

EESSとの共用検討

平成19年3月22日

Visteon Japan, Ltd.

宮原 俊二

内容

EESS (Earth Exploration Satellite Service) と 24GHz帯 UWBLレーダ の共用検討

- 背景
- ITU-Rにおける干渉検討結果
- 日本の道路状況を考慮した干渉緩和検討
- 26GHz帯の長期運用案

1. 背景

- 衛星による24GHz帯観測の目的:
24GHz帯(23.6-24GHz)は、大気中の水分量を測定することに適しているため、観測情報は天気予報および気候学に寄与する。
 - 24GHz帯UWBLレーダの目的:
交通事故低減に寄与すると考えられるが、衛星観測の外乱となりうる。
- 両者の共用を検討する

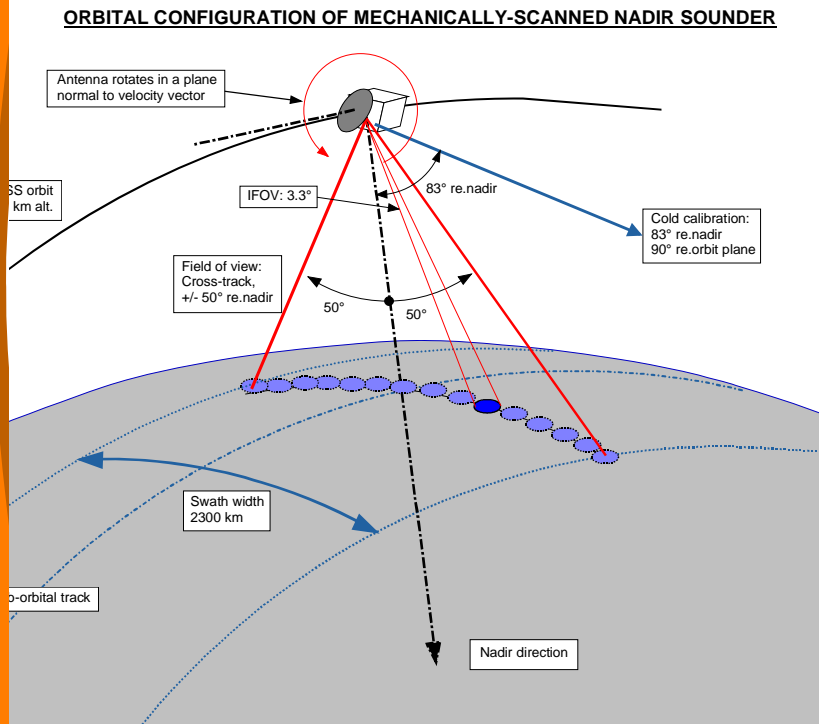
US 及び ヨーロッパ の 法規

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	15.515 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		
Investigation on interference	NTIA (National Telecommunication and information Administration)		CEPT WG SE 24, Meeting Dec. 2002 (ECC Report 23)
Base of investigation	Meteorological satellites		RAS, EESS, Fixed
Comment	FCC comment: 197.195 * Too strict		-41.3 (100%): EESS-No -41.3 (10%): EESS-Yes
Level of interference			ITU-R 1-8/TEMP/219-E EESS: -166 dBW for 200 MHz

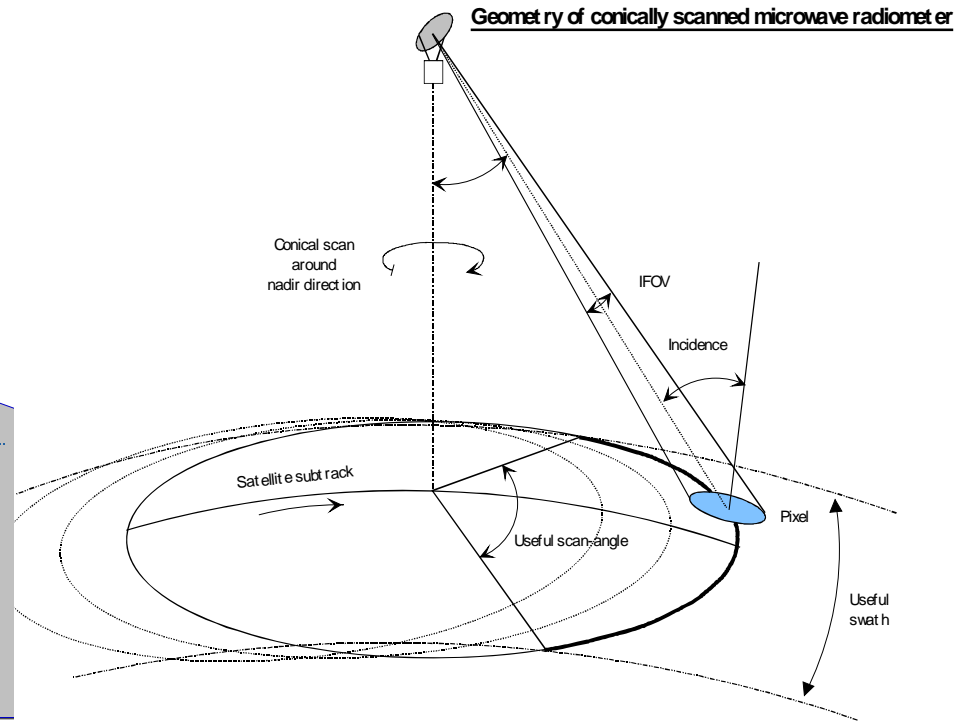
2. ITU-Rにおける干渉検討

衛星の条件

- 周波数: 23.6-24GHz
- 衛星の観測方式



Cross track方式
PUSH Broom, AMSU-A, ATMS



Conical scan方式
MEGHA-TROPIC, AMSR-E, CMIS

- 干渉閾値の 5%、干渉閾値 = -166[dBW/200MHz]

