

情報通信審議会 情報通信技術分科会  
陸上無線通信委員会 報告（案）

平成14年9月30日付け諮問第2009号

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち  
「次世代高効率無線LANの導入のための技術的条件」

平成31年4月11日  
陸上無線通信委員会



# 目次

I. 検討事項	1
II. 委員会及び作業班の構成	1
III. 検討経過	1
IV. 検討の概要	3
第1章 無線 LAN システムの概要	3
1.1. 2.4GHz/5GHz 帯無線 LAN システムの概要	3
1.2. 無線 LAN の技術基準の変遷	4
1.3. 我が国と欧米等の諸外国における技術基準の比較	6
第2章 検討の背景	14
2.1. 無線 LAN システムの現況	14
2.2. 既存無線 LAN システムの課題	14
2.3. チャンネルの混雑状況	15
2.4. 通信速度の高速化のニーズ増加	16
2.5. 次世代高効率無線 LAN の概要	20
2.6. 無線 LAN による 5.6GHz 帯のガードバンド利用	27
2.7. 気象レーダーの高度化に伴う DFS の見直し	29
第3章 今後の無線 LAN システムに対する要求条件	46
3.1. 次世代高効率無線 LAN に対する要求条件	46
3.2. 5.6GHz 帯のガードバンド利用に対する要求条件	53
3.3. DFS に対する要求条件	53
第4章 他の無線システムとの周波数共用条件	54
4.1. 2.4GHz 帯	54
4.2. 5GHz 帯	60
第5章 無線 LAN システムの技術的条件	86
5.1. 次世代高効率無線 LAN の技術的条件	86
5.2. その他	115
第6章 制度化に向けた諸課題	118
6.1. 5.2GHz 帯高出力データ通信システムの運用に係る留意点	118
6.2. 海外から持ち込まれる 5GHz 帯無線 LAN システムに係る留意点	118
第7章 今後の検討課題	119

## I. 検討事項

陸上無線通信委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第2009号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」（平成14年9月30日諮問）のうち、「次世代高効率無線LANの導入のための技術的条件」について検討を行った。

## II. 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別表1のとおりである。

検討の促進を図るため、委員会の下に5GHz帯無線LAN作業班を設置し、また同作業班の下にアドホックグループを設置し、同作業班及びアドホックグループ（以下「作業班等」という。）において次世代高効率無線LANの導入に係る技術的条件について調査を実施した。

作業班等の構成は別表2及び別表3のとおりである。

## III. 検討経過

### 1 委員会における検討

#### ① 第45回陸上無線通信委員会（平成30年11月8日）

次世代高効率無線LANの導入等に係る技術的条件に関する調査の進め方の検討を行った。

#### ② 第46回陸上無線通信委員会（平成31年1月16日）

作業班において取りまとめられた報告（案）の検討を行った。

#### ③ 第 回陸上無線通信委員会（平成31年 月 日）

パブリックコメントの結果を踏まえ、提出された意見に対する考え方及び委員会報告を取りまとめた。

## 2 作業班等における検討

- ① 第9回5GHz帯無線LAN作業班（平成30年4月19日）  
国際標準化機関における次世代高効率無線LANの審議状況について説明が行われた。
- ② 第10回5GHz帯無線LAN作業班（平成30年4月19日）  
5GHz帯無線LANのDFSにおける周波数有効利用の技術的条件に関する調査検討について報告が行われた。
- ③ 第11回5GHz帯無線LAN作業班（平成30年7月27日）  
次世代高効率無線LANの導入の目的、主要技術等について説明が行われた。
- ④ 第12回5GHz帯無線LAN作業班（平成30年11月2日）  
次世代高効率無線LANの国際動向、国際標準化機関における審議状況、技術基準等の改正案等について説明が行われた。
- ⑤ 第13回5GHz帯無線LAN作業班（平成30年12月7日）  
今後の検討の進め方、5GHz帯無線LANの国際動向及び同一周波数帯を使用する無線システムの概要に関する説明がなされ、5.2GHz帯、5.3GHz帯及び5.6GHz帯を使用する無線LANを対象に、同一周波数帯を使用する無線システムとの共用条件の検討を行った。併せて、5GHz帯無線LAN作業班報告骨子（案）について検討が行われた。
- ⑥ 第14回5GHz帯無線LAN作業班（平成31年1月11日）  
作業班報告書案の検討を行った。
- ⑦ 第15回5GHz帯無線LAN作業班（平成31年3月1日）  
報告案に対するパブリックコメントによる提出意見への考え方及び今後の検討の進め方の検討を行った。
- ⑧ 第16回5GHz帯無線LAN作業班（平成31年4月8日）  
報告案の最終とりまとめを行った。

