 溪谷越え (陸上の横断) の干渉計算

宮崎県・美郷町 (3.65km) の事例が溪谷越えに相当する。受信装置は北緯 32 度 33 分 10 秒、東経 131 度 24 分 29 秒の位置にあり、山岳地帯であり道路のある深い溪谷を横断する CATV 中継回線である。道路は地方道間を接続する間道であり、3 重のつづら折り返し道路を形成している。

通信路長 : 3.65km

通信路送受信間高低差 200m (受信から見てアップチルト : 3.2 度)

道路・受信間距離 : 230m 程度

道路・受信装置間高低差 : 150m 程度 (受信装置から見てダウンチルト : 33 度)

道路面方向に対する受信アンテナ角度は 36.2 度となる。

伝搬損失 : -131.03dB

アンテナ利得 : 約-10dB (Mid band 49.4dB Gain)

車輻アンテナ利得指向性減衰 : -25dB (30 度のアップチルトになる。)

レーダ 1 個による最大干渉量： $-15.5\text{dBm}/380\text{MHz}-131.03\text{dB}-10\text{dB}-25\text{dB}=-181.53\text{dBm}/\text{MHz}$

干渉限界 $-101.8\text{dBm}/380\text{MHz}$  に対し十分なマージン(79.78dB)を有するため、干渉の危険はない。

## 2.2.2 山間地中継の干渉計算

東京都神津島に設置された回線長 2.65km の CATV 中継回線が山間地中継に該当する。受信装置は北緯 34 度 11 分 49 秒、東経 139 度 8 分 24 秒にある。送信装置は天上山中腹にあり、受信装置は神津中学校近傍にある。

通信路長：2.65km

通信路送受信間高低差 250m (受信から見てアップチルト：5.4 度)

車輦・受信装置間高低差：20m 程度 (電柱高及地上高の和/受信装置から見てダウンチルト)

道路面方向に対する受信アンテナ角度は  $5.4 + \theta$  度となる ( $\theta$  は距離依存)。

伝搬方向に干渉源となる道路の存在する範囲は 600m 程度である。アンテナに最短距離の主要道路はアンテナの極近傍に在り、大きなダウンチルト及び車輦アンテナ仰角を生じ、干渉源とはならない。

アンテナ地上高を 20m (レーダの地上高は 0.5m とし、19.5m の高低差) とした場合の距離減衰とアンテナ指向性減衰の和を下表に示す。

アンテナレーダ間距離	50m	100m	200m	300m	400m
ダウンチルト(度)	19.97	10.8	5.54	3.71	2.78
チルト差(+5.4 度)	25.37	16.2	10.94	9.11	8.18
アンテナ利得(dB)	-6.98	-2.11	+2.14	+4.13	+5.30
実伝搬距離(m)	53.66	101.88	200.9	300.6	400.4
伝搬損失(dB)	-94.37	-99.94	-105.84	-109.34	-111.83
減衰量の和(dB)	-101.35	-102.05	-103.69	-105.21	-106.53

レーダの仰角に対する指向性減衰は、ITU-R TG1/8 の検討において最悪の場合で下記の値となる。

50m：-13.3dB、100m：-7.2dB、200m：-3.7dB、

300m：2.4dB、400m：1.8dB

減衰は総合で 200m-300m の場合に-107.6dB 程度の最小値となる。干渉限界値は $-101.8\text{dBm}/380\text{MHz}$ 、レーダの 1 個あたりの干渉電力は  $-15.5\text{dBm}/380\text{MHz}$  である。

レーダ 1 個当たりの与干渉のマージン： $(-15.5\text{dBm}/380\text{MHz})-107.6\text{dB}+101.8\text{dBm}=-21.3\text{dB}$

1 個のレーダの最大与干渉に対し、いずれの干渉緩和要素を含めない状態で、21.3dB のマージンを有する。このことは何等遮蔽のない平面上で、かつアンテナの指向方向の同一線上に 50 台を超える車輦が密集している状況となる。実際の神津島

の市街地は遮蔽効果の大きな構造となっており、干渉限度を超えることはないと考えられる。

### 2.2.3 離島（海越え）の干渉検討

離島（海越え）の干渉検討はCATV中継回線送信装置側からの与干渉とCATV中継回線受信側近傍の与干渉の2種類の検討を行う必要がある。

#### 2.2.3.1 送信装置設置側のレーダによる与干渉

CATV中継回線受信装置の存在する離島に対し、CATV中継回線送信側の道路上の車輛からの与干渉が考えられる。CATV中継回線送信側の（最小）送信出力を+10dBm、アンテナ利得を通常の49.4dBとすると、CATV中継回線送信装置の出力は、+59.4dBm/380MHzとなる。与干渉側レーダの1個の送信出力は、-15.5dBm/380MHzであり、C/I=-74.9dBの電力比をもつ。離島間では、ほぼ同一の通信路（混信波伝搬路）であり降雨減衰は通信路、干渉路ともに同一の数値を採用するのが適当である。レーダ1個が正対した場合でも、C/I=-62dBに対し12.9dBのマージンを持つ。

島と島を結ぶ回線については、その道路はアンテナの近傍で、かつ通信路を縦断する環境であり、十分なマージンを有すると考えられる。長崎県・五島市・久賀島、奈留島-杵島、箕島-赤島、赤島-黄島、奈留島-前島の事例がこれにあたる。

