

5GHz帯無線アクセスシステム委員会 作業班検討結果報告

平成18年11月13日
情報通信審議会 情報通信技術分科会
5GHz帯無線アクセスシステム委員会
作業班主任 若尾 正義

審議事項及び審議経過

審議事項

諮問第2014号

「5GHz帯の無線アクセスシステムの技術的条件」のうち「高速無線LANの技術的条件」

審議経過

第5回委員会(平成18年4月21日)

第12回作業班(平成18年5月9日)

- ・検討の進め方、運営方針及び検討スケジュール等について確認
- ・高速無線LANの技術的条件について検討

第6回委員会(平成18年5月23日)

第13回作業班(平成18年6月7日)

- ・外部関係者から聴取した意見を踏まえ検討することを決定
- ・高速無線LANの技術的条件について検討

第14回作業班(平成18年10月4日)

- ・高速無線LANの技術的条件及び作業班報告(案)について検討

第15回作業班(平成18年11月6日)

- ・作業班検討結果報告について取りまとめ

・アドホック会合(計3回)、
メール審議を実施

第7回委員会(平成18年11月13日)

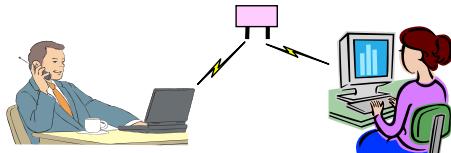
(パブリック・コメント募集)



第8回委員会(平成18年12月中) 1

高速無線LANの利用シーン

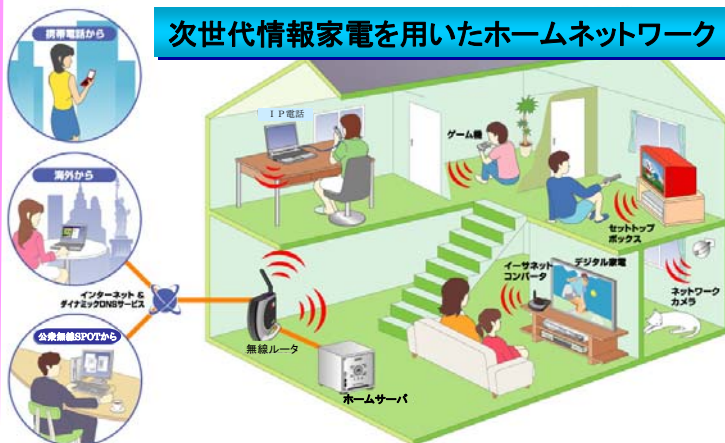
家庭内・オフィス内LAN



デジタル・ディバイド対策



次世代情報家電を用いたホームネットワーク

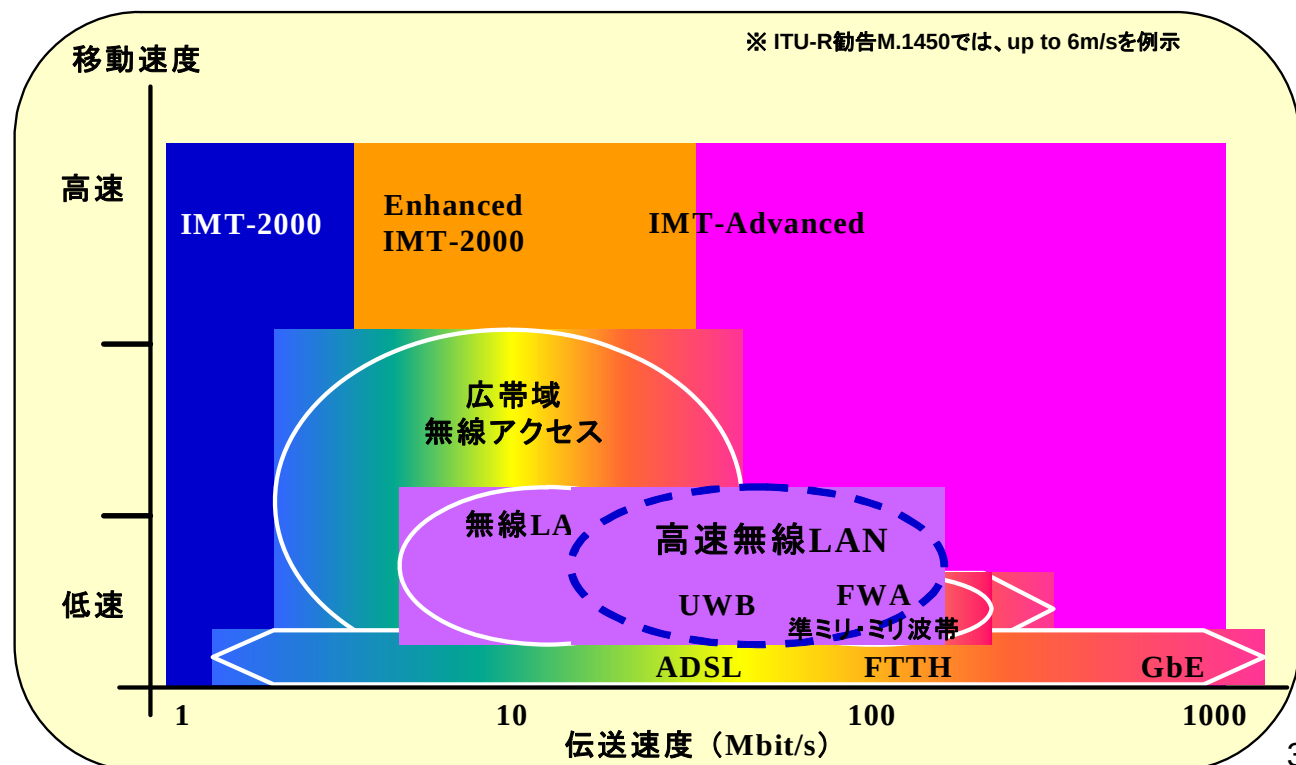


公衆無線LANスポット



高速無線LANの位置付け

現在の無線LAN（最大伝送速度54Mbps）を高度化することにより、100Mbps以上の伝送速度を低機動性環境下※で提供するシステム



高速無線LANの需要予測

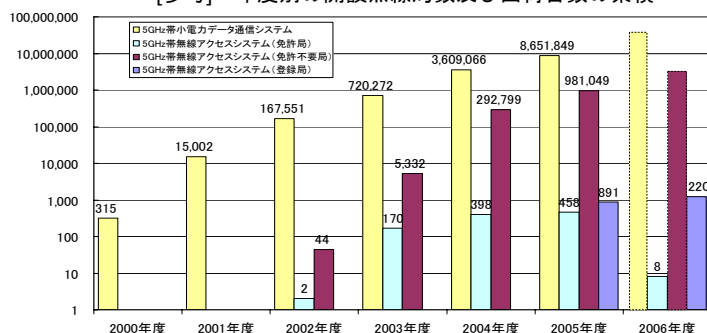
現在	5年後(2010年)	10年後(2015年)
デジタルTV	デジタルTV 普及台数: 5400万台 無線化率: 10%	デジタルTV 普及台数: 1億台 無線化率: 50%
DVD/HDD	DVD/HDD(注) 普及台数: 4900万台 無線化率: 10%	普及台数: 1.3億台 無線化率: 50%
STB	STB 普及台数: 2000万台 無線化率: 10%	DVD/HDD(注) STB
		サーバ
NW機能付ゲーム機	NW機能付ゲーム機 普及台数: 3000万台 無線化率: 100%	NW機能付ゲーム機
PC	PC(注) 普及台数: 1億台 無線化率: 50%	PC(注) 普及台数: 1.5億台 無線化率: 100%

