

アドホック会合における検討状況

第4回作業班会合（5月23日）までの審議内容を踏まえ、共用検討すべき既存の無線システム毎に個別関係者間でアドホック会合を実施した。

1. 検討事項

- ・ UWB レーダの普及予測：日本国内の需要、他の車載安全システムの実績等
- ・ 干渉検討の前提条件：干渉モデル、利用環境、干渉緩和要素等
- ・ 必要な運用条件の検討：時限的措置、放射方向制限、利用地域の制限等

2. 検討経緯および状況

- ・ 6月12日（火）アドホック会合の初回会合をスタート（事務局でセッティング）し、以降の情報交換は基本的に電子メールベースとし、必要に応じて下表のとおり会合も実施。
- ・ UWB レーダ作業班構成員以外からも必要に応じて協議に参加。
- ・ 下表以外の既存無線システムについても、今後必要に応じて共用検討を進める。

既存の無線システム	会合実施日	備 考
加入者系無線アクセスシステム 携帯電話エントランス回線	6/12、10/2	合同で実施 5頁参照
電波天文	6/15	6頁参照
地球探査衛星	6/22、9/3	7頁参照
空港路面探知レーダ[ASDE]	6/15、9/27	8頁参照
固定衛星	6/12、9/25	9頁参照

アドホックグループからの進捗報告

アドホックグループ	被干渉側	推進側担当
①加入者系無線アクセス	荒井((株)NTTドコモ) 梅澤(ソフトバンクモバイル(株)) 進藤(NTTアクセスサービスシステム研究所)	廣瀬(シーメンスVDOオートモーティブ(株)) 荒*(タイコエレクトロニクス メイコム(株)) 青柳(古河電気工業(株))
②携帯電話エントランス回線	谷*(KDDI(株)) 藤井*E(ソフトバンクテレコム(株))	太田(ダイムラー・クライスラー・日本ホールディング(株)) 秋山*(タイコエレクトロニクス アンブ(株)) 伊藤*(伊藤エンジニアリング) Feese*(ダイムラー・クライスラー AG) Kunert*(Siemens VDO)
③電波天文	近田(国立天文台)	太田(ダイムラー・クライスラー・日本ホールディング(株)) 青柳(古河電気工業(株)) 宮原(ピステオン・ジャパン(株)) 伊藤*(伊藤エンジニアリング) Feese*E(ダイムラー・クライスラー AG)
④地球探査衛星	林(宇宙航空研究開発機構) 塩谷(宇宙航空研究開発機構) 前田(宇宙航空研究開発機構) 飯田(宇宙航空研究開発機構)	宮原(ピステオン・ジャパン(株)) 太田(ダイムラー・クライスラー・日本ホールディング(株)) 青柳(古河電気工業(株)) 荒*(タイコエレクトロニクスメイコム(株)) 伊藤*(伊藤エンジニアリング)
⑤空港路面探知レーダ	伊藤(国土交通省) 富田*(三菱電機(株))	青柳(古河電気工業(株)) 太田(ダイムラー・クライスラー・日本ホールディング(株)) 廣瀬(シーメンスVDOオートモーティブ(株)) 宮原(ピステオン・ジャパン(株)) 伊藤*(伊藤エンジニアリング)
⑥固定衛星	河野(宇宙通信(株)) 安藤*(JSAT(株)) 高尾*(日本電気(株))	池田(TDK(株)) 青柳(古河電気工業(株)) 太田(ダイムラー・クライスラー・日本ホールディング(株)) 伊藤*(伊藤エンジニアリング)

網掛け：とりまとめ、 *：作業班構成員以外、 E：電子メール協議のみ

干渉検討の前提条件

1. 各アドホック会合で共通に使用する数値・数式

- ・ 準ミリ波帯 UWB レーダ放射電力 : -41.3 dBm/MHz
- ・ 自由空間伝搬損失 : 距離の 2 乗に反比例
- ・ バンパー損失 : 3 dB
- ・ レーダ稼働率 : 3 dB (50%) (ITU-R TG1/8 より)
- ・ 1 台当たりのレーダ搭載数 : 4 (ITU-R TG1/8 より)
- ・ 普及率 : 2030 年で 40% (ITU-R TG1/8 より)
暫定運用は 1% で検討