大分県・佐伯市・深島、長崎県・五島市・浜窄-嵯峨島、大窄-黒島については、送信アンテナは海岸縁の崖の上部、大窄では公民館屋上、浜窄では小学校屋上に設置されてアンテナ指向性が有効であり、道路と送信装置の設置場所の環境から干渉の危険は無視できる。

長崎県・五島市・久賀島のCATV回線の送信装置は海岸縁の崖の上部にあり、道路は送信アンテナの背面にある。道路端には、崖からの車輛の転落を防止するために頑丈なガードレールが設置されており、地上高50cmに設置されるレーダの輻射にたいし少なくとも7dBの遮蔽効果があり干渉を遮断する。

#### 2.2.3.2 受信装置設置側のレーダによる与干渉

離島内部を運行する車輛による干渉が問題とされる。干渉計算は、CATV中継回線受信アンテナと干渉路伝搬減衰量の和が対象となる。離島の大きさは、1km前後または以下の前島、黒島、黄島、赤島、屋形島、深島、3km程度の杵島、6km程度の奈留島、久賀島である。いずれの島にも2車線を越える道路は見出せない。受信アンテナ位置は、比較的高い位置に少なくとも10m高程度の鉄塔上に設置され、アンテナ角度は水平または送信側の位置により上方チルトである。1km前後の島では道路-アンテナ設置位置の間隔が小さくアンテナの指向性が利いてくるため最悪条件にはなりえない。

地図上の検討では一番大きな久賀島が最悪条件と推定される。送信点背面にはガードレール付きの道路が存在し（遮蔽損失が大きく見込まれる）、受信点では5mのアンテナ高で5度程度のアップチルトを示している。道路はほぼ背面

から横まで湾曲して受信アンテナの側面を通過しており指向性方向から 45 度程度離角している（アンテナ利得は-24.6dB となる）。受信アンテナの極めて近傍を車輛が通過する仮定して干渉検討を行う。

アンテナ利得(45 度離角) : -24.6dB (F.1245-1 p1)

伝搬損失(車輛と 5m 離れ) : -73.76dB

レーダアンテナ指向性損失 : -25dB

レーダ 1 個による干渉電力 :  $-15.5\text{dBm}/380\text{MHz} - 24.6\text{dB} - 73.76\text{dB} - 25\text{dB} = -138.86\text{dBm}/380\text{MHz}$

このような仮定においても、-101.8dBm の干渉限界に対し、37dB のマージンを有する。

以上の計算は、1.8m の標準アンテナの使用を前提としているが、多くの回線は 2.4m のアンテナを使用しており、干渉は緩和される。

アンテナ指向性の観点から最悪値条件として考えられる回線は、奈留島一前島回線であり、奈留島側の送信アンテナには 0.6m、前島には 0.3m のアンテナが使用されている。前島は 600m×1000m 程度の小島であり、受信アンテナは、集会場/ポンプ場屋上に設置されている。島の東北端に位置し斜め横方向に 100m の範囲で車輛が存在できるがアンテナ指向性方向から水平角度でほぼ 45 度程度、離角している。30cm アンテナの利得は中央値で 34.1dB あり、前報告書「CATV 中継局～レーダ干渉評価」記載のアンテナパターン図から、45 度離角アンテナ利得はマイナス (-9.1dB : F.1245-1 P2) となり干渉限度を超えることはない。

### 3 都市部 CATV 中継回線：将来提供されると考えられるシステム

#### 3.1 サービス・イメージ

将来提供されると考えられる 23GHz 帯無線アクセスシステムの導入イメージは、テレビ信号のデジタル化に対応して、変調方式を高度化し、都市部における 23GHz 帯中継回線を構成するイメージである。無線共聴施設（ギャップファイラー）には、UHF 直接受信及び IP には WiFi/WiMax の使用を考慮している。使用アンテナ口径は 0.6m、アンテナ高は、ビルの屋上設置を前提として、41-44m とされている。

#### 3.2 システム仕様

##### ・送受信周波数帯

下り 23.30～23.60GHz (300MHz 幅)

上り 23.20～23.24GHz (40MHz 幅)

##### ・変調方式

送信機で UHF ないし VHF 帯の信号を 23GHz 帯にアップコンバートし無線伝送、受信機ではダウンコンバートするのみ。無線機内部での変調は行っていない。無線区間を伝送される信号は、CATV の多チャンネル映像及びケーブルインターネット規格に基づいた信号。実験では OFDM (地上デジタル放送)、64QAM (CS、BS トラモジ)、256QAM ないし 16QAM (ケーブルインターネット)。

- ・雑音指数
  - 下り受信機の NF 最大 7.5dB
  - 上り受信機の NF 最大 8dB
- ・占有帯域幅：伝送する信号により異なる。
- ・アンテナ諸元
  - 0.6mφのパラボラアンテナ
- ・アンテナ利得
  - Top Band：41.0 dBi    Mid Band：40.4 dBi    Low Band：39.8 dBi
- ・アンテナパターン：ビーム幅は1.7度
- ・アンテナ地上高（送受信、平均、最大、最小）
  - 親局空中線地上高：43m 及び 44m
  - 子局空中線地上高：41m 及び 42m
- ・送受信フィーダ損失：送受信とも1～1.5dB程度と想定。
- ・アンテナチルト：0度（チルトはほとんどかかっていない。）