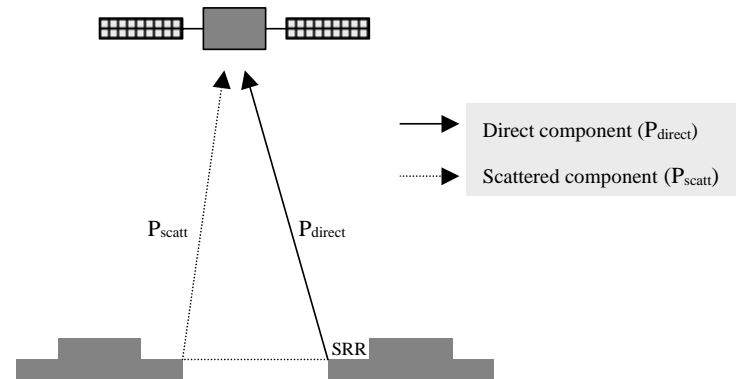
レーダの条件・伝搬条件

レーダ

- Power spectrum density: -41.3 dBm (-71.3 dBW)
- 車両1台当たりのRadar数: 4 radar/台
- Radar装着率: 100%
- 車両密度(市街地): 453 台/km²

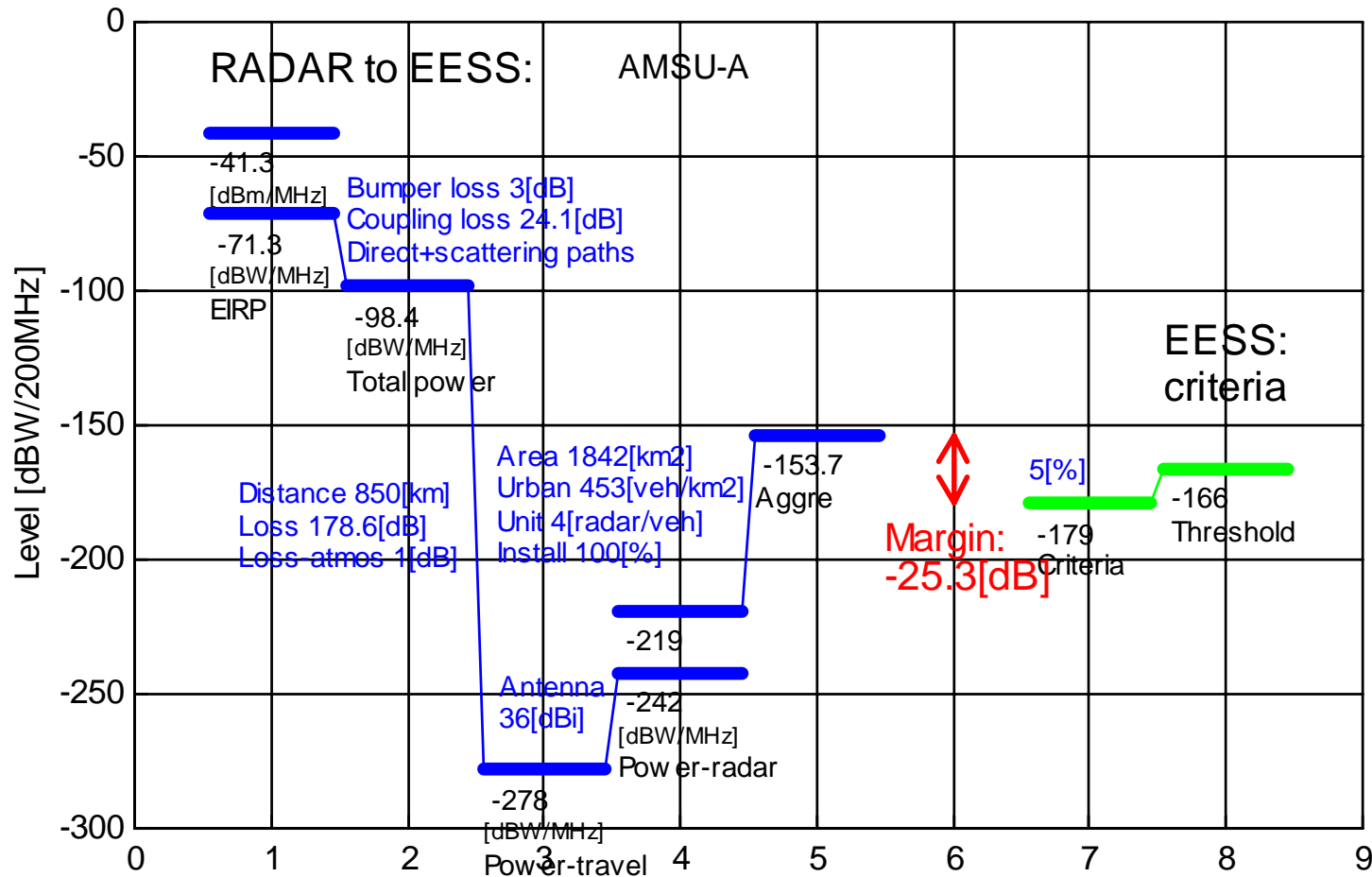
伝搬

- パス:
直接波
Scattered波(>直接波)
- バンパ減衰: 3 dB
- 大気減衰: ITU-R P.676



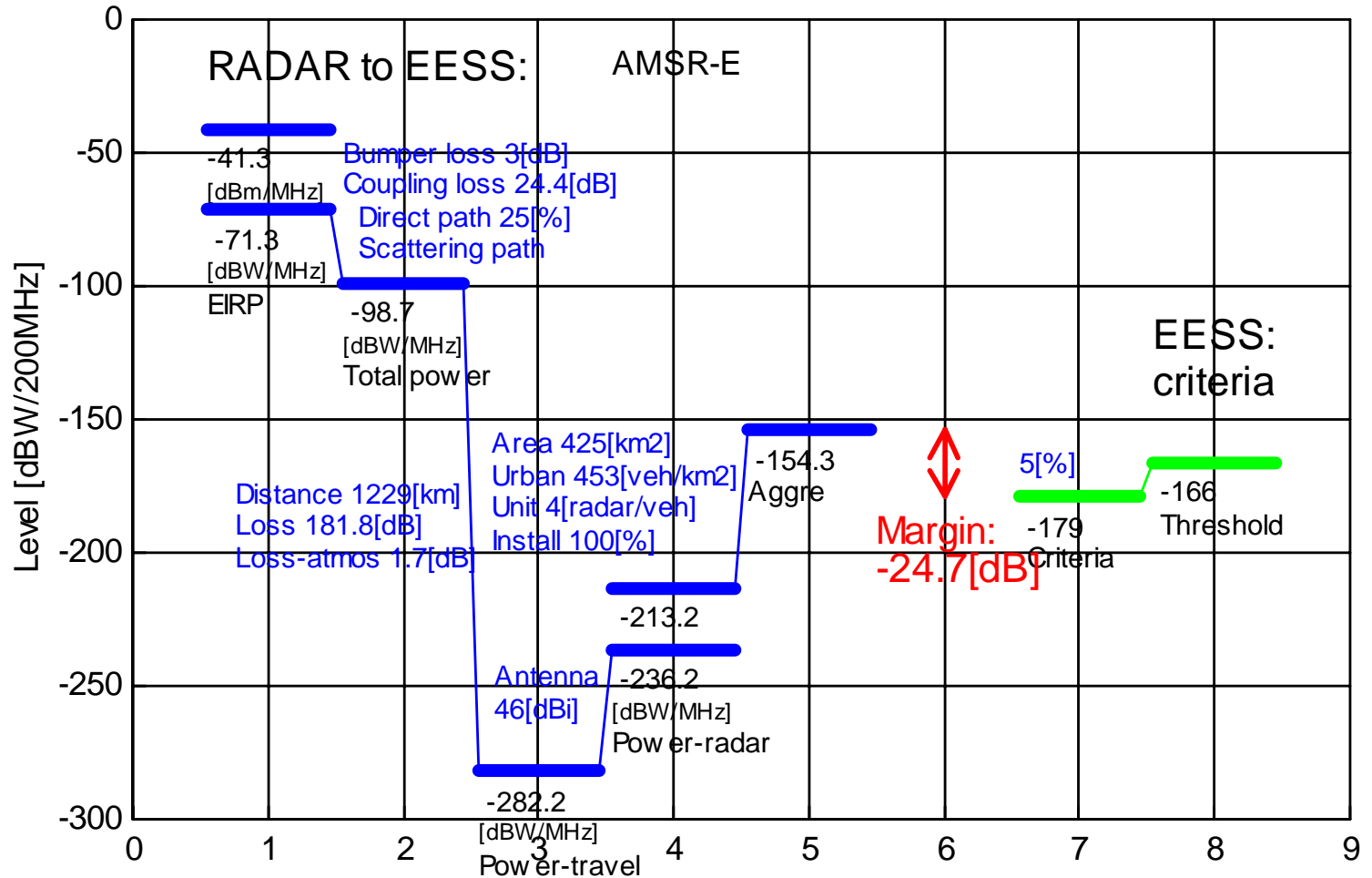
- レーダ当たりの出力: -98.4 dBW/MHz
車両当たり出力: -92.4 dBW/MHz

EESS干渉検討: Cross track方式、AMSU-A



装着率100%、車両密度-市街地 → 負のマージン: -25.3 dB (添付1参照)

EESS干渉検討: Conical Scan方式、AMSR-E



装着率100%、車両密度-市街地 → 負のマージン: -24.7 dB (添付2参照)

ITU-RにおけるEESS干渉検討結果

- 発射禁止帯(23.6-24GHz)について検討している。
- EESSの干渉閾値: $-166[\text{dBW}/200\text{MHz}]$ の 5%
- 装着率100%、車両密度(市街地)453 台/ km^2 で
→ 約 -25dB の 負のマージンで共用は不可
- 日本に適した干渉緩和条件を導入し再検討要

文献:

ITU-R Document 1-8/TEMP/219-E [UWB.XYZ], 20 Oct 2005
ITU-R Document 1/84-E [UWB.CHAR], 20 Oct 2005
ITU-R Document 1/88-E [UWB.COMP], 21 Oct 2005
ITU-R Document 1/85-E [UWB.FRAME], 20 Oct 2005
ITU-R Document 1/83-E [UWB.MES], 19 Oct 2005
ECC Report 23

3. 日本の道路状況を考慮した干渉緩和検討

- (1)レーダ装着率
- (2)車両密度
- (3)レーダ稼働率
- (4)車両あたりのレーダ数

(1)レーダ装着率

- 表2 レーダ装着車両台数

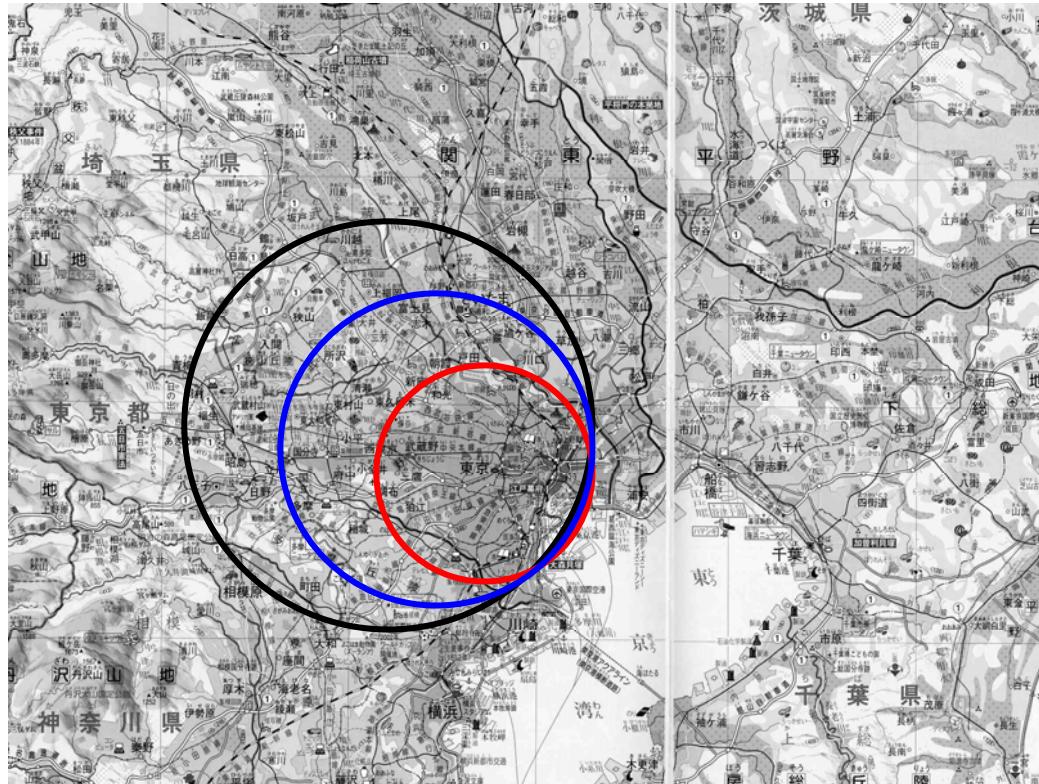
年	新車搭載率 (%)	レーダ付 新車台数 (万台/年)	累積台数 (万台)	レーダ車両 比率
1年後	1%	6	6	0.1%
2年後	1%	6	12	0.2%
3年後	2%	12	24	0.3%
4年後	4%	24	48	0.6%
5年後	5%	30	78	1.0%
計		78		

新車台数(万台/年): 600

車両台数(万台): 7900

- $10 \log(7900/78) = 20.1$ [dB]
: 装着率1% に対して

(2) 車両密度



衛星AMSU-Aを例にとる。

セル面積1842[km²] → 直径 48[km] Black circle

直径 36[km] Blue circle

直径 24[km] Red circle

東京近辺の最も厳しい条件： 1/4 市街地、5/16 準市街地、7/16 郊外地

車両密度： $1/4 * 453[1/\text{km}^2] + 5/16 * 330[1/\text{km}^2] + 7/16 * 123[1/\text{km}^2] = 270 [1/\text{km}^2]$

→ $10 \log(453/270) = 2.25 [\text{dB}]$: 市街地仮定に対し

(3)レーダ稼働率

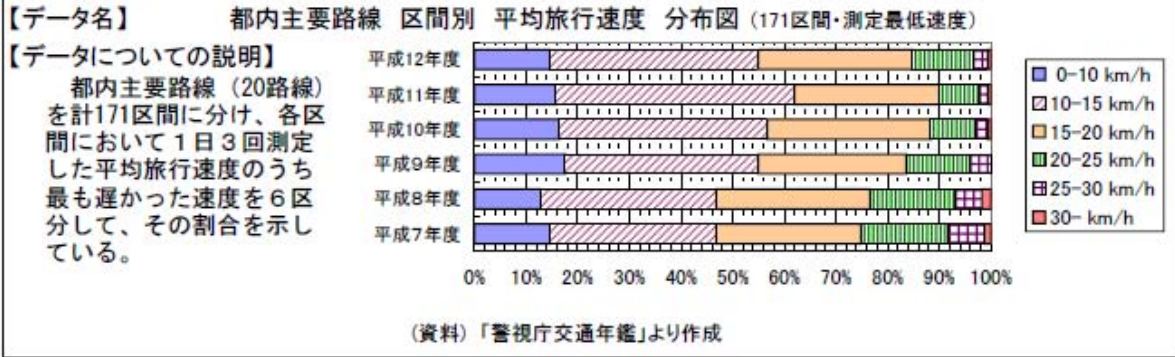
ITU-Rでは、以下の事項を考慮し、レーダ稼働率を定義している。

1. 長時間停止時のスイッチオフ:
2. パルスピッチの低減:
 パーキング、Stop-and-Go時のパルスピッチ低減
3. 非UWBモード:
 分解能を要しない あるいは 長距離レンジ動作