2. 各アドホック会合で個別の数値・数式

- ・ 伝搬モデル : 直接波、1 次反射、2 次反射等
- ・ 干渉緩和要素 : 拡散損失、偏波損失、回折損失、降雨減衰等
- ・ 交通量密度 (車両密度) : 全国平均、東京都等

3. 利用する周波数帯と電力マスク (推進側の提案)

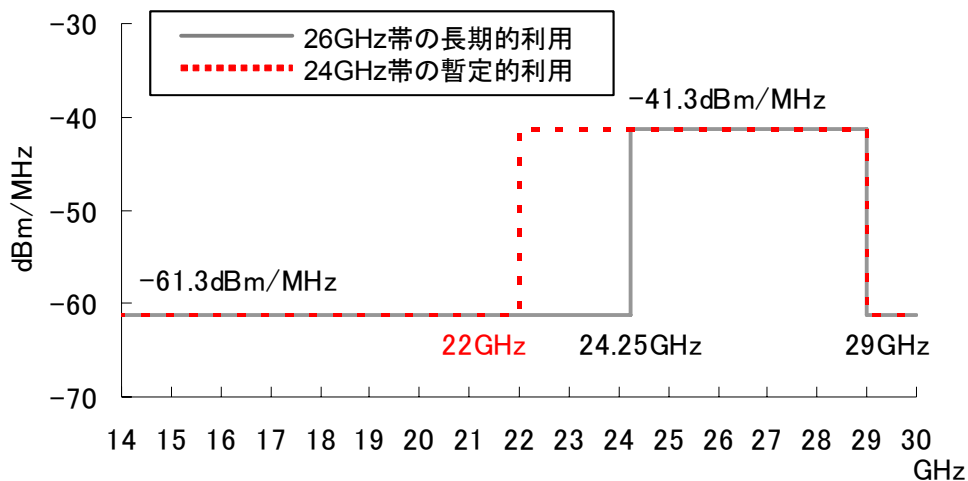
(1) 24GHz 帯の暫定的利用 (22~29GHz)

- ・ 時限的措置、利用地域の制限等の制約を含めて共用条件を検討。
- ・ 具体的には、2016 年の導入期限を提案する。2016 年までに導入された車両は 2016 年を過ぎても廃車まで UWB レーダを使用可能。
- ・ 関連する電波天文台付近では、使用禁止エリアを設定する。
- ・ 仰角方向の放射制限を設定。(仰角 30 度以上のサイドロープ値を -25dB 以下)

(2) 26GHz 帯の長期的利用 (24.25~29GHz)

- ・ 基本的に時限的措置、利用地域の制限等の制約の無い共用条件の検討。

(3) 電力マスク (案)



(参考) UWB レーダの普及予測に関する調査結果

これまでの 76GHz 帯 ACC レーダの普及状況と今後の UWB レーダの普及予測について、事務局より自動車工業会と日本自動車輸入組合に調査を依頼。下記回答を得た。

自動車工業会からの回答

- ・ 現行の 76GHz 帯レーダの普及状況については、各社によりレーダの採用方法は異なっており、76GHz 帯レーダの普及台数は特定できない。
- ・ ACC システム搭載車両の 2006 年 1～12 月の 1 年間の導入累計台数は約 2 万 5 千台。
- ・ UWB レーダの需要予測は、各社の将来の計画台数に関わるものであるため、回答しかねる。

日本自動車輸入組合からの回答

- ・ 76GHz 帯 ACC レーダの 1999～2007 年の導入累計台数は、約 5,500 台。
- ・ 今後の UWB レーダの普及は、2008～2012 年の 5 年間で 10,000～15,000 台の予測。

加入者系無線アクセスシステム／携帯電話エントランス回線

1. 干渉計算

ITU-R SM.1757 の second paragraph of Annex 1 の記述に従い、ITU-R で行われた検討をベースに、日本における最適な計算要素及びパラメータの個別検討を下記の項目について実施。

- ・ 日本における降雨量（降雨減衰量）、FS 回線長から干渉路・通信路の相関係数（干渉路減衰量）及び干渉積算路長
- ・ 日本における FS 回線長、アンテナ高、アンテナ指向特性の対道路角度、道路・アンテナ間距離及び対応するアンテナチルト