(注) デジタル放送対応チューナー搭載のものを含む

JEITA/AV主要品目世界需要予測」、アドバンスト・マネジメント「Media Fusion Report 2005」等から推計

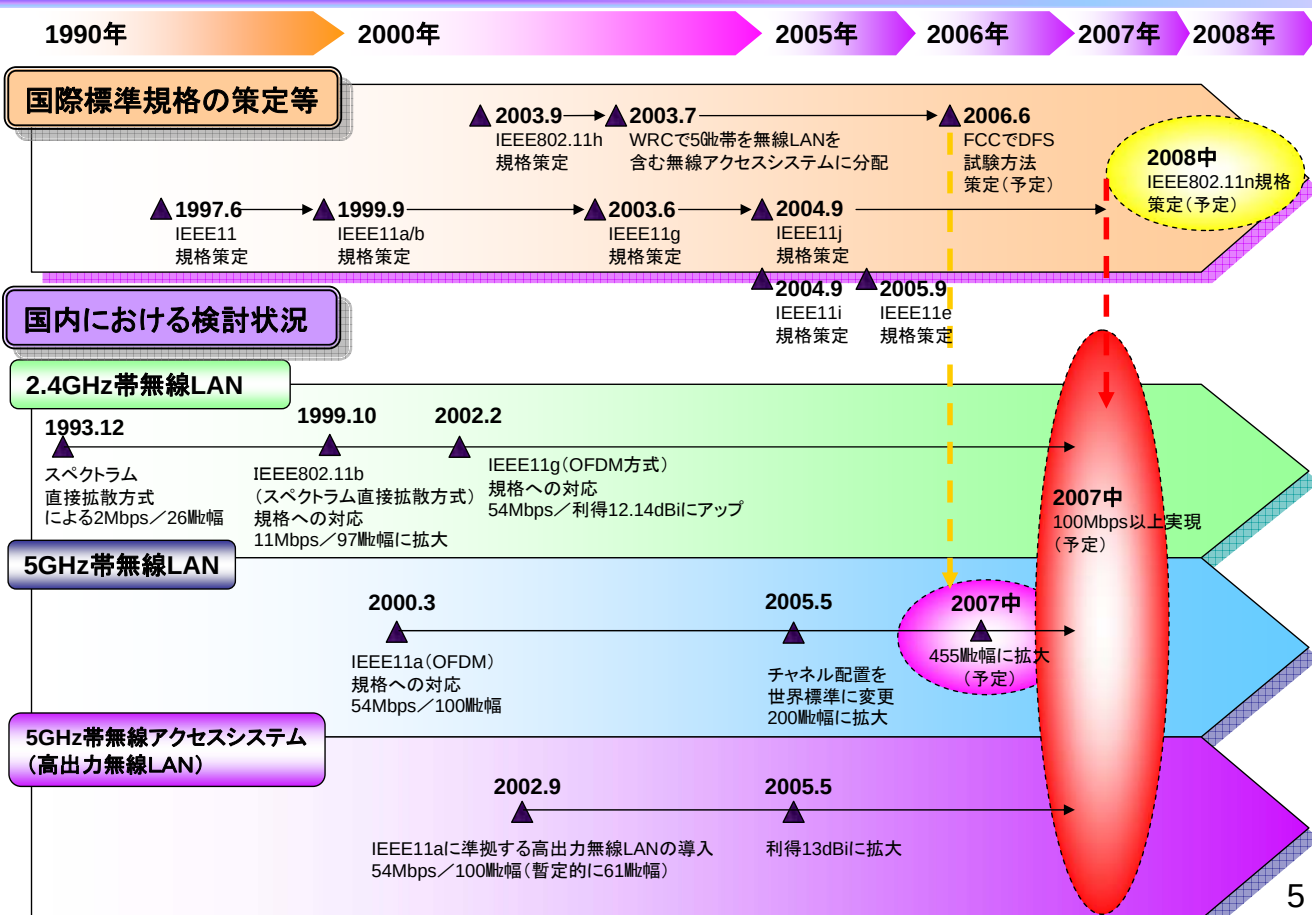
2010年時点・・・6,530万台
2015年時点・・・2億6,500万台

[参考] 年度別の開設無線局数及び出荷台数の累積

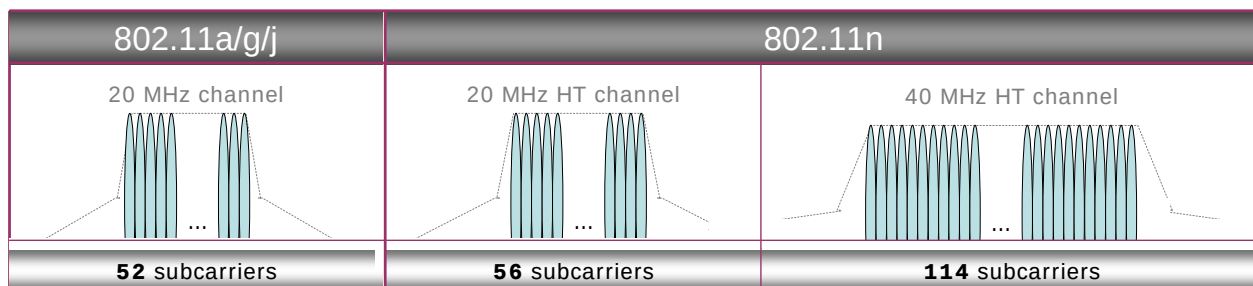


平成18年度電波の利用状況調査結果より

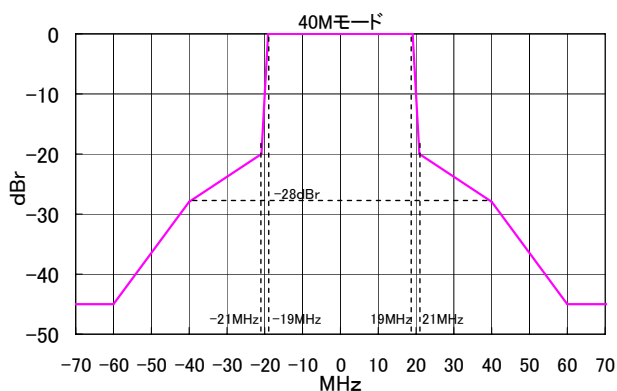
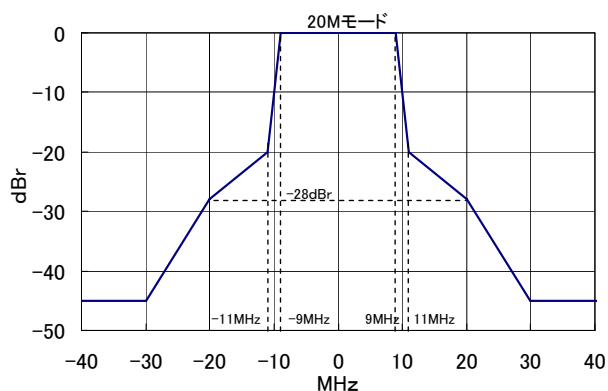
国内外における無線LAN等の高速化の検討状況