※第1回から第8回までは、5GHz帯無線LANの周波数拡張等に係る技術的条件について検討を行った。

※アドホックグループでは、同作業班における次世代高効率無線LANの技術的条件の検討に必要な情報の収集等を行い、より専門的な検討を行った。

## IV. 検討の概要

### 第1章 無線LANシステムの概要

#### 1.1. 2.4GHz/5GHz帯無線LANシステムの概要

無線LAN (Local Area Network) は、ネットワークの構築及び変更が容易であるなどの利点から、平成4年(1992年)に技術基準が制度化され、有線のイーサネットを無線化する位置づけでパソコンに搭載され、普及してきた。近年では、後述のとおり、スマートフォンやタブレット端末等に標準搭載されることで、簡易かつ安価な通信インフラとしてより身近なものになっている。また家庭では、パーソナルコンピュータ(PC)をはじめ、デジタルカメラやモバイルゲーム機、エアコン、冷蔵庫等にも実装され、1人1台以上の保有が想定される。

一般に使用される無線LANは、表1.1-1に示すIEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers : 米国電気電子学会) 802委員会のIEEE802.11グループで定められている規格に対応した無線通信機器により構成される。これまで我が国では、表1.1-2に示すようなIEEE規格に準拠した無線LANを導入するとともに1.2で述べるように周波数帯の拡張や伝送速度の向上が図られてきた。

表1.1-1 IEEE802.11における代表的な無線LAN規格

規格名	使用する周波数帯	最大伝送速度
802.11b	2.4GHz帯	11Mbps
802.11a	5.2/5.3/5.6GHz帯	54Mbps
802.11g	2.4GHz帯	54Mbps
802.11n	2.4/5.2/5.3/5.6GHz帯	600Mbps
802.11ac	5.2/5.3/5.6GHz帯	6.9Gbps

表1.1-2 現在の国内の無線LANの主な技術基準等 (OFDM<sup>1</sup>の場合)

周波数帯	主要な技術基準			
	占有周波数帯幅及び空中線電力	送信バースト長	使用場所	その他の条件
2.4GHz帯	38MHz以下 <sup>2</sup> : 10mW/MHz <sup>3</sup>	—	屋内/屋外	キャリアセンス <sup>4</sup>
5.2GHz帯 (5150-5250MHz)	19MHz以下 : 10mW/MHz	4ms以下	屋内 <sup>5</sup>	キャリアセンス
5.3GHz帯 (5250-5350MHz)	19MHz超38MHz以下 : 5mW/MHz		屋内	・キャリアセンス ・DFS <sup>6</sup>
5.6GHz帯 (5470-5725MHz)	38MHz超78MHz以下 : 2.5mW/MHz 78MHz超158MHz以下 : 1.25mW/MHz		屋内/屋外 (上空は航空機内のみ)	・キャリアセンス ・DFS

<sup>1</sup>変調方式が直交周波数分割多重方式 (Orthogonal Frequency Division Multiplex)

<sup>2</sup>周波数ホッピング方式と複合する場合は、83.5MHz以下

<sup>3</sup>周波数ホッピング方式と複合する場合は、3mW/MHz以下、またOFDM方式のみで占有周波数帯幅が26MHzを超え38MHz以下の場合は5mW/MHz

<sup>4</sup>占有周波数帯幅が26MHzを超え38MHz以下の場合は必須

<sup>5</sup>無線局登録を受けた5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局、及びこれらと通信をする端末(陸上移動局)は、屋外利用が可能

