

情報通信審議会 情報通信技術分科会

UWB無線システム委員会報告

概要

**「準ミリ波帯を用いたUWBレーダシステムの技術的条件」(案)
について**

**平成21年11月24日
UWB無線システム委員会**

目次

1 検討の背景

2 審議経緯

3 審議結果の概要

第1章 UWBLレーダシステムの概要

第2章 諸外国における取り組み

第3章 UWBLレーダシステムの普及予測

第4章 他システムとの共用検討

第5章 UWBLレーダシステムの技術的条件

第6章 今後の検討課題

1 検討の背景

UWBレーダは30m程度の距離の対象物を3cm程度の精度で測距可能なことから、衝突防止用車載レーダ等への応用が可能であり、既存の60GHz・76GHz帯車載レーダと組み合わせることにより、安全・安心な道路交通環境の実現に寄与する。

○ 課題

極めて広帯域の周波数を、既存の無線システムの使用帯域に重畳して使用することから、多数の無線システムとの共用が必要。

○ 国際的動向

- ・ 米国: 2002年2月、FCC規則により制度化(22~29GHz帯)
- ・ 欧州: 2004年7月、EC規則により制度化(79GHz帯)
2005年1月、EC規則により制度化(24GHz帯)

- 電波の多重利用技術として期待
- 利用者のニーズ

情報通信審議会情報通信技術分科会UWB無線システム委員会において、審議スタート
(平成18年12月~)

【UWB無線システムの利用シーン】

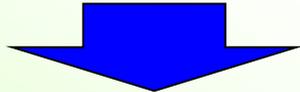
通信用途のUWB無線システム
(3.4~4.8GHz帯、7.25~10.25GHz帯)
・ワイヤレスUSB ・HDTVの映像伝送

平成18年8月制度化

衝突防止用車載レーダ
(22~29GHz帯)

今回の審議対象

2 審議経緯

H18.12.25	UWB無線システム委員会(第8回)においてUWBレーダシステムに関する審議スタート
H18.12.26	UWBレーダ作業班(第1回)においてUWBレーダシステムに関する審議スタート
H19. 3.26	UWB無線システム委員会(第9回)において、関係者からの意見陳述、作業班の中間報告
H19. 5.23	UWBレーダ作業班(第4回)において、既存の無線システム毎にアドホックグループを設置 〔この間、既存の無線システムごとにアドホックグループを開催し、関係者 の間で詳細検討を実施〕
H21. 9.10	UWBレーダ作業班(第12回)において、UWB無線システム委員会報告(案)とりまとめ
H21. 10.6	UWB無線システム委員会(第10回)において、UWB無線システム委員会報告(案)とりまとめ
H21. 10.9 ~H21.11.8	UWB無線システム委員会報告(案)について意見募集  意見募集を行った結果5件の意見提出があり、意見を踏まえつつメール審議を行い、委員会報告及び技術的条件(案)をとりまとめた

<審議体制>

UWB無線システム委員会の下に、検討の促進を図るため、UWBレーダ作業班を設置し検討を行った。さらに、既存無線システムごとにシステムグループを設け、個別の詳細な検討を行った。

UWBレーダ作業班の検討経緯(1)

これまで作業班を計12回開催した。第1回～第6回主な審議内容は以下のとおり

第1回(平成18年12月26日)

UWBレーダシステムの概要及び諸外国における検討状況等について、関係者及び事務局から紹介があった。

第2回(平成19年 1月31日)

UWBレーダシステムの基本性能、欧米における干渉検討の状況等について、関係者から紹介があった。

第3回(平成19年 3月22日)

準ミリ波帯UWBレーダシステムと既存無線システム(EESS、固定回線)との共用検討について議論を行った。

第4回(平成19年 5月23日)

準ミリ波帯UWBレーダシステムと既存無線システムとの共用検討について議論を行った。詳細な共用検討を行うため、個別の既存無線システム毎にアドホックグループを設置した。

第5回(平成19年10月 4日)

ITU-R及び欧州における干渉検討結果並びに各アドホックグループの検討状況について個別関係者より報告があり、議論を行った。

第6回(平成20年 3月11日)

各アドホックグループの検討状況について個別関係者より報告があり、議論を行った。

UWBレーダ作業班の検討経緯(2)

第7回～第12回主な審議内容は以下のとおり。

第7回(平成20年 9月26日)

諸外国におけるUWBレーダシステムの検討状況及び各アドホックグループの検討状況について個別関係者より報告があり議論を行い、CATV番組中継回線との共用について合意されたことが報告された。