OFDM方式の特徴

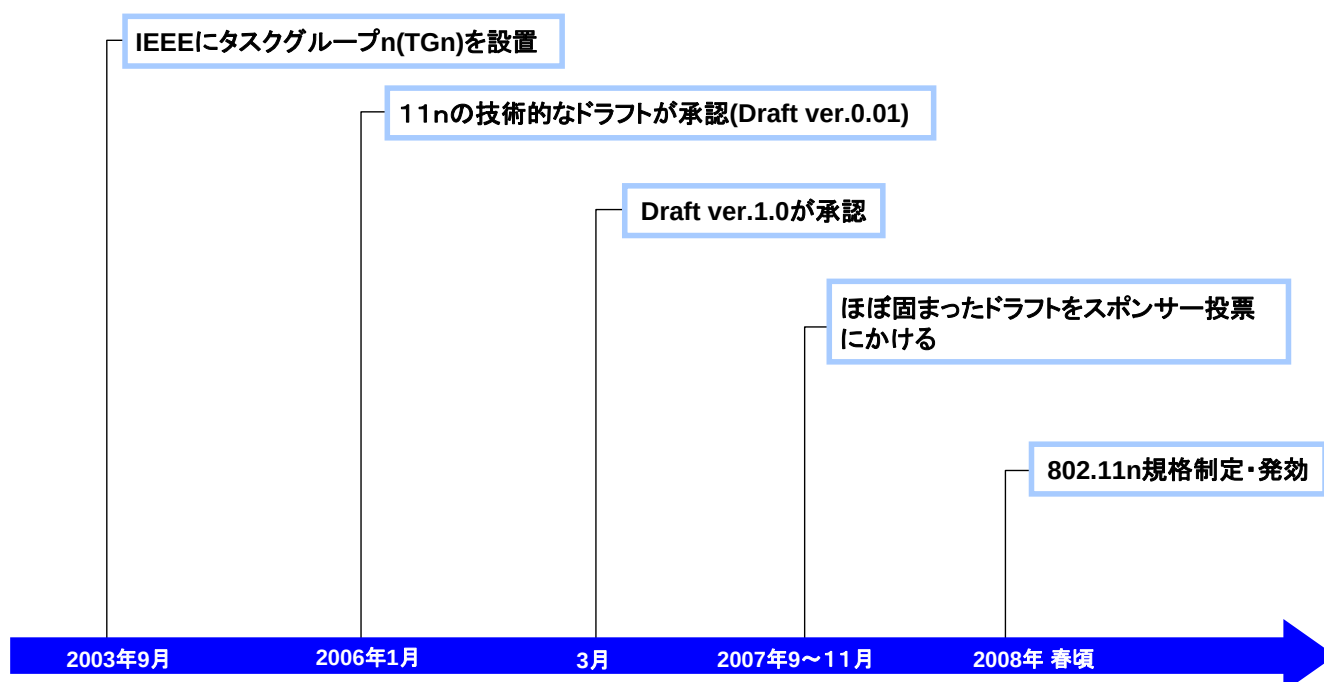


周波数チャンネル当たりのスペクトラムマスク

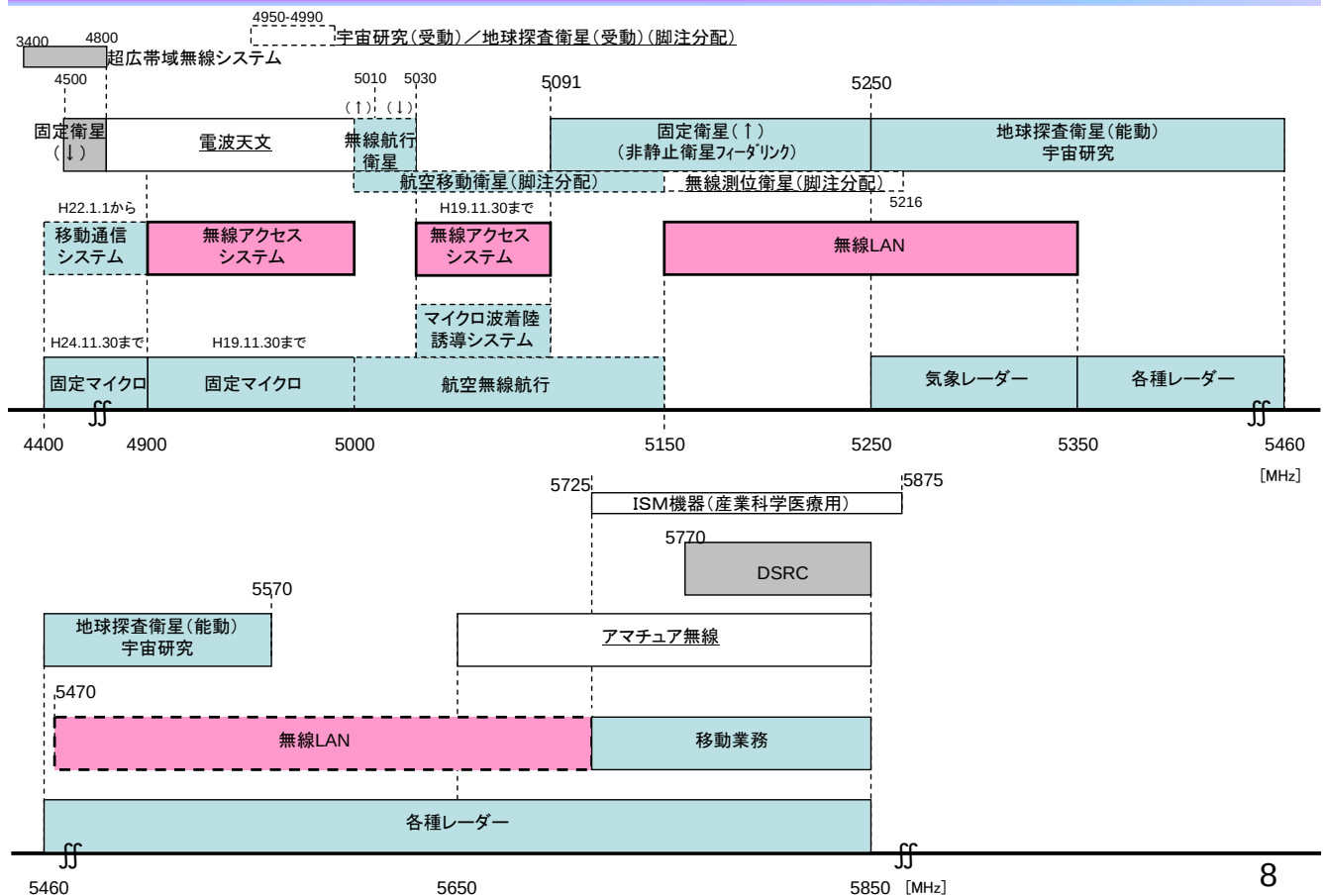


6

IEEEにおける高速無線LAN（802.11n）の標準化動向



わが国における5GHz帯の周波数利用状況



8

主な検討課題

- ① 40MHzシステムと既存無線LANとの周波数共用
- ② 40MHzシステムと固定マイクロ通信システムとの周波数共用
- ③ 40MHzシステムと非静止衛星フィーダリンクとの周波数共用
- ④ 40MHzシステムと気象レーダーとの周波数共用
- ⑤ 5.3GHz帯システムの高速移動時の気象レーダーへの影響
- ⑥ 40MHzシステムと地球探査衛星との周波数共用