### 3.3 干渉限界の検討

ITU-Rの最悪値計算に用いられた $I/N=-20\text{dB}$ を用い、1MHz帯域で計算する。また、最小フィーダ損失を1dB見込む。

$$N=10\text{Log} (KB \times 290K \times BW) + NF = -114\text{dBm} + 10\text{Log} (BW/1\text{MHz}) + NF$$

干渉限界値	-125.5dBm/1MHz
-------	----------------

### 3.4 都市部CATV中継回線シミュレーション結果

シミュレーションは、固定回線シミュレーションと同じ計算方法を用いた。このシミュレーションは固定回線シミュレーションと重複するため、本報告では詳細を割愛する。シミュレーション結果は、降雨減衰以外の干渉緩和要素を考慮しない条件で、3dBのマージンを保有している。

干渉限しきい値	干渉量	マージン
-125.5dBm/1MHz (I/N=20dB)	-125.5dMm/MHz	+3dB

## 4 CATV中継回線の共用条件について

CATV中継局に与えるレーダ干渉計算結果により、レーダのCATV中継局に与える影響は無視できると考えられる。なお、CATV中継に用いられる周波数帯は、2016年迄位の短期運用を前提に提案されている暫定案と送信帯域が重なる。この暫定案に基づく、2016年までのレーダの車両実装率は1%に満たない為、十数dBのマージンが実際の実装率から別途生じる。また、長期的運用を前提とする長期案には26GHz帯を使用しており、CATV中継に用いられる周波数帯に意図的な電波発射を行わないため、CATV中継局に与える影響は無視できると考えられる。

## 地球探査衛星との共用検討について

UWB レーダシステムと地球探査衛星との共用検討について以下のとおり行った。

### 1 基本的考え方

24GHz 帯 UWB レーダシステムの初期導入までのプロセスとし普及率は 1%以下を想定した。

### 2 基本条件

24GHz 帯 UWB レーダシステムの基本条件について述べる。

#### \* 条件

* 車両密度 :	363[台/km <sup>2</sup> ]
	(東京都全域と人口密度上位 13 区の面積と人口の比率により換算)
* レーダ稼働率 :	50%及び 34% ([1]参照)
* レーダ装着率 (普及率) :	1%
* 車両当たりのレーダ数 :	4 個
* 干渉しきい値 :	1%
* 干渉緩和	
- 偏波	3dB
- Elevation マスク	25dB
- ビルによる反射損失	3.5dB 及び 0dB ([2]参照)
- 高架シャドウイング	0dB

#### \* 他の条件

* 大気吸収減衰	1.7dB → 0.6dB
----------	---------------

### 3 基本条件の検討

#### 3. 1 交通流密度

第 4 回 UWB レーダ作業班参考資料から、東京都の交通流密度は、149 台/km<sup>2</sup>となる。AMSR-2 の Footprint が 306.3[km<sup>2</sup>]、東京都の面積(2187[km<sup>2</sup>])を考慮すると、東京都全体ではなく東京 23 区(621[km<sup>2</sup>])あるいは人口密度上位 13 区(274[km<sup>2</sup>])の交通流密度を使用すべきと判断した。ここでは、より厳しい上位 13 区の交通流密度は 363 [車両/km<sup>2</sup>]を使用することとした([3]参照)。この値は、東京都の値に比較し 3.87dB のマージン減少となる。

$$10\text{Log} (149/363) = -3.87\text{dB}$$

第 3 回 UWB レーダ作業班 (ITU-R) の 453 台/km<sup>2</sup>に比較し、0.96dB のマージン増加となっている。

$$10\text{Log} (453/363) = 0.96\text{dB}$$

#### 3. 2 レーダ稼働率

ITU-R では、50%。東京都内において、走行試験を行い、速度分布を調べた([1]参照)。平均速度は 19.3[km/h]であり、10[km/h]以下の比率は 45.5%、停止比率は 36.6%となった。これより、ITU-R の計算方式に基づき計算すると、稼働率は 34.0%となる。ITU-R に比較し 1.67dB のマージン増加となっている。この 34%と ITU-R の 50%とを検討に用いる。

$$10\text{Log} (50/34) = 1.67\text{dB}$$

#### 3. 3 普及率予測及び 24GHz 帯 UWB レーダシステム比率

現行では、公式な資料はない。G. Rollman 氏よりの EU の普及データに基づき検討する。表 参 4-5-1 に示すように、21 ヶ月で総車両数の 0.008%程度となっている。EU においては、2005 に UWB が投入されて以来、今のところ顕著な増加は見られていない(表 参 4-5-1)。表 参 4-5-1 に示すように、21 ヶ月で総車両数の 0.008%程度となっている。

ここでは、上記数値をベースに、3 年ごとに増加率が増えるとして、今後の予測を行った。表 4-5-1

に結果を示す。5年後に0.03%, 10年後に0.1%程度となる。

上記EUのデータに基づく検討は、24GHz帯UWBレーダシステムが2013年までに制限されていること、EUと日本の市場とでは運転支援システムへの普及が異なることから、ここでの検討にEUのデータは適用しない。普及率については、2016年1%（累積台数79万台）で考えることとした。この1%は、自動車用近距離センシングシステムの普及率である。実際の普及状況を報告できる体制を整える。

24GHz帯UWBレーダシステム比率については、最も厳しい条件である100%を使用する<sup>\*</sup>）。

<sup>\*</sup>）実際には、77GHzレーダ、24GHz狭帯域レーダ、レーザーレーダ、カメラシステム及びこれらの融合システム等も自動車用近距離センシングシステムとして使用されると考えられる。