第8回(平成20年12月19日)

各アドホックグループの検討状況について個別関係者より報告があり議論を行い、加入者系無線アクセスシステムと携帯電話エントランス回線との共用について合意されたことが報告された。

第9回(平成21年 2月 6日)

各アドホックグループの検討状況について個別関係者より報告があり、議論を行った。また、電力マスクに関するアドホック会合を今後開催する旨説明があった。

第10回(平成21年 4月21日)

各アドホックグループの検討状況について個別関係者より報告があり、議論を行った。電力マスクの検討を放送システムグループと集中的に進める旨、報告があった。

第11回(平成21年 7月10日)

電力マスクの検討状況について報告があり、議論を行った。許容普及率0.1%又は0.3%について議論を行った。

第12回(平成21年 9月10日)

電力マスクについて合意されたことが報告された。委員会報告(案)が報告され、議論を行った。

- UWB無線システムは、非常に広い帯域幅(超広帯域)にわたって電力を拡散させて利用することにより他の無線システムと共用を図る新たな技術として注目されている(図1-1)
- UWBレーダシステムは、超広帯域を利用することにより高精度な測位等を可能とし、その高精度の測位を自動車の安全技術に利用することで交通事故死亡者数の減少が期待されている
- 複数個(上級車8個、大衆車2個搭載を想定)のUWBレーダシステムを車両の周囲に配置することで車両の周囲の全方位を監視し、複数のアプリケーションに応用できることもUWBレーダシステムの利点である(図1-2)

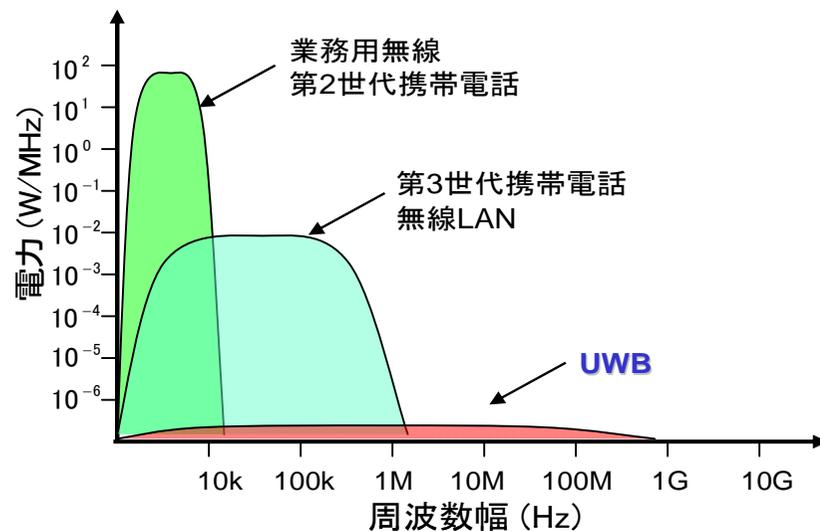


図1-1 UWB無線システムの周波数利用の概念

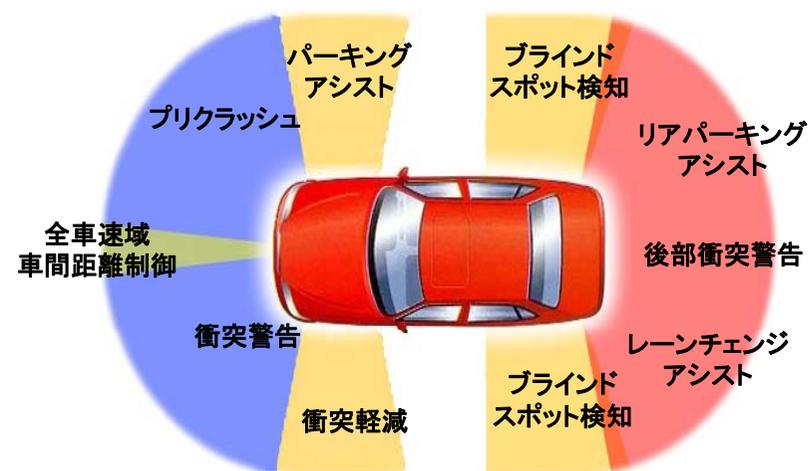


図1-2 UWBレーダシステムにより
実現可能なアプリケーション

UWBレーダシステムの概要(2)

UWBレーダシステムの特徴

- 超広帯域 (Ultra-Wide Band) の周波数帯を使用することで、高精度測距が可能
 例えば、数ナノ秒程度の短いパルス信号を拡散し、数十m程度の距離内の対象物を数cm程度の精度で測距可能な短距離レーダとして使用する。