現行の共用条件を踏まえて検討 ※1

※1 平成11年度電気通信技術審議会答申(諮問第99号「5GHz帯の周波数を利用する広帯域移動7GHzシステムの技術的条件」平成11年9月)
平成12年度電気通信技術審議会答申(諮問第108号「5GHz帯の無線7GHzシステムの技術的条件」平成12年10月)
平成14年度情報通信審議会答申(諮問第2004号「5GHz帯無線7GHzシステムの技術的条件」平成14年5月)
平成16年度情報通信審議会答申(諮問第2014号「5GHz帯の無線7GHzシステムの技術的条件」のうち「占有周波数帯幅20MHz以下の小電力データ通信システムの技術的条件」平成16年11月)

無線LANシステム	同一周波数帯を使用する他の無線システム	隣接周波数帯を使用する他の無線システム
4.9GHz帯システム (4900~5000MHz)	固定 [固定マイクロ通信システム] (4900~5000MHz) [H19.11まで]	固定 [固定マイクロ通信システム] (4400~4900MHz) [H24.11まで] 移動業務 [第4世代移動通信システム予定] (4400~4900MHz) [H22.1から]
5.03GHz帯システム (5030~5091MHz)	航空無線航行 [MLS予定] (5030~5091MHz)	無線航行衛星 [衛星測位システム予定] (5000~5030MHz) 航空無線航行 [MLS予定] (5030~5091MHz)
5.2GHz帯システム (5150~5250MHz)	固定衛星 [非静止衛星フィーダリンク] (5091~5150MHz)	航空無線航行 [MLS予定] (5030~5091MHz) 無線標準 [気象レーダー] (5250~5350MHz)
5.3GHz帯システム (5250~5350MHz)	無線標準 [気象レーダー] (5250~5350MHz) 地球探査衛星 [合成開口レーダー等] (5250~5350MHz)	無線標準 [各種レーダー] (5250~5850MHz) 地球探査衛星 [合成開口レーダー等] (5350~5570MHz)
5.6GHz帯システム (5470~5725MHz)	地球探査衛星 [合成開口レーダー等] (5250~5570MHz) 無線標準 [各種レーダー] (5350~5850MHz) アマチュア (5650~5850MHz)	無線標準 [各種レーダー] (5350~5850MHz) アマチュア (5650~5850MHz)

9

主な検討課題① 40MHzシステムと既存無線LANとの周波数共用

検討課題

- チャンネル間隔の異なるシステムの混在
- 指向性の異なる空中線を有するシステムの混在
- 変調方式、接続方式等異なるシステムの混在

共用条件

- キャリアセンス機能を義務化
 - ◆ 停波する最大電界強度を規定
 - ◆ 送信しようとする全帯域をキャリアセンスすること
- 1W e.i.r.p.以下
 - 機器設計の柔軟性を確保するため、厳密な共用基準を設定するよりは、運用調整で対処することが適当
- 1W e.i.r.p.を超える場合
 - ◆ キャリアセンスレベル、主輻射の角度幅を制限することが適当

キャリアセンスレベル・主輻射の角度幅

	1W e.i.r.p.以下の場合	1W e.i.r.p.を超える場合
停波する最大電界強度 (E) ※1 空中線前方における電界強度をいう。	$E = 100 [mV/m]$	$E = 100 \sqrt{\frac{1}{G_t}} \times \sqrt{\frac{0.16}{P_t [W] \times \frac{20}{n}}} [mV/m]$ ※1 G_t は、空中線の絶対利得の真値 ※2 P_t は、空中線電力[W] ※3 n は、20
主輻射の角度の幅 (θ)	最大等価等方輻射電力内において任意	$\theta = \frac{360}{A} [deg]$ $A = \frac{G_t \times P_t [W]}{0.25}$ ※1 G_t は、空中線の絶対利得の真値 ※2 P_t は、空中線電力[W] ※3 n は、20

10

他の無線システムとの周波数共用条件①

主な検討課題② 40MHzシステムと固定マイクロ通信システムとの周波数共用

検討課題

- 帯域外発射領域における不要発射の強度の許容値

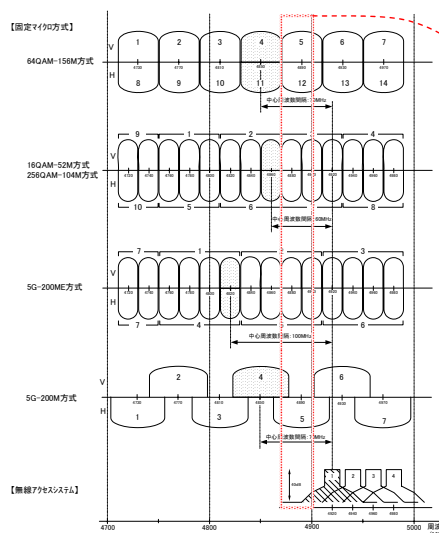
検討の前提

- 固定マイクロ通信システムとの干渉評価においては、以下の条件を適用
 - ◆ 許容干渉レベル: kTBF-10dB
 - ◆ 伝搬モデル: 自由空間伝搬
 - ◆ 遮蔽モデル: 地形による回折のみを考慮

固定マイクロ通信システムの概要

方式	5G-150MD (5G-HQ-156M) 方式	5G-150M (5G-H-52M) 方式	5G-200ME方式
周波数帯	4400-5000MHz	4400-5000MHz	4400-5000MHz
伝送容量 (無線装置 置当り)	156Mbps	156Mbps (52Mbps × 3)	200Mbps (100Mbps × 2)
無線装置 数	13+1 (予備)	9+1 (予備)	7+1 (予備)
ルート容量 (52Mbps 換算)	52Mbps × 39	52Mbps × 25	100Mbps × 12
変調方式	64値直交振幅変調	16値直交振幅変調	16値直交振幅変調
送信出力	26dBm/32dBm	19dBm/25dBm/31dBm (37dBm以下 ライミキヤリ)	19dBm/25dBm (47dBm以下 ライミキヤリ)
雑音指数	5.0dB以下 [kTBF=-108.8dBm/MHz]	5.0dB以下 [kTBF=-108.8dBm/MHz]	4.2dB以下 [kTBF=-109.6dBm/MHz]
中継距離	50km(標準値)	50km(標準値)	50km(標準値)
導入開始	平成11年	平成2年	平成元年