これらの検討結果をもとに、推進側が提案する暫定パラメータを用いたシミュレーションを実施。

2. 引き続き協議が必要な項目

上記の結果は被干渉側の見解を反映しておらず、干渉計算の妥当性の議論が必要。今後、合意がとれていない下記の項目について検討予定。

- ・ 日本における降雨強度
- ・ 干渉積算距離
- ・ ITU-R が定めた所要 $I/N = -20\text{dB}$ の見直しの是非
- ・ FWA (P-MP) のアンテナチルトの角度
- ・ 降雨減衰の計算方法
- ・ 車線数
- ・ アンテナ指向特性の対道路角度

3. 今後の進捗予定

- ・ 世界的な規制検討状況の反映及び日本固有のパラメータの最適化を行う。
- ・ 推進側では、シミュレーションで得られた結果に対し、異なる見解により評価される数値を、合意できる範囲で、幅として提示することを検討（※）。
- ・ 引き続きメール協議及びアドホック会合を行い、細部の調整を行う予定。
- ・ 年内に合意案作成完了

※具体的には「項目Aは、異なる見解によりXdB変り、マージンがYdB得られているとすればマージン (Y-X) dBまで減少する」といった表記を検討。

電波天文

1. 干渉計算

これまで作業班に提示した干渉計算に基づき、全国9ヶ所の天文台の干渉計算を実施。

<基本要件>

UWB レーダ EIRP 許容値 (ITU-R TG1/8)	-91.3 dBm/MHz (100SRR/km ² , スペクル線観測)	連続波観測は、 -109 dBm/MHz
UWB レーダ輻射	-41.3 dBm/MHz	
必要な離隔①	50.0 dB	連続波観測は、67.7 dB

<干渉緩和要素>

レーダ稼働率 (ITU-R TG1/8)	3.0 dB	
バンパー損失	3.0 dB	
SRR アンテナ指向性	6.0 dB	第3回作業班資料
拡散損失	7.0 dB	第2回作業班資料
走行車両の密度 (全国平均) (100SRR/km ² → 10cars/km ² × 4SRR/car)	4.0 dB	第4回作業班資料
普及率 1%	20.0 dB	
回折損失 (野辺山 9km の離隔半径)	76.5 dB	第3回作業班資料
合計②	119.5 dB	
必要な離隔とのマージン②-①	69.5 dB	連続波観測は、51.8 dB

<各天文台の離隔半径 (推進側の提案) >

天文台	都道府県	北緯	東経	標高	離隔半径
野辺山	長野	35° 56' 41"	138° 28' 23"	1350 m	9.0 km
水沢	岩手	39° 08' 01"	141° 07' 57"	76 m	15.0 km
入来	鹿児島	31° 44' 52"	130° 26' 24"	542 m	15.0 km
小笠原	東京	27° 05' 31"	142° 13' 00"	223 m	15.0 km
石垣島	沖縄	24° 24' 44"	124° 10' 16"	39 m	5.5 km
鹿島	茨城	35° 57' 06"	140° 39' 36"	44 m	15.0 km
苫小牧	北海道	42° 40' 25"	141° 35' 49"	36 m	8.5 km
岐阜大学	岐阜	35° 28' 03"	136° 44' 22"	13 m	20.0 km
鹿児島大学	鹿児島	31° 28' 04"	130° 30' 18"	24 m	15.0 km

2. 引き続き協議が必要な項目

- ・ 近田先生より欧州の離隔半径計算の詳細を見たいという要望があり、SARA を通じて調査したが、公開されていないため入手不可と判明、その旨を回答。
- ・ 推進側より野辺山以外の各天文台について同様の干渉検討により算出した離隔半径を提示、現在近田先生の方で野辺山分も含め内容を確認中。

3. 今後の進捗予定

- ・ 10月中旬：干渉計算方法および各天文台の離隔半径の最終確認、他
- ・ 11月：合意案作成完了

地球探査衛星

1. 干渉計算

ITU-R TG1/8 の干渉検討に基づき、GCOM-W 衛星（2012 年打上げ予定）に搭載予定の放射計 AMSR-2 のパラメータ（5/23 の第 4 回作業班で JAXA より提示）で干渉検討を行った。