- 帯域あたりの送信電力は低い

＜諸外国の例＞

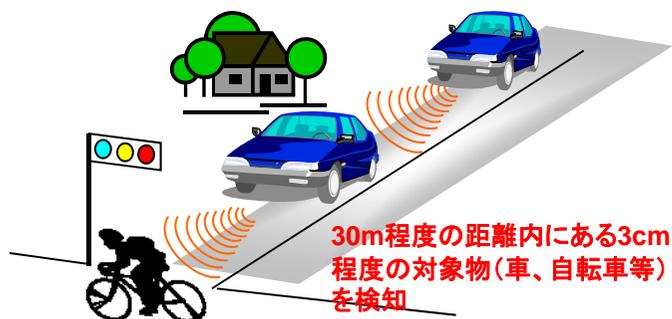
準ミリ波帯： e. i. r. p. (平均電力) は-41.3dBm/MHz以下 (= 75ナノワット/MHz以下) (米国・欧州)

ミリ波帯： e. i. r. p. (平均電力) は-3dBm/MHz以下 (= 0.5ミリワット/MHz以下) (欧州)

(既存の60GHz・76GHz帯車載レーダは、空中線電力10mW以下、空中線利得40dBi以下)

【UWBレーダシステムと60GHz帯、76GHz帯レーダとの比較】

	周波数	帯域幅	最大分解能	電力	空中線利得	測距可能な距離
UWBレーダシステム	22~29GHz	4750MHz以下	3cm程度	-41.3dBm/MHz	—	最大 30m 程度
60GHz帯レーダ	60~61GHz	500MHz以下	30cm程度	10mW	40dBi以下	最大 200m 程度
76GHz帯レーダ	76~77GHz	500MHz以下	30cm程度	10mW	40dBi以下	最大 200m 程度



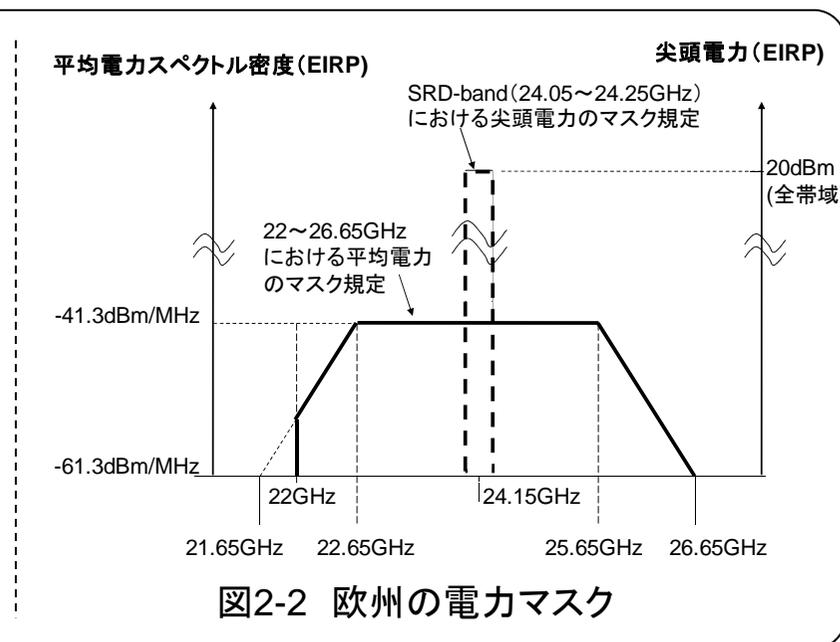
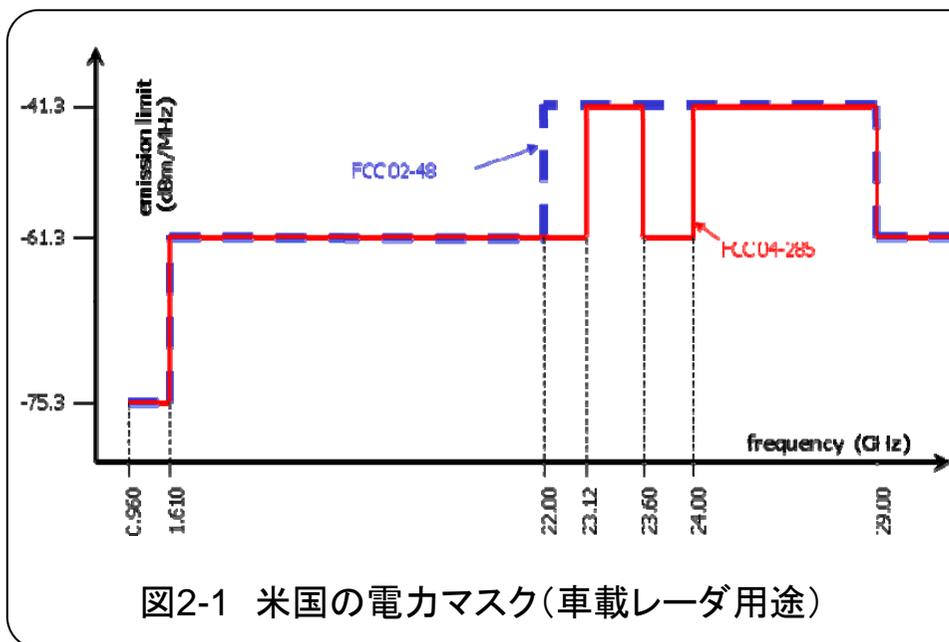
第2章 諸外国における取り組み