<sup>6</sup>Dynamic Frequency Selection: レーダー波を検出した場合に無線LANが干渉を回避する機能

## 1.2. 無線LANの技術基準の変遷

無線LANは、無線局免許を受けずに使用できる無線システムとして急速に普及するとともに、これまでに国際標準化機関において伝送速度の向上に向けた規格の改定が行われてきた。

我が国においては、パソコンの普及やIC化された通信機器の出現に伴い、オフィスや工場におけるLANの利用形態の多様化に対応するため、無線LANシステムの早期導入が期待されるようになり、平成4年（1992年）12月に「小電力データ通信システム」として、初めて無線LAN（2.4GHz帯；2471～2497MHz）<sup>[1]</sup>が導入された。

1990年代後半にはOA以外におけるパソコンの使用増加や扱うデータ量の増大を踏まえ、平成11年（1999年）10月に802.11bを踏まえて高度化された2.4GHz帯無線LAN（2400～2483.5MHz）<sup>[2]</sup>が導入された。

2000年に入ると、無線LANが急速に普及し、簡易かつ安価に家庭・オフィス内にインターネット接続環境を構築することができるようになり、無線インターネットアクセスのニーズが増加した。このような無線LANへの周波数需要に迅速に対応するため、平成12年（2000年）3月に屋内で使用する無線LAN用に5.2GHz帯（5150～5250MHz）が開放され802.11aを踏まえた無線LAN<sup>[3]</sup>が導入された。併せて、最大54Mbpsの伝送速度を有する本格的なマルチメディア移動通信サービスを実現するため、平成13年（2001年）9月に802.11gを踏まえた2.4GHz帯無線LAN<sup>[4]</sup>が、また、屋内向けに平成17年（2005年）5月に802.11aを踏まえた5.3GHz帯（5250～5350MHz）無線LAN<sup>[5]</sup>が導入された。

2000年代後半になると、ADSLの高速化やFTTHの進展等有線系システムのブロードバンド化、公衆無線LANスポットや地方自治体によるデジタル・ディバイド対策等新たな無線LANの利用形態が加わったことを背景に、光ファイバ等の有線系ブロードバンドに遜色のない伝送速度（100Mbps以上）を実現する高速無線LANの早期実現が期待されるようになり、平成19年（2007年）1月に屋外で利用可能な無線LAN用に5470～5725MHzを開放すると同時に、同年6月には802.11nを踏まえた高速無線LAN<sup>[6]</sup>を導入して最高600Mbpsの伝送速度を実現した。

2010年代に入ると、無線LAN機能を搭載したスマートフォン等の飛躍的な利用者増加とともに、公衆無線LANサービスのアクセスポイントが増加してきた。また、家庭における宅内ルータの増加により、テレビやレコーダーといったホームネットワーク等の構築に無線LANが活用されるなど、新たな利用形態が加わったことを背景に、伝送速度のさらなる高速化（1Gbps以上）が期待されるようになった。このことから、平成25年（2013年）3月に1.3～6.9Gbpsの伝送速度を実現する802.11acを踏まえた次世代高速無線LAN<sup>[7]</sup>が導入された。

また近年では、スマートフォン等の普及に伴い、移動体通信において急増しているトラフィックのオフロード先回線として無線LANが活用される傾向にあるほか、訪日外国人観光客等による商業・観光施設での無線LANの利用増加を背景に、屋外利用が可能なチャネルの拡大が期待されるようになった。こうした周波数需要に対応するため、平成30年（2018年）6月に仰角に応じたEIRPの設定に加えて、台数管理が可能な登録局制度を活用し、5.2GHz帯無線LANの屋外利用を可能にすると