周波数チャンネル配列



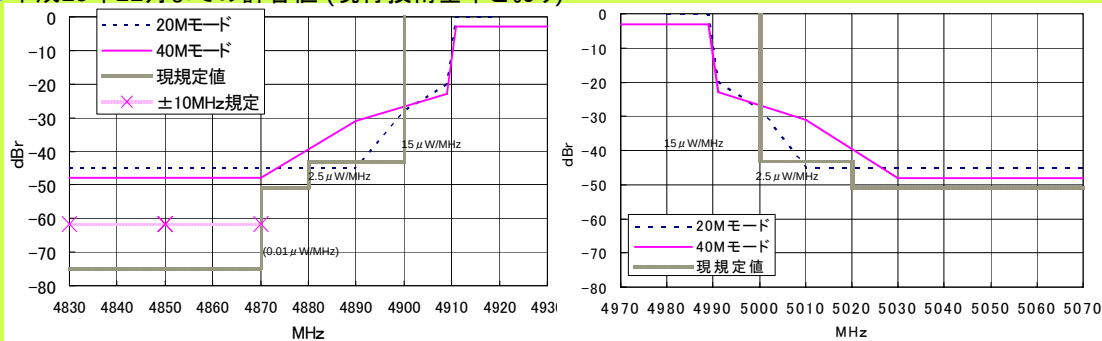
平成19年12月以降、固定マイクロ通信システムの機能上、4870-4880MHzがその受信帯域外となることが想定

他の無線システムとの周波数共用条件②

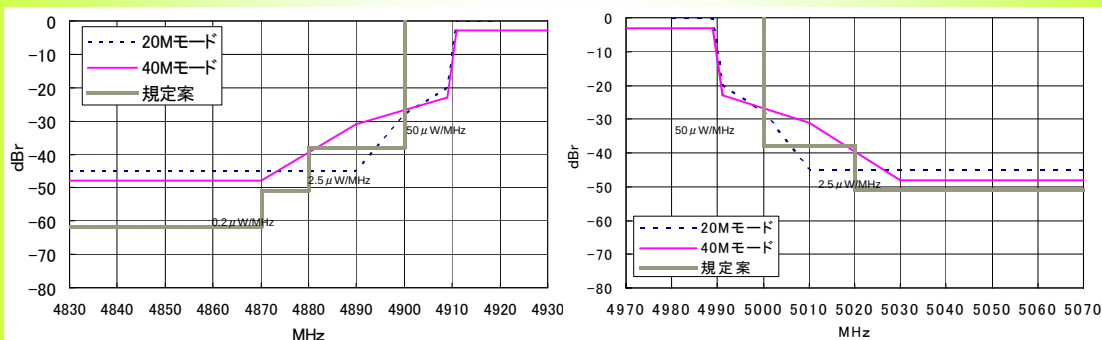
主な検討課題② 40MHzシステムと固定マイクロ通信システムとの周波数共用

共用条件

- 帯域外発射領域における不要発射の強度を規定
- ◆ 平成19年11月までの許容値 (現行技術基準どおり)



- ◆ 平成19年12月以降の許容値 (現行技術基準を緩和)



12

他の無線システムとの周波数共用条件③

主な検討課題③ 40MHzシステムと非静止衛星フィーダーリンクとの周波数共用

検討課題

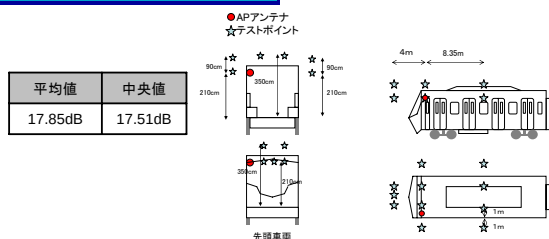
- 高速移動体の車両の遮蔽効果 (建造物の遮蔽効果と同等かどうか)



検討の前提

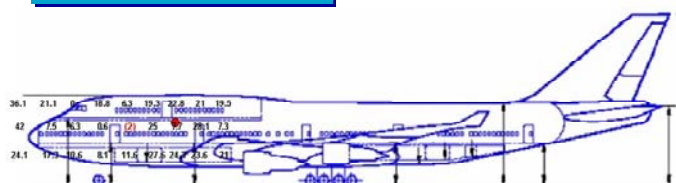
- 周波数の使用条件 (屋内使用限定) を踏まえ、列車車両、航空機機体による遮蔽効果を実測により調査
- ◆ 列車: つくばエクスプレス
- ◆ 航空機: B747型機、B787型機

つくばエクスプレス車両の減衰効果



Tx~Rx間距離	Tx高さ	ドア側 (dB平均値)	奥側 (dB平均値)	ドア側 (dB中央値)	奥側 (dB中央値)
0m	3.5m	36.59	31.84	36.65	31.16
	3m	18.71	18.40	18.42	18.34
	2.1m	17.07	21.18	17.01	21.28
8.35m	3.5m	17.37	11.97	16.37	11.31
	3m	12.84	16.47	14.05	16.26
	2.1m	2.93	4.94	2.79	4.71
-4m	3.5m	18.55	18.74	17.33	17.62
	2.1m	16.31	19.36	15.97	18.43
	2.1m	22.57	15.51	22.26	15.23

B747型機/B747型機体の遮蔽効果



B747-400型機体の平均減衰量

	平均	中央値
All 27 data points	17.3 dB	19.3 dB
At Window level	13.6 dB	7.5 dB
Above window level	18.3 dB	19.5 dB
Below window level	18.7 dB	21.0 dB

B787型機体の減衰量

	減衰量
機体 (カーボン繊維複合材)	60dB
窓 (導電コーティング付き)	380MHz~10.6GHzの周波数に対し25~50dB

13

他の無線システムとの周波数共用条件④

主な検討課題③ 40MHzシステムと非静止衛星フィーダーリンクとの周波数共用

共用条件

- 5150-5350MHzの周波数の使用は、現行の技術基準に従い屋内に限定
 - ◆ 5150-5250MHzでは、建物等による平均遮蔽損失が13dB以上必要(平成11年度電気通信審議会答申)
 - ◆ 5250-5350MHzでは、建物等による平均遮蔽損失が17dB以上必要(平成16年度情報通信審議会答申)
 - ◆ ただし、上記遮蔽損失量をもって、屋内であることの定義は行わないことが適当
- 高速移動体車両内の取扱
 - ◆ 今回実測した高速移動体車両のような十分な遮蔽効果が見込まれるものについては、屋内と同等と見なすことが適当
 - ◆ 遮蔽損失についてはあくまでも平均値であることを踏まえ、高速移動体車両の遮蔽効果のバラツキについては、無線LANからの総合干渉量としては、マージンの範囲内にあるものと捉えることが適当
 - ◆ 無線機器メーカーやサービス提供事業者といった業界から、事前の十分な遮蔽効果の確認を行うことについて、無線LAN設置者への周知を徹底する(ガイドラインを策定する)等の努力が求められる

14

他の無線システムとの周波数共用条件⑤

主な検討課題④ 40MHzシステムと気象レーダーとの周波数共用

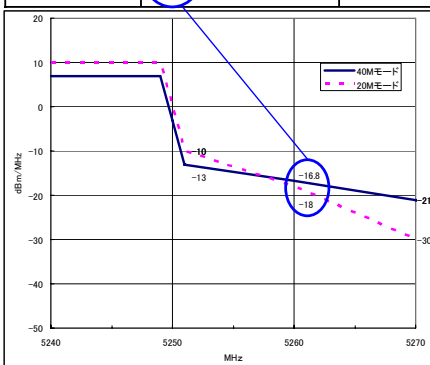
検討課題

- 周波数チャネル帯域幅が拡大することによる5.2GHz帯システムから気象レーダーに対する干渉の影響
- 気象レーダーと同一周波数帯を使用する場合の共用条件

気象レーダーへの影響の度合い

最悪と想定される場合において、IEEE802.11nのスペクトラムマスクを適用することで、特段の支障はないことが判明

規格種別	5260MHzにおける等価方輻射電力密度	5620MHzを使用する気象レーダーに対するマージン
IEEE802.11a	-18.0dBm/MHz	7.7dB
IEEE802.11n	-16.8dBm/MHz	6.5dB