- 米国では、2002年2月、FCC02-48が採択され、車載用UWBレーダに対して22-29GHz帯の周波数が暫定的に開放された。その後、2004年12月、Part15 規定に対してFCC04-285が採択され、23.12-29GHz帯において恒久的に利用可能な車載レーダ(免許不要)として、新たなスペクトルマスクが追加された(図2-1)。
- 欧州では、2005年1月17日、ECC(Electronic Communications Committee)決議(2005/50/EC)により、2013年までの時限的措置(普及率7%制限)により24GHz帯UWBレーダの周波数割り当てを決定した(図2-2)。
26GHz帯UWBレーダの周波数割り当てについては、2010年3月に最終報告することとなっている。
- 2009年、全世界の約60ヶ国で準ミリ波帯UWBレーダシステムの利用が認められている。

	米 国		欧 州
周波数帯	22~29GHz	23.12~29GHz	22~26.65GHz
導入時期	2002年2月 (1st Report and Order)	2004年12月 (2nd Report and Order)	2005年1月
使用期限	なし	なし	2013年6月末迄 (2013年7月以降は79GHz帯に移行)
その他	○UWB無線局を規定するSubpart Fに規定 ○中心周波数及び最高出力周波数は、24.075GHzより大きくなければならない。	○一般の免許不要局を規定するSection 15.252に規定。	○搭載台数を全自動車数の7%以下 ○24GHz帯UWBレーダの搭載台数、79GHz帯UWBレーダ技術の進捗状況等について、2009年末までにレビュー

(参考) 欧米における制度化状況の比較

	米 国		欧 州
周波数帯	22~29GHz	23.12~29GHz	22~26.65GHz
電力 (e.i.r.p.)	平均電力 -41.3dBm/MHz 以下 尖頭電力 0dBm/50MHz 以下	平均電力 -41.3dBm/MHz 以下 尖頭電力 0dBm/50MHz 以下	平均電力 -41.3dBm/MHz 以下 (22GHz以下は-61.3dBm/MHz 以下) 尖頭電力 0dBm/50MHz 以下
発射禁止帯域 (23.6~24.0GHz) における放射制限	次の仰角以上の放射については、上記平均電力の制限値から段階的に低減させなければならない。 <2004年まで> 仰角38度以上: 25dB以上 <2005年以降> 仰角30度以上: 25dB以上 <2010年以降> 仰角30度以上: 30dB以上 <2014年以降> 仰角30度以上: 35dB以上	23.6~24GHz帯における電波発射は-61.3dBm/MHz以下。 仰角方向の電力値の低減に関する規定はない。	次の仰角以上の放射については、上記平均電力の制限値から段階的に低減させなければならない。 <2009年まで> 仰角30度以上: 25dB以上 <2010年以降> 仰角30度以上: 30dB以上



第3章 UWBLレーダシステムの普及予測

- 2010年から導入が開始されるとすると、導入初期は輸入車を中心に24GHz帯UWBLレーダシステム(22~24.25GHzを含むもの)の普及が進み、2016年には累積導入台数を8万台程度(自動車保有台数を分母にした普及率約0.1%)、2022年には26GHz帯UWBLレーダシステム(24.25~29GHzのもの)が普及し、累積導入台数を150万台程度(普及率約2%)と予測した(図3-1)
- 20年経過の2030年には、普及率25%~45%程度に到達すると予測した(図3-2)