同時に高出力化（仰角 8 度未満で最大EIRP 1W）を実現した<sup>[8]</sup>ところである。

表1.2-1 これまでの我が国における無線LANの導入経緯

システム名称	使用周波数帯	導入時期	最高伝送速度	備考	
小電力データ通信システム	中速無線LANシステム	2.4GHz帯 (2471~2497MHz)	平成4年 (1992年)	約2Mbps	—
	高速無線LANシステム	2.4GHz帯 (2471~2497MHz)	平成4年 (1992年)	約11Mbps	—
	高度化小電力データ通信システム	2.4GHz帯 (2400~2483.5MHz)	平成11年 (1999年)	約11Mbps	802.11b
	5.2GHz帯小電力データ通信システム	5.2GHz帯 (5150~5250MHz)	平成12年 (2000年)	約54Mbps	・802.11a ・屋内限定
	2.4GHz帯小電力データ通信システム	2.4GHz帯 (2400~2483.5MHz)	平成13年 (2001年)	約54Mbps	802.11g
	5.3GHz小電力データ通信システム	5.3GHz帯 (5250~5350MHz)	平成17年 (2005年)	約54Mbps	・802.11a ・屋内限定
	5.6GHz小電力データ通信システム	5.6GHz帯 (5470~5725MHz)	平成19年 (2007年)	約54Mbps	802.11a
	高速無線LAN	2.4GHz帯 (2400~2483.5MHz) 5.2/5.3/5.6GHz帯 <sup>7</sup>	平成19年 (2007年)	約600Mbps	802.11n
	次世代高速無線LAN	5.2/5.3/5.6GHz帯	平成25年 (2013年)	約6.9Gbps	802.11ac
5.2GHz帯高出力データ通信システム	5.2GHz帯	平成30年 (2018年)	約6.9Gbps	・登録局制度の下で屋外利用が可能 ・仰角制限あり	

<sup>7</sup>同時に4.9GHz帯（4900~5000MHz）及び5.03GHz帯（5030~5091MHz）を使用する5GHz帯無線アクセスシステム（802.11j）についても導入。なお、5.03GHz帯の使用については、後に平成29年11月30日までに限定され、現在、同システムによる使用はできない。

### 1.3. 我が国と欧米等の諸外国における技術基準の比較

#### 1.3.1. 2.4GHz/5GHz帯の国際分配の現状とITU-Rの検討状況

ITUの無線通信規則（Radio Regulations）（以下「RR」という。）第5条に規定されている2.4GHz帯及び5GHz帯の国際周波数分配の状況をそれぞれ表1.3.1-1と表1.3.1-2に示す。

2400～2500MHzは、世界的に固定業務、移動業務及び無線標定業務に分配され、現在、無線LANや無人移動体画像伝送システム等により使用されている。また2300～2450MHzは、二次業務としてアマチュア衛星業務（地球から宇宙）を含むアマチュア業務にも分配されている。なお、第一地域における無線標定業務の分配は、二次業務として位置づけられている。

5150～5250MHzは、世界的に移動衛星業務の非静止衛星システムのフィーダリンクでの使用に限られる（第5.447A号）固定衛星業務（地球から宇宙）に分配され、現在、GS（Globalstar）、ICO（Intermediate Circular Orbit）が運用中である。また、平成12年（2000年）世界無線通信会議（WRC-2000）における脚注分配により、日本、欧州等の一部の国に対して移動業務に分配されていたが、現在では、世界的に移動業務に分配されている。

5250～5350MHzは、世界的に地球探査衛星業務、宇宙研究業務及び無線標定業務に分配され、また後述のとおり、移動業務にも分配されている。

5470～5725MHzは、世界的に無線標定業務等に分配されているとともに、後述のとおり、第5.453号により、日本、中国、韓国等の一部の国に対して固定業務及び移動業務に分配されていた。平成15年（2003年）世界無線通信会議（WRC-03）において、脚注分配により世界的に移動業務に分配されたが、その際、既に移動業務で使用している国においては、後述の同会議における決議第229（参考資料1）を適用しないこととされた。この他、この周波数帯は、地球探査衛星業務及び宇宙研究業務にも分配されている。また、二次業務としてアマチュア衛星業務（地球から宇宙）を含むアマチュア業務にも分配されている。

5150～5350MHz及び5470～5725MHzでは、決議第229により国際的に移動業務（ITU-R勧告M.1450に基づく無線LANを含む無線アクセスシステムに限る。）の使用に対して、技術的条件が課せられている。なお、決議第229は、平成24年（2012年）世界無線通信会議（WRC-12）において、主にDFS（Dynamic Frequency Selection）の試験方法の明確化を行うための改訂が行われた。