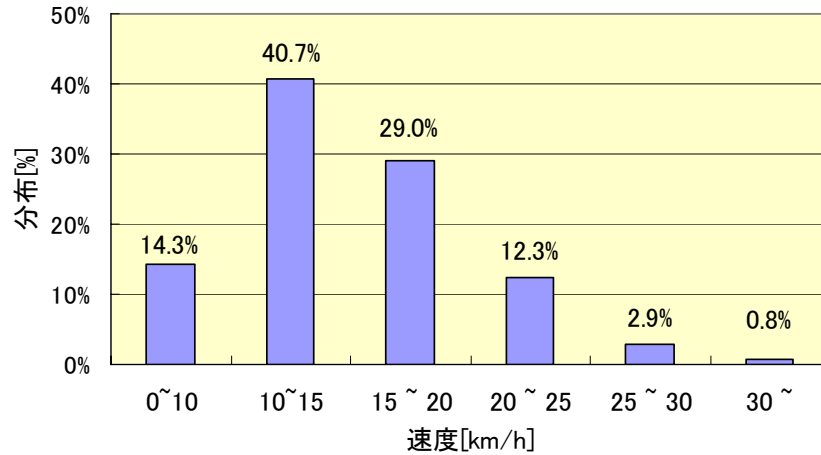
その結果、稼働率は **49.1%** としている。

(3)レーダ稼働率(日本の交通事情考慮)

指標関連データ



東京： 渋滞時平均旅行速度の分布(平成12年度)



下限速度 [km/h]	上限速度 [km/h]	車両全体での比率	速度範囲内 確率 (>30km/h)*	車両全体での比率 確率 (>30km/h)
0	10	14.3%	0.0062	0.09%
10	15	40.7%	0.0401	1.63%
15	20	29.0%	0.1056	3.06%
20	25	12.3%	0.2266	2.79%
25	30	2.9%	0.4013	1.16%
30		0.8%	1	0.80%
SUM		100.0%		9.5%

*)標準偏差を10km/hとして

	地域比率	車両密度 [1/km ²]	車両比率	地域別比率 確率	地域別レーダ稼働率	レーダ稼働率
市街地	25.0%	453	41.9%	9.5%	0.457	0.192
準市街地	31.3%	330	38.2%	19.0%	0.514	0.196
郊外地	43.8%	123	19.9%	38.0%	0.628	0.125
SUM	100.0%		100.0%			51.3%