検討の前提

- 平成16年情報通信審議会答申の結果を踏まえ、5230MHzを使用する40MHzシステムが5260MHz帯を使用する気象レーダーへの影響が最悪ケースと仮定
- 気象レーダーと同一周波数帯を使用する場合は、現行の技術基準を踏まえること
 - ◆ DFS/TPC機能の具備
- 40MHzシステムは、IEEE802.11nに準拠するスペクトラムマスクを適用

共用条件

- 40MHzシステムはIEEE802.11nに準拠するスペクトラムマスクとすることが適当
- 気象レーダーと同一周波数帯を使用する場合は、DFSを具備することが必要

周波数差 (MHz)	レーダー局	許容干渉 レベル (dBm/MHz)	レーダー受信 RF系損 (dB)	Lsum (dB)	建物 損 (dB)	平均/ ピーク 比 (dB)	許容輻射電力 (EIRP) (dBm/MHz)	802.11aスペクトラムマスク (EIRP) (dBm/MHz)	マージン dB
20	筑波(研究用)	-11.3	3.1	81.4	17	-1.2	-10.3	-18.0	7.7
	中部新空港	-11.1	6.2	86.9	17	-1.2	-5.9	-18.0	12.1
	大鶴峰	-11.3	5.6	94.7	17	-1.2	-0.1	-18.0	17.9
	福岡空港	-11.1	6.2	84.0	17	-1.2	-8.8	-18.0	9.2
25	伊豆大島	-11.2	3.7	92.4	17	-1.2	2.3	-24.0	26.3
30以上	羽田	-11.1	8.8	80.5	17	-1.2	-3.5	-30以下	26.5
	成田	-11.1	8.8	83.9	17	-1.2	-0.1	-30以下	29.9
	赤木山	-11.5	3.7	83.6	17	-1.2	-5.6	-30以下	24.4
	大阪北区	-11.3	1.8	79.4	17	-1.2	-9.8	-30以下	15.2

他の無線システムとの周波数共用条件⑥

主な検討課題⑤ 5.3GHz帯システムの高速移動時の気象レーダーへの影響

検討課題①

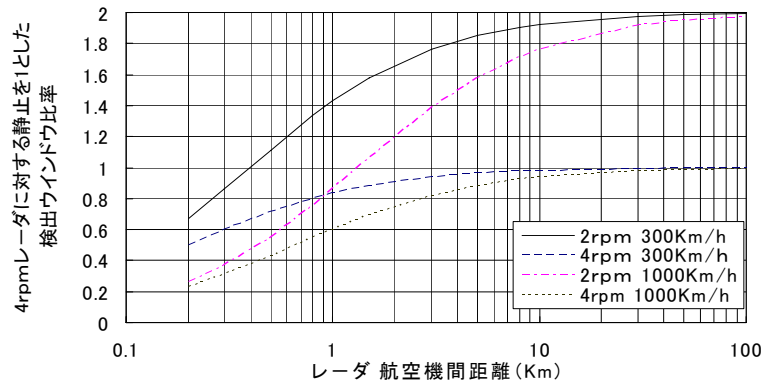
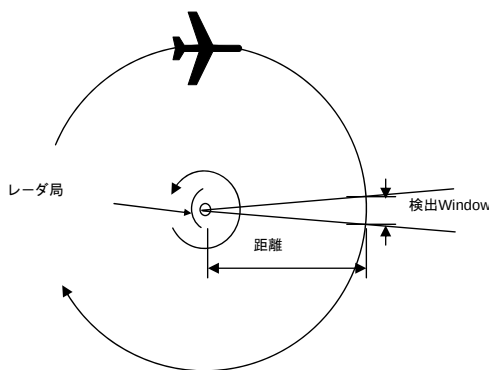
高速移動することにより、DFSによるレーダー波検出期間が相対的に小さくなることの影響

検討の前提

DFS機能におけるレーダー波検出ウィンドウ※について、静止時に対する比率の変動を調査

高速移動によるDFSのレーダー波検出機能への影響

レーダーに対する航空機の相対速度が、離発着時の300km/h程度、巡航時の1000km/h程度であっても、静止時に対し、検出ウィンドウの90%以上が確保されるため、高速移動時においてもDFS検出は可能。



※ 無線LANにおけるレーダー波受信レベルが、DFS検出閾値(-64/-62dBm)を超えてから、レーダー空中線の回転によって、再びDFS検出閾値以下になるまでの時間をいい、レーダー空中線の回転速度、レーダー空中線の指向特性、検出マージン(レーダー波受信レベルとDFS検出閾値との差)で決まる。検出の手がかりとなるパルス数に比例するため、検出確率にも比例するもの。

16

他の無線システムとの周波数共用条件⑦

主な検討課題⑤ 5.3GHz帯システムの高速移動時の気象レーダーへの影響

検討課題②

高速移動することで、トンネル等遮蔽された空間からレーダーと見通しとなる空間に、突然無線LANが出現する場合のレーダーに対する影響

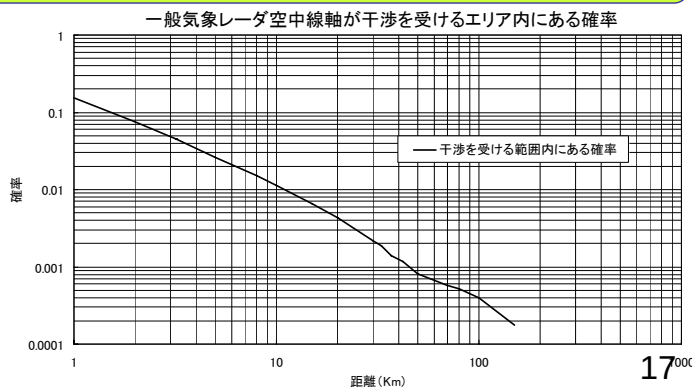
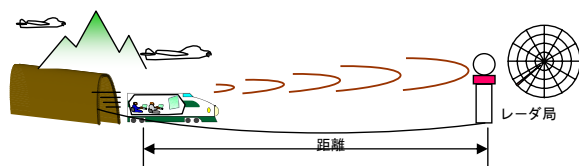
検討の前提