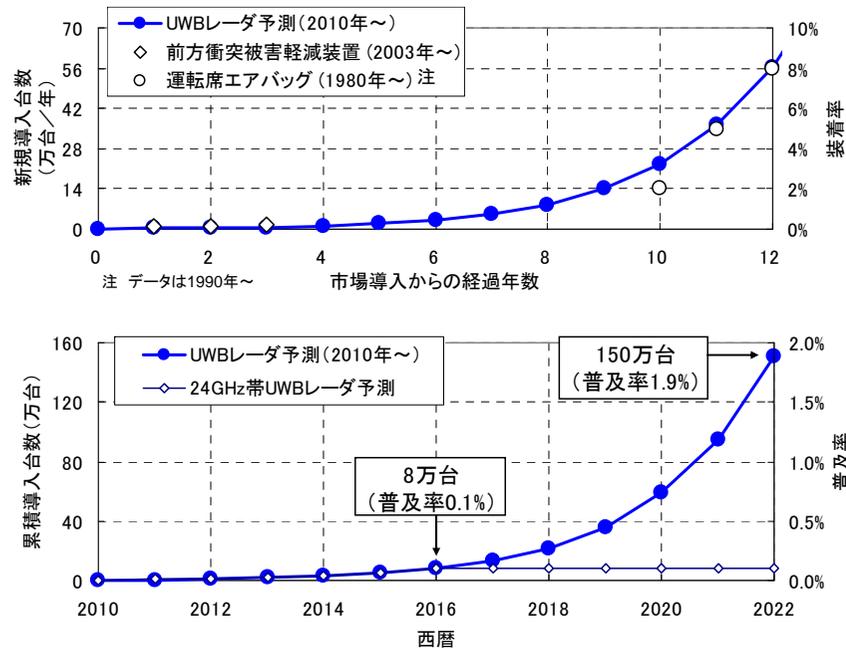


図3-1 導入初期の普及予測

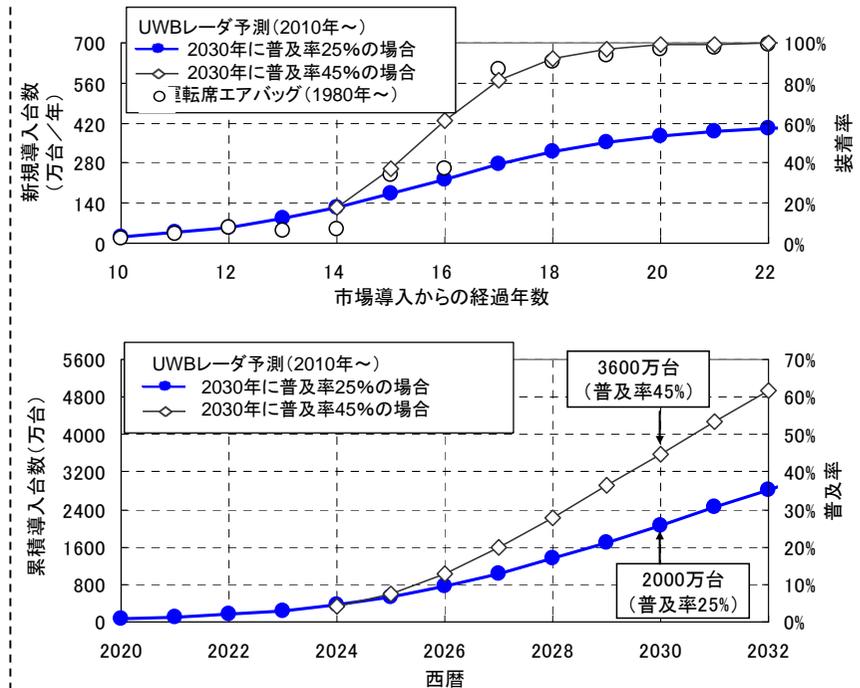


図3-2 中長期の普及予測

第4章 他の無線システムとの共用検討(1)

利用する周波数帯

I 24GHz帯を含む暫定的利用 (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
- 具体的な時限については、普及率等を勘案して検討
- 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度以上放射電力を最大許容値に対して-25dB以下）