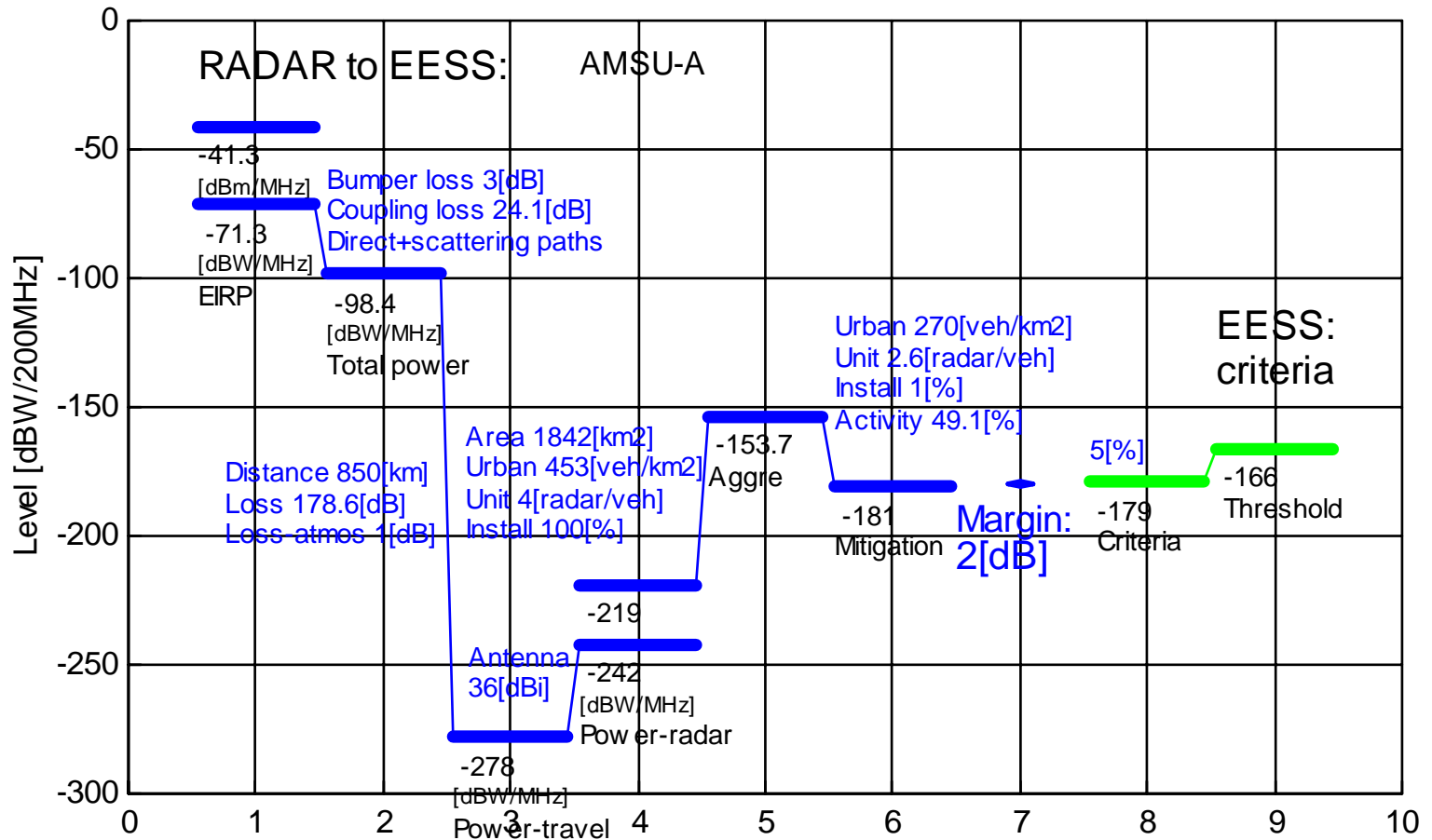
低速時(<30[km/h])は通常の40%にパルスピッチを低減

パルス繰返し周波数を30[km/]に通常の40%にすることを仮定するとレーダの稼働率は表3に示すように51.3%となる。ほぼ、ITU-Rの検討結果と一致。

(4) 車両あたりのレーダ数

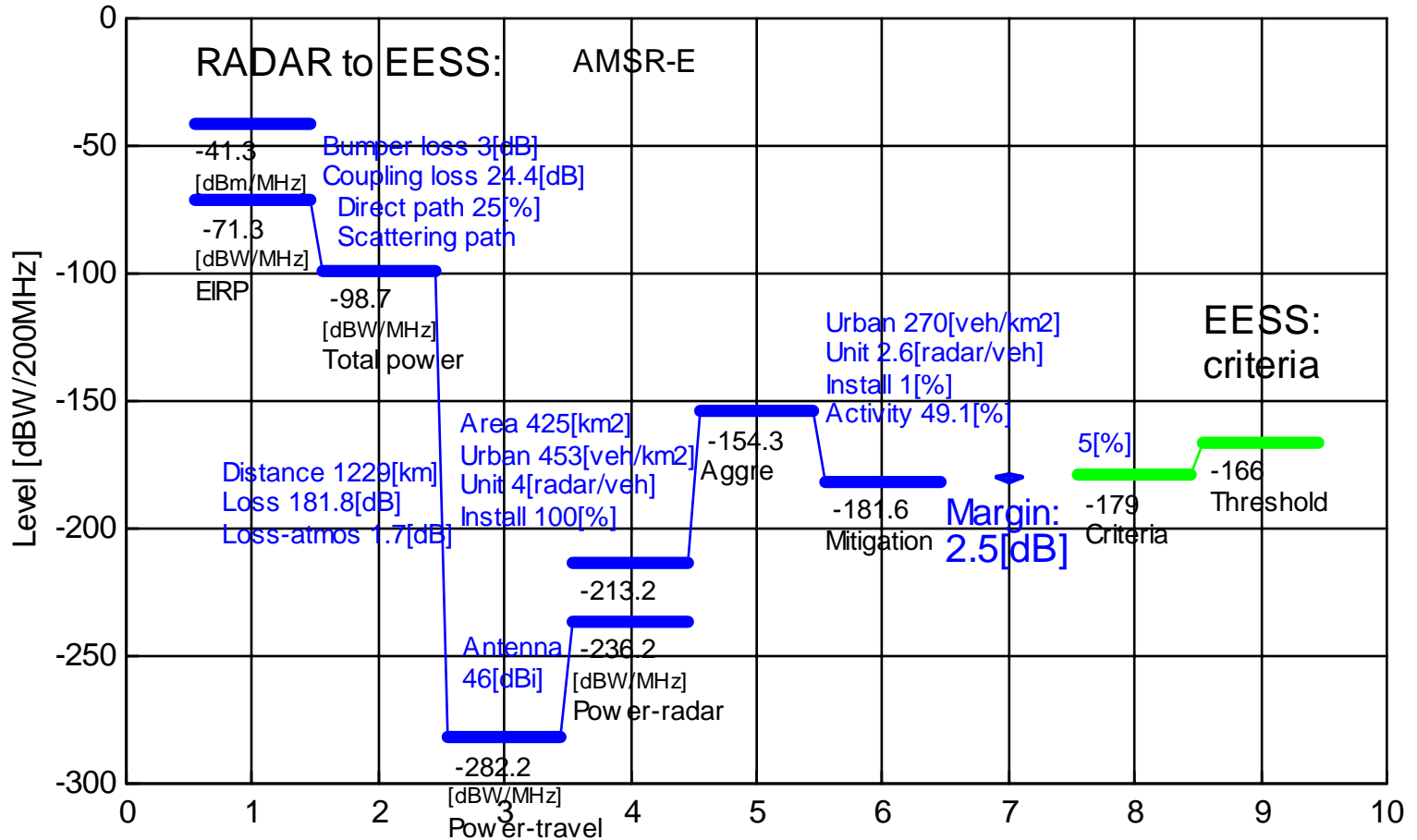
- 初期の車両あたりのUWBLレーダ数は2個がほとんどである。ここでは70%が2個、30%が4個として平均個数を計算する。
- $2*0.7 + 4*0.3 = 2.6$ 個／車両
- → 平均台数4から2.6へ減らすと
 $10 \log (4/2.6) = 1.9$ dB