<干渉条件>

- ・ 24GHz 帯 UWB レーダから受動業務帯（23.6～24.0GHz）への干渉を検討。
- ・ 基本条件：各アドホック会合で共通に使用する数値・数式を使用。
- ・ 伝搬モデル：直接波、1 次反射、2 次反射までを考慮。
- ・ 干渉緩和要素：拡散損失、偏波損失、回折損失、降雨減衰は含まず、大気減衰 1.7[dB]を考慮、Elevation マスク 25[dB]を使用。
- ・ 交通量密度（走行中の車両の密度）：東京都の交通流密度 149 台/km²を使用。

<干渉検討結果>

干渉検討の結果は下表のとおり。普及率 1%で受信許容電力が熱雑音レベル 1%の場合、負のマージンとなるが、それ以外は正のマージンとなる。

許容受信電力	普及率 (%)	干渉マージン [dB]
熱雑音レベルの 1%	0.1	3.2
	1.0	-6.8
熱雑音レベルの 5%	0.1	10.2
	1.0	0.2

※ 干渉緩和要素を考慮

<推進側が希望するその他の干渉緩和要素>

- ・ レーダ装着台数は 4 台としているが導入当初は高級車を除き 2 台が大半を占めると予測される。(2～3dB)
- ・ 東京都の交通流密度 149 台/km²を使用しているが、大都市以外の大半の地域では十分なマージンがある。大都市でもビルや道路の立体構造による更なる遮蔽も期待できる。(数 dB)
- ・ 普及予測については共通に使用する数値を 1%としているが、実際には低い数値で推移する可能性もある。(0～10dB)

2. 引き続き協議が必要な項目

- ・ 受信許容電力レベルの調整：JAXA は熱雑音レベルの 1%を主張、推進側は 5%を主張。
- ・ 26GHz 帯 UWB レーダ（長期的利用）と衛星間通信との干渉検討

3. 今後の進捗予定

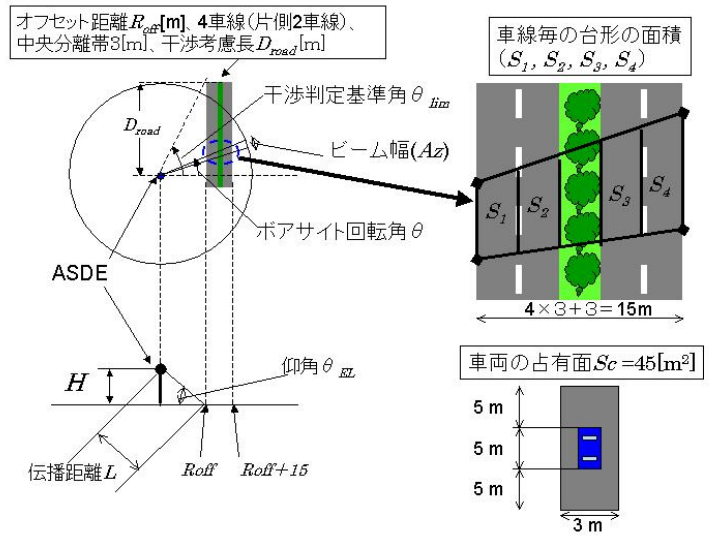
- ・ 10 月中旬：受信許容電力レベルの物理的評価、26GHz 帯の検討、他
- ・ 11 月：合意案作成完了

空港路面探知レーダ [ASDE]

1. 干渉計算

<干渉検討モデル>

ASDE (設置高 H) のボアサイト回転角 θ に応じて干渉源となる道路(長さ D_{road} 、オフセット R_{off} 、中央分離帯1車線、走行車線4車線)の有無を干渉判定基準角 θ_{lim} により判定する。 θ が基準角以内の場合に、各車線における干渉発生源の数を計算し、遮蔽効果を考慮した集合干渉量を推定する。ここで、車両四隅に搭載されているSRRのうち、ASDEに近い側面に設置された2式は、遠い側面に設置された2式よりも干渉電力がより高い、と仮定した。干渉計算は下記 I/N [dB] を算出し、各空港の地理的条件を考慮してパラメータ (H 、 R_{off} 、 D_{road}) を決定し、干渉閾値 (= -10 [dB]) と比較することで実施する。



$$\frac{I}{N} = (P_{rad}^{agg} + ADJ - A_{bump} + Discr_{rad} - FSL + Ga_{ASDE} - kTBF) - M$$