II 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を検討

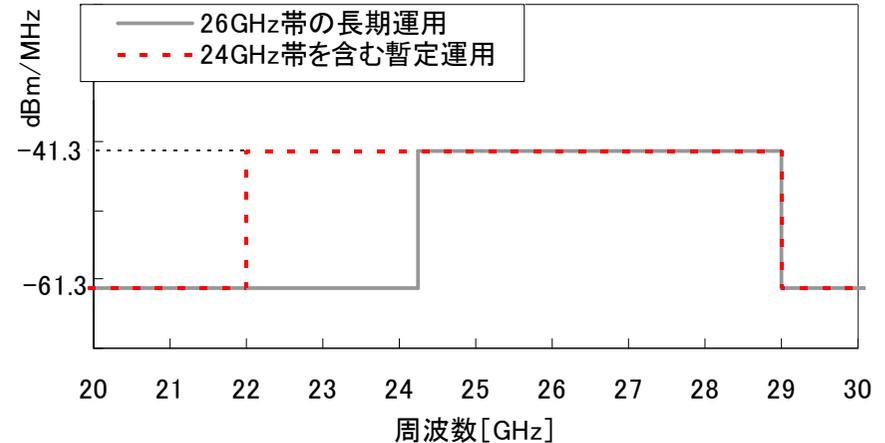


図4-1 UWBLレーダシステムの電力マスク

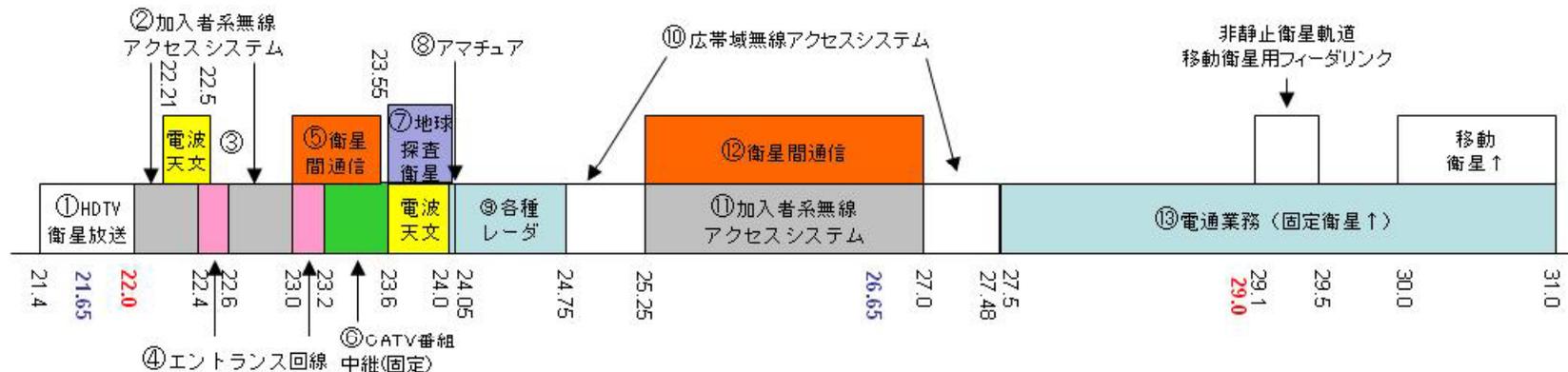


図4-2 22-29GHzの周波数の利用状況

第4章 他の無線システムとの共用検討(2)

I 22.0GHz ~ 24.25GHz帯の共用検討結果要旨（普及率1%で検討）

検討対象無線システム	周波数帯	マージン	共通の共用条件
① 放送衛星	21.4~22.0 GHz	10.8 dB	電波天文との検討結果より普及率が0.1%を超える2016年を市場への新規導入の期限とする（時限的措置） 電波天文台付近での使用禁止エリアの設定
② 加入者系無線アクセスシステム	22~22.4 GHz 22.6~23.0 GHz	注1	
③ 電波天文 ^{注2}	22.21~22.5 GHz 23.6~24.0 GHz	+0.3 dB	
④ 携帯電話 エントランス回線	22.4~22.6GHz 23.0~23.2 GHz	+17.2 dB	
⑤ 衛星間通信 (Forward link)	23.0~23.55 GHz	+5.3 dB	
⑥ CATV番組中継	23.2~23.6 GHz	+1.0 dB	
⑦ 地球探査衛星	23.6~24.0 GHz	-8.8 ^{注3} ~ +3.3 dB	
⑧ アマチュア無線	24.0~24.05 GHz	+1.0 dB	
⑨ 各種レーダ	24.05~24.25 GHz	+4.0 dB	