表 参4-5-1 Diffusion of vehicles with radars

Europe

年	累積搭載車両台数	累積レーダ車両比率	搭載新車台数	増加レーダ車両比率	Comments
(2005年9月)	0	0.000%			
9ヵ月 (2006年5月)	9000	0.0036%	9000	0.0036%	G. Rollman: 0.003~0.004%
21ヵ月 (2007年5月)	20000	0.0080%	11000	0.0044%	G. Rollman: 0.008%
3	30000	0.012%	10000	0.004%	estimation: 0.004% increment
4	50000	0.020%	20000	0.008%	0.008% increment
5	70000	0.028%	20000	0.008%	
6	90000	0.036%	20000	0.008%	
7	120000	0.048%	30000	0.012%	
8	150000	0.060%	30000	0.012%	
9	180000	0.072%	30000	0.012%	
10	220000	0.088%	40000	0.016%	
計				0.088%	

総車両台数(万台): 25000

<sup>\*</sup>）2006年5月、2007年5月は、G. Rollmann氏よりの情報。

Japan

年	累積搭載車両台数	累積レーダ車両比率	搭載新車台数	増加レーダ車両比率	Comments
0	0	0.000%			
1	3160	0.004%	3160	0.004%	
2	6320	0.008%	3160	0.004%	
3	9480	0.012%	3160	0.004%	
4	15800	0.020%	6320	0.008%	
5	22120	0.028%	6320	0.008%	
6	28440	0.036%	6320	0.008%	
7	37920	0.048%	9480	0.012%	
8	47400	0.060%	9480	0.012%	
9	56880	0.072%	9480	0.012%	
10	69520	0.088%	12640	0.016%	
計				0.088%	

総車両台数(万台): 7900

### 3. 4 車両当たりのレーダ数

第3回UWBレーダ作業班(3/23)では、2.6個/車両としたが、ITU-Rでは4個/車両としている。2005年にヨーロッパに投入されたベンツは6個のUWBレーダを有し、現在は8個となっている。BMWは2個を有している。車両当たりの個数は、暫定案については明確でない。ここではITU-Rに従い、4個/車両を検討の基本とした。

ただし、暫定導入期間においては実際装着数及び平均装着率を報告できる体制を整える。

### 3. 5 干渉しきい値

ITU-Rでは、受信許容電力が干渉しきい値の1%、5%の検討がされている。測定器の熱雑音レベルの低下が将来的に厳しい条件となることを考慮し1%とする。



#### 4 検討

##### 4.1 直接波、散乱波、多重散乱波

車両から EESS への伝搬は、直接波と散乱波からなります(図 参 4-5-1)。ともに図参 4-5-2 に示すように、バンパーを経て外部へ放射される。

###### (1) 直接波

バンパーを経て上部へ伝搬する。アンテナの正面方向より大きくずれているため、アンテナの Elevation Mask (現行 25dB >30deg) を経て、EESS へと伝搬する。Conical Scan 方式については、車の方向が考慮され 1/4 の確率で伝搬すると考えられる。

###### (2) 散乱波

バンパーを経て上部へ伝搬する。主ローブ方向の波(ボーサイト)が前方の車両窓へ当たり、散乱されて、EESS へと伝搬する。この際の散乱係数は、実験(図 参 4-5-3)により決められ、-10~-30dB の結合となっている([1]、p34)。

* 車間 10[m] 以下…	5%の車両、散乱ゲイン	-15dB
* 10<車間≤30[m]…	45%の車両、散乱ゲイン	-18dB
* 30<車間…	50%の車両、散乱ゲイン	-25dB

平均では、式(1)より、-19.8dB となる。

$$10 * \text{Log}(0.05 * 10^{-1.5} + 0.45 * 10^{-1.8} + 0.5 * 10^{-2.5}) = -19.8 \text{ dB} \quad (1)$$

また、散乱波の分布を半球分布とし、さらに 4.7dB を分布による損失としている。

###### (3) 多重散乱

ここでは、一台目は 5 [m] にあるという厳しい条件を考え、(図 参 4-5-4 参照) さらに、4 台の車両が 2 次 Scattering に関与すると仮定した。

* 1 台目 :	車間 5[m] で散乱 ( $\sigma=5\sim 10\text{dBsm}$ )	一次散乱ゲイン	-17.5dB
* 2 台目 :	散乱ゲイン	散乱ゲイン	-19.8dB
	台数 4	ゲイン	6dB
		2 次散乱ゲイン	-13.8dB

$$\text{合計では、} \quad -17.5 + -13.8 = -31.3 \text{ dB} \quad (2)$$

また、2 台目の散乱波の分布を半球分布とし、さらに 4.7dB を分布による損失としている。

直接波と散乱波を合計した全 Coupling Factor を表 参 4-5-1 に示す。表 参 4-5-2 (a) は、2014 年の Elevation Mask で -35dB を使用している([添付 A]参照)。第 3 回 UWB レーダ作業班では、ITU-R 同様、この値を使用して検討を行った。

この Elevation Mask を 2010 年及び現行の 30dB、25dB を用いたものを表 参 4-5-1 (b)、(c) に示す([添付 A]参照)。2010 年 Mask 及び現行 Mask において、2014 年 Mask との差は、それぞれ 0.2~0.7dB、0.7~2.3dB となり、また、多重散乱の影響は 0.2dB 程度となる。