P_{rad}^{agg} : 集合干渉量、 ADJ : 集合干渉量補正 $10\log(120)$ 、 A_{bump} : バンパ損 3[dB]
 $Discr_{rad}$: SRR アンテナ垂直指向性損[dB]、 FSL : 伝搬損[dB]
 Ga_{ASDE} : ASDE アンテナ垂直指向性[dBi]、 $kTBF$: 熱雑音
 M : 干渉低減要素(稼働率、拡散損失)

<干渉検討結果>

二次元地図を用いて抽出した暫定パラメータにて計算した場合、すべての空港で干渉閾値を下回っている事がわかった。ただし、現在稼働中のASDEでは、下記のような問題が確認されている。

- ・ 成田: 乗り入れ高速道路が地上にあるため、虚像の誤探知が比較的少ない。
- ・ 羽田: ASDEの直下をトンネル構造の首都高速が横切っており、ASDEが虚像を誤探知するケースが多い。

2. 引き続き協議が必要な項目

本干渉計算の結果及び稼働中のASDEの状況等から、羽田を最悪ケースのモデルに設定し、首都高速の立体構造を考慮した干渉検討を進めることで合意。

3. 今後の進捗予定

- ・ 10月末: 干渉計算方法の最終確認、他
- ・ 11月末: 第1次合意案作成

固定衛星

1. 干渉計算

固定衛星業務に対しての干渉検討計算（直接波及び散乱波）を暫定的に実施。

項目		直接波	散乱波	条件、資料等
UWB レーダ出力	dBm/MHz	-41.3	←	-41.3 dBm/MHz
伝搬損失	dB	-211.2	←	36000km、27.5GHz
大気吸収損失	dB	-0.6	←	電波関連審査基準
散乱損失	dB	-	-24.3(※1)	1次反射+2次反射
車両台数（全国）	dB	79.0	←	7900万台、第3回作業班資料
普及率40%	dB	-4.0	←	2030年、ITU-R TG1/8
実効車両の比率	dB	-13.2(※1)	←	4.8%、第4回作業班資料
レーダ台数/車両	dB	6.0	←	4台/車両、ITU-R TG1/8
レーダ稼働率	dB	-3.0	←	50%、ITU-R TG1/8
バンパー損失	dB	-3.0	←	
レーダアンテナ指向性	dB	-6.0	0.0	第3回作業班資料
偏波面差	dB	-3.0	←	
FSS アンテナ利得	dB _i	37.9	←	
受信雑音指数	dB	-5.6	←	雑音温度=755K
干渉波算出	dBm	-199.2	-217.5	
直接波と間接波の合計	dBm	-199.1		
干渉しきい値	dBm	-178.0(※1)		ITU-R SA.1155
マージン	dB	21.1		

※1 推進側と被干渉側で合意に至っていないため、暫定パラメータで計算

※2 北海道からインド洋上空の衛星を見る場合等は仰角が30度以下になることもあるためレーダ放射の仰角30度以上の制限(サイドロープ値を-25dB以下)による要素は上表に含めていないが、低い仰角では10~20dB程度のサイドロープによる損失に加えて建物やガードレールによる遮蔽が期待できる。

2. 引き続き協議が必要な項目

- ・ 干渉しきい値について、ITU-R S. 1432-1で再計算。
- ・ その他の項目についても、被干渉側の助言に基づき再計算。(BBISSなどスポットビームの人口過密地域における実効車両数、散乱ゲインの根拠等)
- ・ Ka帯(22~29GHz)を用いる他の静止衛星についても干渉検討を行う。
- ・ 干渉検討時の狭帯域40kHz(音声のみ)も考慮。

3. 今後の進捗予定

- ・ 10月中旬：干渉計算方法及び上述の検討課題項目を引き続き協議、干渉計算に反映した後、内容の再確認
- ・ 11月：合意案作成完了