注1 25.25~27GHz帯における加入者系無線アクセスの検討の範囲内として共用可能

注2 普及率が0.1%によって得られる10dBの追加マージンによって合意

注3 東京都の中心部に2階建てを超えるビルが存在せず、渋滞によるレーダ稼働率低下も考慮されない非常に極端なシナリオを想定した場合（ビル遮蔽効果なし、レーダ稼働率50%）普及率が0.1%では、+1.2dBのプラスマージンとなる

結論

新規導入は2016年まで/普及率0.1%以下で共用可能

第4章 他の無線システムとの共用検討(3)

Ⅱ 24.25GHz ~ 29.0GHz帯の干渉検討結果要旨（普及率40%で検討）

既存無線システム		周波数帯	マージン	共通の共用条件
⑨	空港面探知レーダ	24.25~24.75 GHz	+6.3 dB	加入者系無線アクセスシステムの検討結果より普及率が7% ^{注1} を超える2025年（普及予測より）から3年余裕をみた2022年に干渉緩和対策が必要
⑩	準ミリ波帯広帯域無線アクセス	24.75~25.25 GHz	-4.3 ^{注2} ~ +7.7 dB	
		27.0~27.5 GHz	-3.4 ^{注2} ~ +8.6 dB	
⑪	加入者系無線アクセスシステム	25.25~27.0 GHz	-6.9 ^{注2} ~ +9.8 dB	
⑫	衛星間通信 (Return link)	25.25~27.0 GHz	+3.1 dB	
⑬固定衛星	対衛星	27.0~31.0 GHz	+13.3 dB	
	対地球局	27.5 GHz	+4.3 dB ^{注2}	

注1 干渉緩和要素（レーダ稼働率、拡散損失、路上スプレー損失等）を考慮しない場合、

加入者系無線アクセスシステムの加入者局の干渉検討結果は-6.9dBのマージンで許容普及率8.1%に相当

注2 暫定値（将来再検討予定）

結論

普及率7%以下で共用可能

第4章 他の無線システムとの共用検討(4)

(電波天文業務との共用検討の詳細)

電波天文

- 表4-1の検討結果に対して**普及率0.1%**によって得られる10dBの追加マージンによって共用可能
- 表4-2に示す離隔半径の内側では、UWBレーダシステムの電波を自動停止する機能が必要

表4-1 23.8GHz帯連続波観測の干渉検討結果

周波数		23.8 GHz
干渉しきい値		-191 dBm/MHz
UWBレーダシステム集合干渉電力 ^{注1}		-127.4 dBm/MHz
必要な離隔		63.6 dB
干渉緩和要素	レーダ稼働率	3.0 dB
	バンパー損失	3.0 dB
	拡散損失	7.0 dB
	レーダアンテナ指向性	6.0 dB
	普及率1%	20.0 dB
	離隔による損失 ^{注2}	24.9 dB
	合計	63.9 dB
マージン最悪値 (苦小牧)		0.3 dB

注1 30m~500km、自由空間、レーダ40個/km²

注2 苦小牧17kmの離隔半径の場合

普及率0.1%とすることで+10dBマージン追加

10.3dBのマージン

表4-2 各天文台の離隔半径

天文台	離隔半径
1 野辺山	8.0 km
2 水沢	14.0 km
3 入来	11.0 km
4 小笠原	1.0 km
5 石垣島	2.0 km
6 鹿島	15.0 km
7 苦小牧	17.0 km
8 岐阜大学	13.0 km
9 鹿児島大学	5.0 km
10 国土地理院	20.0 km
11 臼田	6.0 km
12 山口大学	3.0 km
13 日立局	20.0 km
14 高萩局	20.0 km
15 内之浦	20.0 km

第4章 他の無線システムとの共用検討(5)

(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との共用検討の詳細)