現行 Mask は、第 3 回 UWB レーダ作業班での内容と有意な差がある。すなわち Mask の影響は 2dB 程度、多重散乱の影響は 0.2dB 程度で、合計 2.2dB 程度干渉が増える。

ここでは、現行の 25dB をマスクとして使用した。

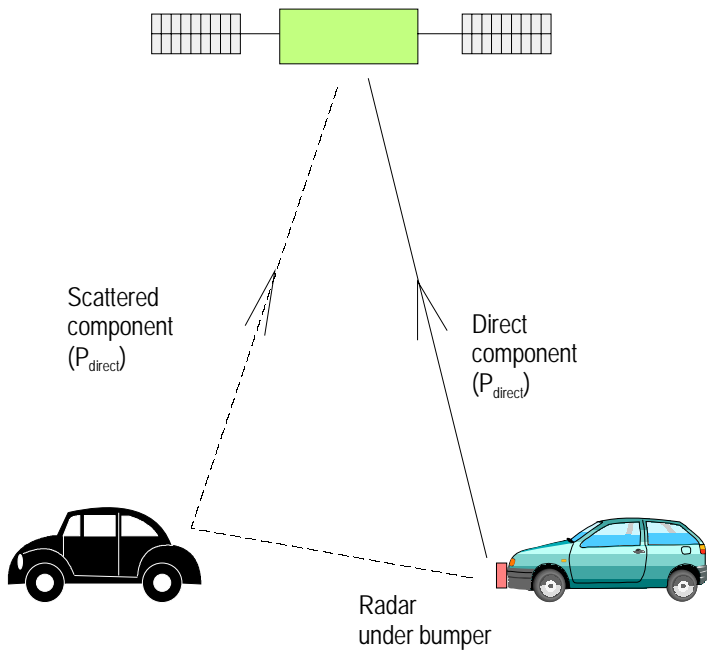


図 参 4-5-1 直接波と Scattered 波

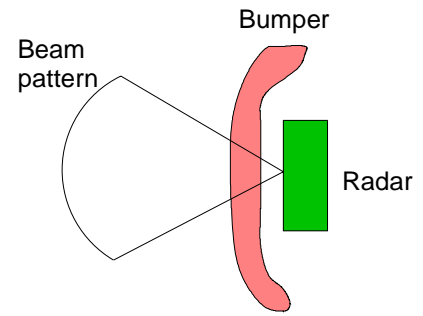


図 参 4-5-2 レーダとバンパー

EESS 後方散乱実験

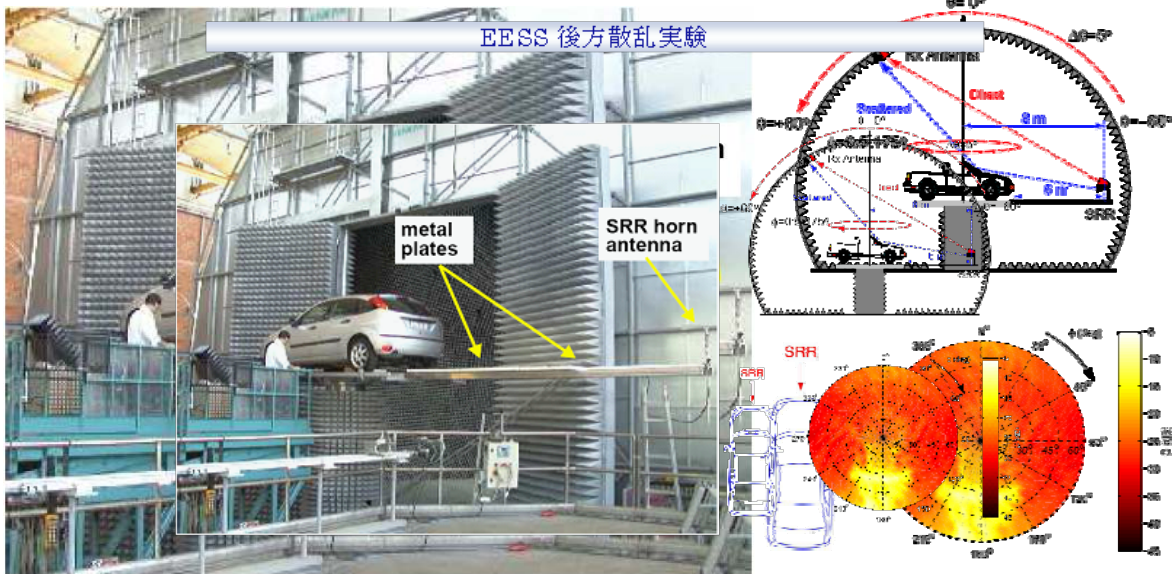
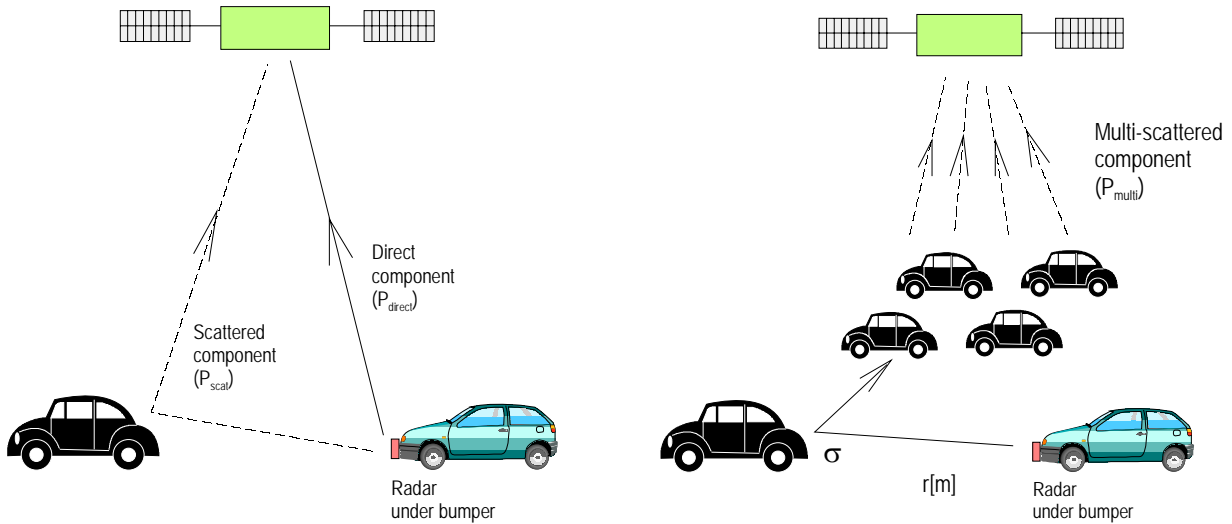