干渉緩和効果を考慮： Cross Track方式、 AMSU-A



レーダ装着率1%、車両密度等の考慮：
マージン： 2.0 dB

干渉緩和効果を考慮：Conical Scan方式、AMSR-E



レーダ装着率1%、車両密度等の考慮：
干渉緩和マージン： 2.5 dB

日本の道路状況を考慮した干渉緩和検討 — 結果 —

日本の道路事情考慮した干渉緩和検討から

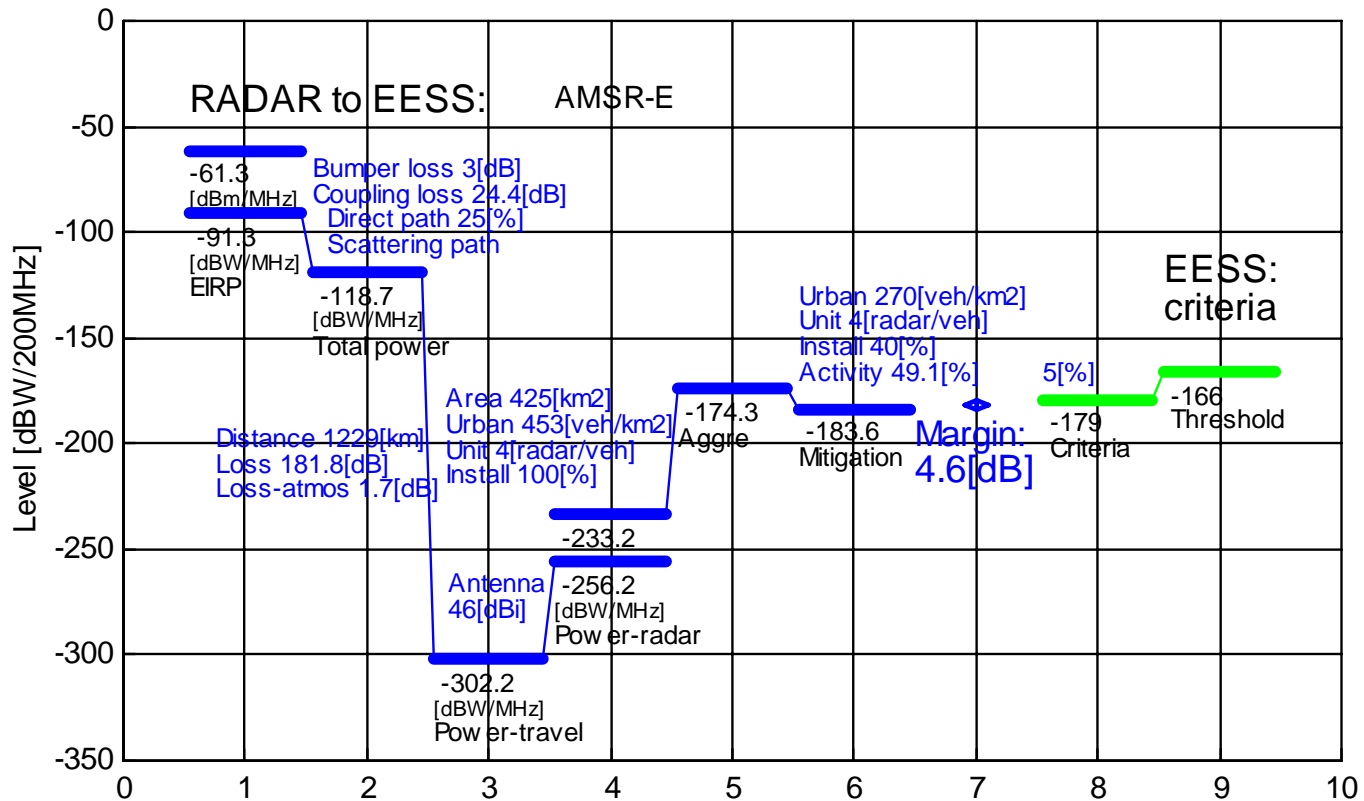
* 装着率1% (暫定運用)、車両密度等の干渉緩和により
期間限定ではあるが、

“EESSとUWBLレーダの共用の可能性”を示した

4. 26GHz帯の長期運用案

- EESSの干渉閾値: $-166[\text{dBW}/200\text{MHz}]$ の 5%
- 23.6-24GHzでのレーダ放射電力: -41.3 to $-61.3 [\text{dBm}/\text{MHz}]$
- レーダ装着率: **40%** (2030、ITU-R TG1/8予測値)