レーダー波検出から停波までの最長時間(260ms)に、干渉を与える確率・条件等を調査

高速移動によるDFSのレーダー波検出機能への影響

以下の条件が整った場合のみ干渉の可能性があるが、当該条件が全て成立する確率は非常に小さく、通常ではDFSが正常に動作するため、特段支障はないものと考えられる。

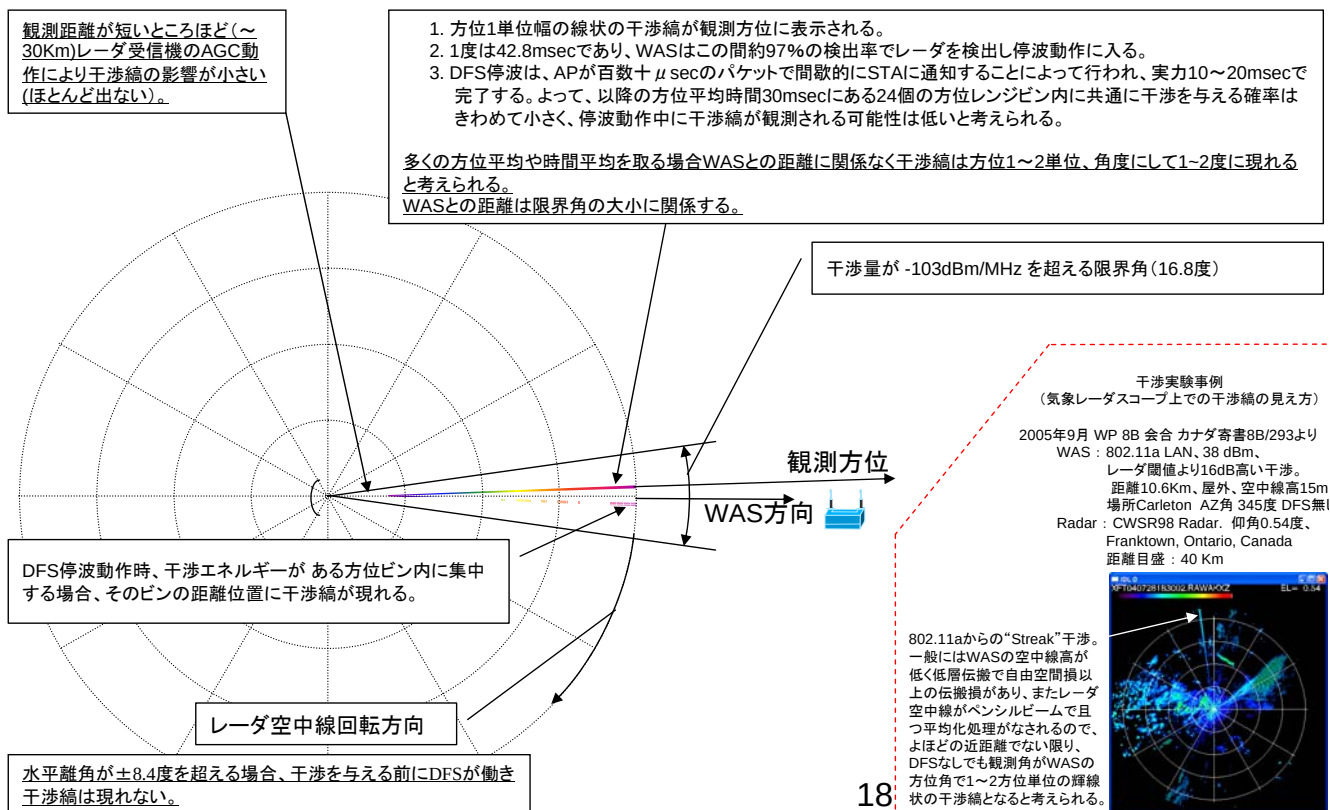
- ・レーダーが干渉を受けるエリア内にレーダー空中線軸があること(その確率は距離12kmで1%程度)
- ・車両窓際に置かれた無線LAN端末が送信していること
- ・レーダーの距離、方位平均時間内に、あるレベル以上の干渉を与え続けていること
- ・その窓際側の列車の側面がレーダー方向に面しており、伝搬路が自由空間であること



17

他の無線システムとの周波数共用条件⑧

参考資料 802.11aによる空港気象レーダスコープ上での干渉縞の見え方



18

他の無線システムとの周波数共用条件⑨

主な検討課題⑥ 40MHzシステムと地球探査衛星との周波数共用

検討課題

周波数チャネル帯域幅が拡大することによる地球探査衛星及び宇宙研究業務に対する干渉の影響

検討の前提

40MHzシステムは、IEEE802.11nに準拠するスペクトラムマスクを適用

共用条件

平成16年度情報通信審議会答申の結果を踏まえ、以下のとおりとすることが適当

【5.3GHz帯】

- ・ 屋内限定(建物による平均遮蔽効果:17dB)とすること
- ・ TPC機能を具備すること、又はTPCを具備しない場合は規定の最大出力から3dB低下すること
- ・ e.i.r.p.が200mW以下、e.i.r.p.密度が10mW/MHz以下であること
- ・ DFS機能等のランダムなチャネル選択機能を具備すること

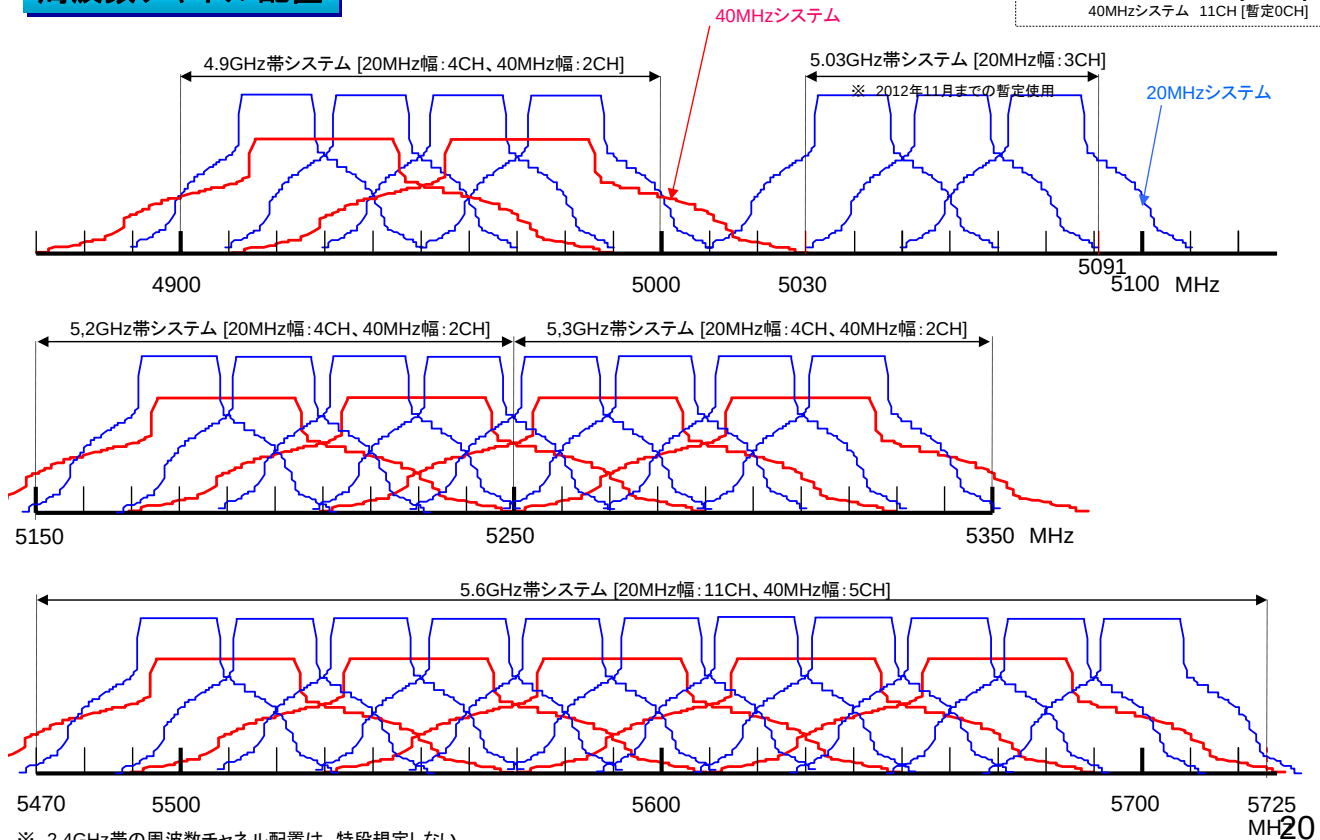
【5.6GHz帯】

- ・ TPC機能を具備すること、又はTPCを具備しない場合は規定の最大出力から3dB低下すること
- ・ e.i.r.p.が1W以下、e.i.r.p.密度が50mW/MHz以下であること
- ・ DFS機能等のランダムなチャネル選択機能を具備すること