図 参 4-5-3 EESS 後方散乱実験



(a) Direct and scattered waves

(b) Multiple-scattered waves ( $r=5[m]$ ,  $\sigma=7.5[dBsm]$ )

图 参 4-5-4 直接波、Scattered 波、多重—Scattered 波。

表 参 4-5-2 Total Coupling Factor

	Cross track	Conical Sacan	
<b>Main lobe</b>			
Elevation mask	-35	-35	dB
Random car direction (25%)	0	-6	dB
Total	-35	-41	dB
<b>Scattered wave</b>			
Coefficients	-19.8	-19.8	dB
Hemisphere distribution	-4.7	-4.7	dB
Total	-24.5	-24.5	dB
<b>Multi-scattered wave</b>			
1st: range	5	5	m
$-10 \text{ Log}(4\pi r^2)$	-25.0	-25.0	$\text{dBsm}^{-1}$
$\sigma$	7.5	7.5	$\text{dBsm}$
1st total	-17.5	-17.5	dB
2nd Coefficients	-19.8	-19.8	dB
Number of cars (4 vehicles)	6	6	dB
Hemisphere distribution	-4.7	-4.7	dB
Total	-36.0	-36.0	dB
<b>Total coupling factor</b>	-23.9	-24.1	dB

(a) 2014 Year: elevation mask 35dB

	Cross track	Conical Sacan	
<b>Main lobe</b>			
Elevation mask	-30	-30	dB
Random car direction (25%)	0	-6	dB
Total	-30	-36	dB
<b>Scattered wave</b>			
Coefficients	-19.8	-19.8	dB
Hemisphere distribution	-4.7	-4.7	dB
Total	-24.5	-24.5	dB
<b>Multi-scattered wave</b>			
1st: range	5	5	m
$-10 \text{ Log}(4\pi r^2)$	-25.0	-25.0	$\text{dBsm}^{-1}$
$\sigma$	7.5	7.5	$\text{dBsm}$
1st total	-17.5	-17.5	dB
2nd Coefficients	-19.8	-19.8	dB
Number of cars (4 vehicles)	6	6	dB
Hemisphere distribution	-4.7	-4.7	dB
Total	-36.0	-36.0	dB
<b>Total coupling factor</b>	-23.2	-23.9	dB

(b) 2010Year: elevation mask 30dB

	Cross track	Conical Sacan	
<b>Main lobe</b>			
Elevation mask	-25	-25	dB
Random car direction (25%)	0	-6	dB
Total	-25	-31	dB
<b>Scattered wave</b>			
Coefficients	-19.8	-19.8	dB
Hemisphere distribution	-4.7	-4.7	dB
Total	-24.5	-24.5	dB
<b>Multi-scattered wave</b>			
1st: range	5	5	m
$-10 \text{ Log}(4\pi r^2)$	-25.0	-25.0	$\text{dBsm}^{-1}$
$\sigma$	7.5	7.5	$\text{dBsm}$
1st total	-17.5	-17.5	dB
2nd Coefficients	-19.8	-19.8	dB
Number of cars (4 vehicles)	6	6	dB
Hemisphere distribution	-4.7	-4.7	dB
Total	-36.0	-36.0	dB
<b>Total coupling factor</b>	-21.6	-23.4	dB

(c) Present: elevation mask 25dB

#### 4. 2 ビルによる反射損失

ビル反射の様子を図 参 4-5-5 に示す。参考文献[2]に示すように、23 区内 5 箇所における調査結果（ビル高さ 24.1[m]、片側道幅 16.2[m] (=32.3/2)）を用いると、反射損失 3.5dB の低減が見込まれる。

日本の代表的住宅である木造二階建て（軒高 6[m]）を考慮すると衛星に向かう電波（Elevation Angle  $\theta=55$  度の電波）はビル側面にあらず反射損失 0dB となり、ビル反射はない。