→ 4.6dB、長期的使用の可能性を示している



添付1: マージン、Conical scan方式

Parameter		MEGHA-TROPIC	AMSR-E	CMIS
Maximum EIRP (power spectral density)	dBm/MHz	-41,3	-41,3	-41,3
Bumper attenuation	dB	3	3	3
Gating effect	dB	0	0	0
Radar antenna gain to be subtracted (2014 mask)	dBi	35	35	35
Direct power component	dBW/MHz	-109,3	-109,3	-109,3
Adjustment factor due to random car directions applicable for the direct power component only	%	25%	25%	25%
Total direct power component	dBW/MHz	-115,3	-115,3	-115,3
Total scattered power component	dBW/MHz	-98,8	-98,8	-98,8
Total power	dBW/MHz	-98,7	-98,7	-98,7
Distance radar - EESS sensor in km	km	1336	1229	1336
Space attenuation in dB	dB	182,5	181,8	182,5
EESS antenna gain in dBi	dBi	40	46	52
Atmospherical loss (ITU-R P.676)	dB	1,6	1,7	1,7
Received power at the EESS in a 1 MHz bandwidth	dBW	-242,8	-236,2	-230,9
Corresponding received power at the EESS in a bandwidth of 200 MHz for one single radar.	dBW	-219,8	-213,2	-207,9
EESS interference threshold in a reference bandwidth of 200 MHz: application of ITU-R SA 1029-2 with 5% apportionment	dBW	-179	-179	-179
EESS interference threshold in a reference bandwidth of 200 MHz: application of ITU-R SA 1029-2 with 1% apportionment	dBW	-186	-186	-186
Number of radars in order to reach the EESS threshold for 1% apport	number	2 390	520	154
	dB	33,8	27,2	21,9
Number of active radars per car		4	4	4
Pixel surface	km ²	1926	425	264
Maximum car density per km ² corresponding to the above number of cars in the EESS pixel for 1% apport	number	0,31	0,31	0,15
Maximum car density per km ² corresponding to the above number of cars in the EESS pixel for 1% apport	dB	-5,1	-5,1	-8,4
Expected car density per km ² : Highway scenario	car/km ²	123	123	123
Expected car density per km ² : urban/suburban scenario	car/km ²	330	330	330
Expected car density per km ² : urban scenario	car/km ²	453	453	453
Margin in highway scenario	dB, 1% apport	-26,0	-26,0	-29,3
	dB, 5% apport	-19,0	-19,1	-22,3
Margin in urban/suburban scenario	dB, 1% apport	-30,3	-30,3	-33,5
	dB, 5% apport	-23,3	-23,3	-26,5
Margin in urban scenario	dB, 1% apport	-31,6	-31,7	-34,9
	dB, 5% apport	-24,7	-24,7	-27,9

- 車両密度(市街地): 453 台/km²
- EESS雑音基準の5%
- マージンが得られない
-24.7~-27.9 dB

添付2: マージン Cross track方式

Parameter		PUSH Broom	AMSU-A	ATMS
Maximum EIRP (power spectral density)	dBm/MHz	-41,3	-41,3	-41,3
Bumper attenuation	dB	3	3	3
Direction of interfering path		Zenith	Zenith	Zenith
Radar antenna gain to be subtracted (2014 mask)	dBi	35	35	35
Direct power component	dBW/MHz	-109,3	-109,3	-109,3
Total scattered power component	dBW/MHz	-98,8	-98,8	-98,8
Total power	dBW/MHz	-98,4	-98,4	-98,4
Resulting coupling	dB	24,1	24,1	24,1
Distance radar - EESS sensor in km	km	850	850	850
Space attenuation in dB	dB	178,6	178,6	178,6
EESS antenna gain in dBi	dBi	45	36	31
Atmospherical loss (ITU-R P.676)	dB	1	1	1
Received power at the EESS in a 1 MHz bandwidth	dBW	-233,0	-242,0	-247,0
Corresponding received power at the EESS in a bandwidth of 200 MHz for one single radar.	dBW	-210,0	-219,0	-224,0
EESS interference threshold in a reference bandwidth of 200 MHz: application of ITU-R SA 1029-2 with 5% apportionment	dBW	-179	-179	-179
EESS interference threshold in a reference bandwidth of 200 MHz: application of ITU-R SA 1029-2 with 1% apportionment	dBW	-186	-186	-186
Number of radars in order to reach the EESS threshold for 1% apport	number	250	1 986	6 281
	dB	24,0	33,0	38,0
Number of active radars per car		4	4	4
Pixel surface	km ²	206	1842	4542
Maximum car density per km ² corresponding to the above number of cars in the EESS pixel for 1% apport	number	0,30	0,27	0,35
Maximum car density per km ² corresponding to the above number of cars in the EESS pixel for 1 % apport	dB	-5,2	-5,7	-4,6
Expected car density per km ² : Highway scenario	car/km ²	123	123	123
Expected car density per km ² : urban/suburban scenario	car/km ²	330	330	330
Expected car density per km ² : urban scenario	car/km ²	453	453	453
Margin in highway scenario	dB, 1% apport	-26,1	-26,6	-25,5
	dB, 5% apport	-19,1	-19,6	-18,5
Margin in urban/suburban scenario	dB, 1% apport	-30,4	-30,9	-29,8
	dB, 5% apport	-23,4	-23,9	-22,8
Margin in urban scenario	dB, 1% apport	-31,7	-32,3	-31,2
	dB, 5% apport	-24,7	-25,3	-24,2

- 車両密度(市街地): 453 台/km²
- EESS雑音基準の5%
- マージンが得られない
-24.2~-25.3 dB