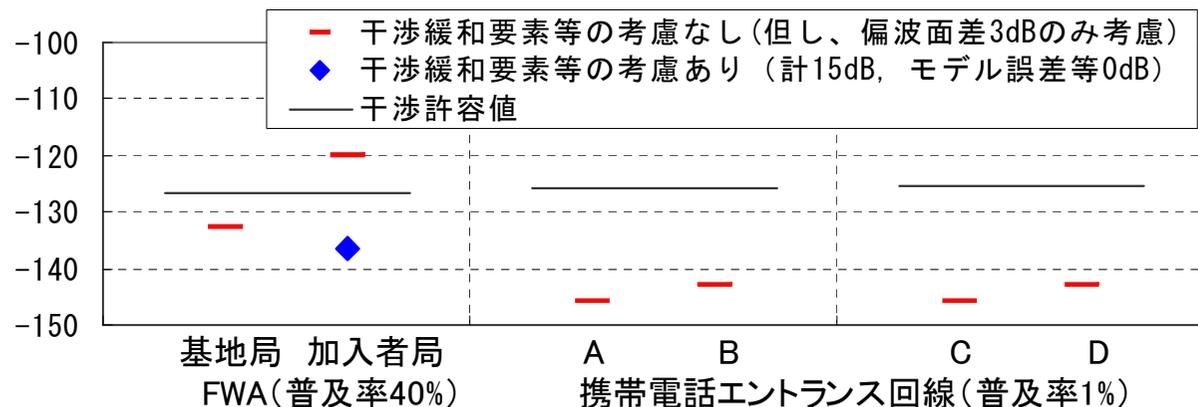
加入者系無線アクセスシステム／携帯電話エントランス回線

加入者系無線アクセスシステム (FWA: Fixed Wireless Access、22GHz/26GHz)

基地局と加入者局に分けて検討、加入者局は干渉緩和要素等を考慮しなければマージンを確保できないので、**普及率7%**を超えると予測される2025年から3年余裕をみた2022年に干渉緩和対策を導入

携帯電話エントランス回線 (23GHz)

アンテナ利得とアンテナ高の4通りの組合せModel A～Dを検討、普及率1%以下を想定しているのでA～Dの全てのモデルでマージンを確保



マージン最悪値: FWA加入者の-6.9dB (許容普及率8.1%に相当)

レーダ稼働率	0～ 3.0dB
偏波面差 ^注	3.0dB
拡散損失	0～ 7.0dB
路上スプレー減衰	0～ 2.0dB
モデル誤差等	-4.7～ 0.0dB
合計	-1.7～15.0dB

注 水平偏波または垂直偏波のどちらかに若干偏る懸念があるため将来普及が進んだ段階で状況確認要

図4-3 複数台レーダによる干渉検討結果

第5章 UWBレーダシステムの技術的条件

5-1 一般的条件

項目	条件	
使用周波数帯	22.00～24.25GHz	新規導入は2016年までとする
	24.25～29.00GHz	2022年以降干渉緩和対策導入
空中線電力	平均電力	-41.3dBm/MHz
	尖頭電力	0dBm/50MHz
空中線利得	0dBi以下	ただし、空中線電力の許容値からの低下分を、20dBiを超えない範囲の空中線利得で補うことができる。
混信防止	電波天文台付近の離隔距離の内側	ナビゲーションシステムからの電波発射許可信号を受信しない場合は電波を発射しない
	仰角30度で25dB低下	地球探査衛星からの観測業務保護のため
用途制限	車載に限定	

5-2 無線設備の技術的条件

項目	条件		
占有周波数帯幅	4.75GHz以下	長期運用の使用周波数帯24.25～29.0GHzの幅	
不要発射の強度の許容値 ^注	周波数(MHz)	尖頭電力	(時間的な平均電力)
	36625未満	-54dBm/MHz以下	(-61.3dBm/MHz以下)
	36625以上	-44dBm/MHz以下	(-51.3dBm/MHz以下)

注 給電点での測定値

第6章 今後の検討課題

6-1 継続検討課題

22～ 24.25GHz の周波数帯	<ul style="list-style-type: none">電波天文及び地球探査衛星との共用検討において許容普及率が0.1%以下とされたため、導入台数を継続的に把握する必要がある。普及率0.1%以下とするため、自主管理グループ（日本自動車輸入組合を中心とし、国内自動車メーカーも参加する）を設立し、システム導入当初から同グループによる台数管理を確実に実施。
24.25～ 29GHz の周波数帯	<ul style="list-style-type: none">加入者系無線アクセスシステム等との共用検討において許容普及率7%以下であるため、普及率が7%を超える前（2022年目処）に干渉緩和対策が必要具体的な干渉緩和対策方法については2018年を目処に確定する予定 <p><u>干渉緩和対策方法を協議する際の議題（案）</u></p> <ol style="list-style-type: none">①実際の状況の確認：実際の普及実績に基づく普及予測を修正等②干渉緩和要素（レーダ稼働率、拡散損失、路上スプレー減衰）の再検討③干渉緩和の対策案：干渉緩和技術を導入、79GHz帯への移行

6-2 新規被干渉システムや不測の事態への対応

- 将来、被干渉システムの運用条件が変更された場合や新規被干渉システムが出現した場合、迅速に干渉検討を実施して適切な対策を講じる
- 干渉検討時に予想されなかった干渉が発生した場合、自主管理グループが中心となって必要に応じて関係者の協力を得つつ、問題の解決にあたる