ここでは、反射損失 3.5dB 及び 0dB を検討する。

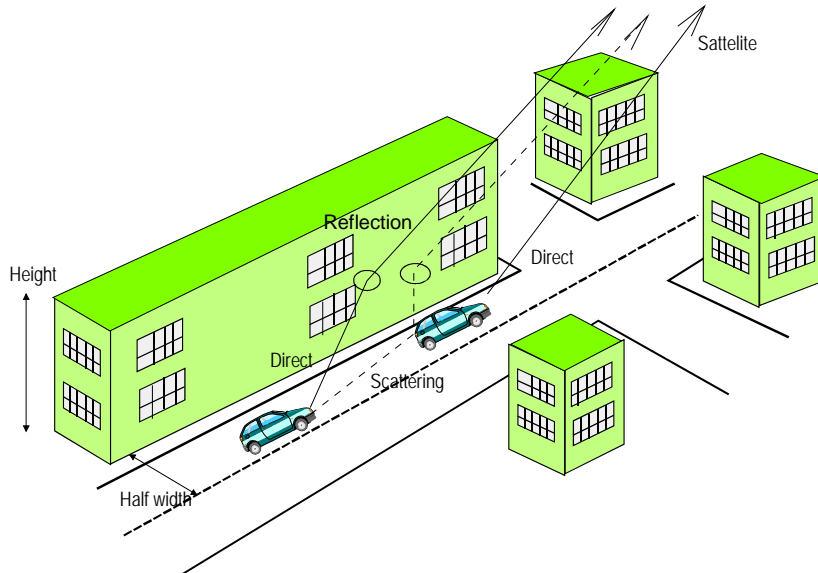


図 参 4-5-5 ビル反射

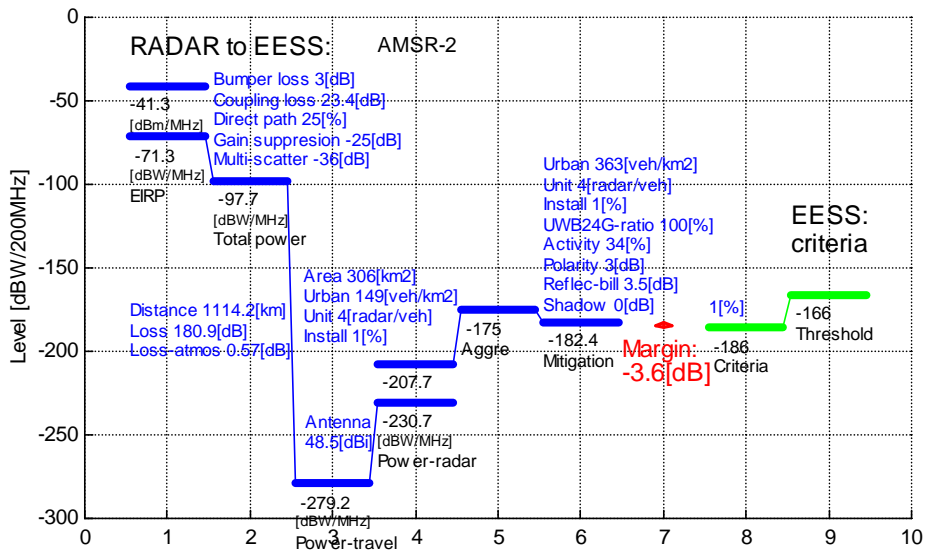
#### 4. 3 高架によるシャドーイング

車両密度を航空写真も参考として検討したため、ここでは 0dB とする。

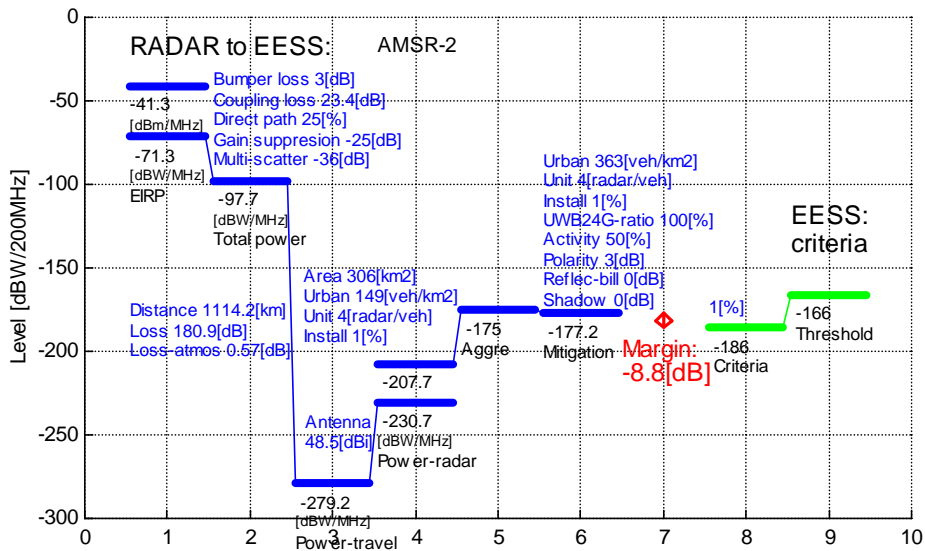
#### 5 干渉マージン

衛星は、Conical Scan 方式 AMSR-2（搭載予定）。25dB マスク、普及率 1%、4 台/車両、高架遮蔽 0dB、受信許容電力が干渉しきい値の 1% としマージンを計算した。