技術的条件の概要①

周波数チャネル配置

全帯域：455MHz [暫定61MHz]
全CH数：20MHzシステム 23CH [暫定3CH]
40MHzシステム 11CH [暫定0CH]



技術的条件の概要②

周波数帯	2.4 GHz 注1	4.9-5.0 GHz	5.03-5.091 GHz 注2	5.15-5.25 GHz	5.25-5.35 GHz	5.47-5.725GHz 注3
使用場所	屋内外			屋内限定		屋内外
チャンネル間隔	規定なし	5/10/20 MHz 40 MHz	5/10/20 MHz	20 MHz 40 MHz		
変調方式 20MHz 40MHz	規定なし	OFDM方式、DS方式、シングルキャリア方式				
	OFDM方式		対象外	OFDM方式		
最大空中線電力 20MHz 40MHz	2.427-2.47075GHzを使用するFH方式の場合：3mW/MHz FH方式を用いないOFDM・DS方式の場合：10mW/MHz 上記以外の方式の場合：10mW	250 mW かつ 50 mW/MHz		OFDM・DS方式の場合：10 mW/MHz シングルキャリア方式の場合：10 mW		
	5 mW/MHz	250 mW かつ 25 mW/MHz	対象外	5 mW/MHz		
最大空中線利得	12.14 dBi	13 dBi		規定なし		
最大e.i.r.p. 20MHz 40MHz	規定なし			10 mW/MHz		50 mW/MHz
				5 mW/MHz		25 mW/MHz
キャリアセンス 20MHz 40MHz	規定なし	義務付け				
	義務付け		対象外	義務付け		
DFS、TPC 注4	不要				必要（親局のみ）	
接続形態	任意	親局－子局（中継可能）		任意	任意 （親局に制御されていない局同士は不可）	

注1 2.4GHz帯については、報告書の参考資料に、2.4GHz帯への高速無線LANの導入が可能である旨及びその際の技術的条件を記載。

注2 2007年11月までの暫定使用(2012年11月までの延長を電監審に諮問中)。

注3 無線LANが使用する周波数の追加を電監審に諮問中。

注4 DFS(Dynamic Frequency Selection)：無線LANがレーダーと周波数を共用して使用するための機能。

TPC(Transmitter Power Control)：無線LANの一の通信系における平均の空中線電力を3dB下げる機能。

本システムの今後の一層の普及促進に関する課題

1 新たなニーズへの対応

- IEEE等の国際標準化機関の動向を注視するとともに、無線LANシステムの将来における新たな利用ニーズや技術方式の高度化に迅速に対応するため、必要に応じ技術的条件の見直しを図ることが適当

2 新型レーダーへの対応

- 5250MHzから5350MHzまでの周波数の電波を使用する気象レーダーの高度化に伴い、必要に応じDFSの測定条件の見直しを図ることが適当

3 技術基準の緩和

- 4900MHzから5000MHzまでの周波数の電波を使用する電気通信業務用固定通信システムの当該周波数の使用期限(2007年11月30日)の到来に伴い、必要に応じて、同周波数帯を使用する無線アクセスシステムの4870MHzから4900MHzまでの周波数帯への不要発射の強度の許容値の見直しを図ることが適当

作業班構成員

(敬称略、全27名)

	氏 名	所 属		氏 名	所 属
主任	若尾 正義	(社)電波産業会 専務理事	～H18.6	塚越 和明	㈱日立国際電気 情報通信システム研究所 第一研究部 主任研究員
主任代理	森川 博之	東京大学大学院 新領域創成科学研究科助教授	H18.6～	大久保 陽一	㈱日立国際電気 情報通信システム研究所 第一研究部 部長
～H18.9	相河 聡	日本電信電話㈱ アクセスサービスシステム研究所ワイヤレスアクセスプロジェクト 主幹研究員		堤 竹彦	モトローラ㈱ ガバメントリレーションズ統括
H18.10～	眞部 利裕	日本電信電話㈱ アクセスサービスシステム研究所ワイヤレスアクセスプロジェクト 主幹研究員		津幡 岳弘	防衛庁 運用企画局情報通信・研究課部員
	浅原 隆	三菱電機㈱ 情報技術総合研究所 無線IPアクセス技術部 専任		土居 義晴	三洋電機㈱ 研究開発本部 デジタルシステム研究所 通信システム研究部 課長
	伊藤 健司	シーメンス㈱ コミュニケーションズ モバイルネットワーク部 部長代理		中川 篤	KDDI㈱ 技術統轄本部技術開発本部技術戦略部企画調査グループ 課長
	乾 明洋	パナソニック モバイルコミュニケーションズ㈱ ネットワークス事業部アクセス事業グループ 無線IPシステムチーム チームリーダー		中川 永伸	(財)テレコムエンジニアリングセンター 研究開発部 副部長
	大澤 智喜	アセロス・コミュニケーションズ㈱ 代表取締役		中村 道春	㈱富士通研究所 NGWプロジェクト部 無線方式開発部 主任研究員
	大野 友義	㈱NTTドコモ サービス&ソリューション開発部 担当部長	～H18.6	林 克哉	関西電力㈱ 経営改革・IT本部 通信システムグループ マネジャー
	尾林 秀一	㈱東芝 研究開発センター モバイル通信ラボラトリー 主任研究員	H18.7～	江淵 誠	関西電力㈱ 経営改革・IT本部 通信システムグループリーダー
	國弘 卓志	ソニー㈱ 情報技術研究所 通信研究部 通信2Gp. 統括課長		浜口 清	(独)情報通信研究機構 横須賀無線通信研究センター新世代モバイル研究開発プロジェクト 主任研究員
	国松 洋	気象庁 観測部 観測課 調査官		藤井 克典	ソフトバンクテレコム㈱ ネットワーク統括・JR・基幹ネットワーク部無線技術グループ スタッフマネージャー
	オ木 康晴	IOデータ㈱ ネットワーク&ソリューションユニット プロダクトリーダー		藤田 昇	日本無線㈱ マイクロ通信ビジネスユニット 担当部長
	菅原 謙二	国土交通省 大臣官房技術調査課電気通信室課長補佐		藤本 芳宣	日本電気㈱ モバイルワイヤレス事業部 ワイヤレスアクセス技術プロフェッショナル
	田川 淳	東京電力㈱ 光ネットワーク・カンパニーIP・無線技術部		松浦 長洋	㈱パッファロー ブロードバンドソリューションズ事業部 無線応用グループリーダー エキスパート・エンジニア