レーダ稼働率 34%、ビル反射損失 3.5dB の場合を図 参 4-5-6(a) に、レーダ稼働率 50%、ビル反射損失 0dB の場合を図 参 4-5-6(b) に示す。それぞれ、-3.6dB の負のマージン、-8.8dB の負のマージンとなる。干渉マージンの検討結果を参考のため表 参 4-5-3 に示す。



(a) AMSR-2、Conical Scan 方式 : 25dB Elevation Mask、干渉しきい値の 1%、レーダ装着(普及)率 1%  
レーダ数 4 個/車両、Activity factor 50%、大気吸収 0.57 [dB] ([添付 B])、ビル反射損失 0dB



(b) AMSR-2、Conical Scan 方式 : 25dB Elevation Mask、干渉しきい値 1%、レーダ装着(普及)率 1%  
レーダ数 4 個/車両、Activity factor 50%、大気吸収 0.57 [dB] ([添付 B])、ビル反射損失 0dB

図 参 4-5-6 EESS に対する干渉検討 : マージン

表 参 4-5-3 これまでの干渉マージン検討結果

AMSR-2

	(a)	(b)
干渉閾値[dBW/200MHz]	-166	-166
Apportion [%]	1	1
EIRP [dBm/MHz]	-41.3	-41.3
車両密度 [1/km <sup>2</sup> ]	363	363
普及率 [%]	1	1
UWB24GHz 比率 [%]	100	100
台数/車両	4	4
稼働率 [%]	34	50
偏波緩和 [dB]	3	3
ビル反射損失[dB]	3.5	0
高速道による遮蔽 [dB]	0	0
アンテナ: coupling factor [dB]	-23.4	-23.4
Ele. mask at 30deg [dB]	-25	-25
Scattered gain [dB]	-19.8	-19.8
Distribution [dB]	-4.7	-4.7
Multiple reflection[dB]	-36	-36
パンパ損失 [dB]	3	3
大気損失 [dB]	0.57	0.57
マージン [dB]: 1% apportion	-3.6	-8.8
マージン [dB]: 5% apportion	3.3	-1.8

## 7 まとめ

24GHz 帯 UWB レーダシステムの EESS への干渉は干渉しきい値の 1% を満足しない。レーダ稼働率 34%、ビル反射損失 3.5dB の場合 -3.6dB の負のマージンで、レーダ稼働率 50%、ビル反射損失 0dB の場合 -8.8dB の負のマージンとなる。

ここでの検討は Elevation マスクが 25dB、24GHz 帯 UWB レーダシステム比率 100% の厳しい条件の下である。また 24GHz 帯 UWB レーダシステムに割り当てられている許容電力を干渉しきい値の 1% (Apportion1%) と仮定している。

宇宙開発業務については[4]参照。また、陸域密集地（東京都内中心部）における干渉しきい値についての詳細な検討については[5]参照。尚、ここでの検討で参考にしたものを参考文献[6-11]に示す。

### [参考文献]

- [1] 参考資料 4-5-1A、東京都区内走行調査.
- [2] 参考資料 4-5-1B、ビル反射の影響.
- [3] 参考資料 4-5-1C、交通流密度.
- [4] 参考資料 4-5-2、宇宙研究業務.
- [5] 参考資料 4-5-3、EESS 干渉再検討.
- [6] ITU-R Document 1-8/TEMP/219-E [UWB.XYZ], 20 Oct 2005.
- [7] ITU-R Document 1/84-E [UWB.CHAR], 20 Oct 2005.
- [8] ITU-R Document 1/88-E [UWB.COMP], 21 Oct 2005.
- [9] ITU-R Document 1/85-E [UWB.FRAME], 20 Oct 2005.
- [10] ITU-R Document 1/83-E [UWB.MES], 19 Oct 2005.
- [11] ECC Report 23.

[添付 A] EU 及び US の法規・勧告

表 参 4-5-A EU 及び US の法規・勧告

Country	US	US	Eu
FCC	FCC 02-48	FCC 04-285	ECC Decision
Docket	ET Docket 98-156		
Date	Feb.14, 2002	Dec. 15, 2004	2004
Availability			2007.7.1~ Automatic de-activation near RA 2009: Review 2013.7.1~ to 79 GHz
Section	15.115 Subpart F (Vehicle radar)	15.252 (UWB transmission)	
Operation	Veh-Engine on		
Freq[GHz]	22-29	23.12 - 29	21.625 - 26.625
fmax[GHz]	> 24.075		
Peak EIRP [dBm/50MHz]	0		0
Average EIRP[dBm/MHz]	-41.3	23.12 - 23.6 GHz : -41.3 23.6 - 24 GHz : -61.3 24 - 29 GHz : -41.3	-41.3
Additional reduction for Elevation 23.6-24 GHz	≥ 38[deg], ≥ 25dB 1/1/2005~:		~2009: ≥ 30[deg], ≥25dB
	≥ 30[deg], ≥ 25dB 1/1/2010~:		
	≥ 30[deg], ≥ 30dB 1/1/2014~:		2010~: ≥ 30 [deg], ≥30dB
	≥ 30[deg], ≥ 35dB		

[添付 B] 大気吸収

大気吸収を NDC-2-8-6 に基づき計算した。大気吸収は 0.57[dB]。

Absorption NDC-2-8-6: f[GHz]	23.8	
angle of elevation [deg]	35	
height of station/dry_air [km]	0.0005	5.2
absorption:dry_air/vapor[dB/km]	0.013	0.12
equivalent height: dry_air [km]	5.24	2.14
Absorption [dB]	0.567	