表1.3.1-1 2.4GHz帯の国際分配状況（下線を付している無線通信業務は二次業務）

国際分配 (MHz)		
第一地域	第二地域	第三地域
2300-2450 固定 移動 5.384A <u>アマチュア</u> <u>無線標定</u>  5.150 5.282 5.395	2300-2450 固定 移動 5.384A 無線標定 <u>アマチュア</u>  5.150 5.282 5.393 5.394 5.395	
2450-2483.5 固定 移動 <u>無線標定</u>  5.150	2450-2483.5 固定 移動 無線標定  5.150	
2483.5-2500 固定 移動 移動衛星(宇宙から地球) 5.351A 無線測位衛星(宇宙から地球) 5.398 <u>無線標定</u> 5.398A  5.150 5.399 5.401 5.402	2483.5-2500 固定 移動 移動衛星(宇宙から地球) 5.351A 無線標定 無線測位衛星(宇宙から地球) 5.398  5.150 5.402	2483.5-2500 固定 移動 移動衛星(宇宙から地球) 5.351A 無線標定 無線測位衛星(宇宙から地球) 5.398  5.150 5.401 5.402

2.4GHz帯（2400～2500MHz）は、産業科学医療（ISM：Industrial, Scientific and Medical）バンドとしてISM装置の使用が認められており、この周波数で運用する無線通信業務は、ISM装置の使用によって生じる有害な混信を容認しなければならないとされている（第5.150号）。

表1.3.1-2 5GHz帯の国際分配状況 (下線を付している無線通信業務は二次業務)

第一地域		国際分配 (MHz)		第二地域		第三地域	
5030-5091	航空移動(R) 5.443C 航空移動衛星(R) 5.443D 航空無線航行  5.444						
5091-5150	固定衛星(地球から宇宙) 5.444A 航空移動 5.444B 航空移動衛星(R) 5.443AA 航空無線航行  5.444						
5150-5250	航空無線航行 固定衛星(地球から宇宙) 5.447A 移動(航空移動を除く。) 5.446A 5.446B  5.446 5.446C 5.447 5.447B 5.447C						
5250-5255	地球探査衛星(能動) 無線標定 宇宙研究 5.447D 移動(航空移動を除く。) 5.446A 5.447F  5.447E 5.448 5.448A						
5255-5350	地球探査衛星(能動) 無線標定 宇宙研究(能動) 移動(航空移動を除く。) 5.446A 5.447F  5.447E 5.448 5.448A						
5350-5460	地球探査衛星(能動) 5.448B 宇宙研究(能動) 5.448C 航空無線航行 5.449 無線標定 5.448D						
5460-5470	無線航行 5.449 地球探査衛星(能動) 宇宙研究(能動) 無線標定 5.448D  5.448B						
5470-5570	海上無線航行 移動(航空移動を除く。) 5.446A 5.450A 地球探査衛星(能動) 宇宙研究(能動) 無線標定 5.450B  5.448B 5.450 5.451						
5570-5650	海上無線航行 移動(航空移動を除く。) 5.446A 5.450A 無線標定 5.450B  5.450 5.451 5.452						
5650-5725	無線標定 移動(航空移動を除く。) 5.446A 5.450A <u>アマチュア</u> 宇宙研究(深宇宙)  5.282 5.451 5.453 5.454 5.455						
5725-5830	固定衛星(地球から宇宙) 無線標定 <u>アマチュア</u>  5.150 5.451 5.453 5.455	5725-5830	無線標定 <u>アマチュア</u>				
5830-5850	固定衛星(地球から宇宙) 無線標定 <u>アマチュア</u> <u>アマチュア衛星(宇宙から地球)</u>  5.150 5.451 5.453 5.455	5830-5850	無線標定 <u>アマチュア</u> <u>アマチュア衛星(宇宙から地球)</u>				
				5.150 5.453 5.455			

5GHz帯では、衛星システムやレーダー等といった同じ周波数帯を使用する他システムとの共用のため、RRにより移動業務に関する制限が課せられている。

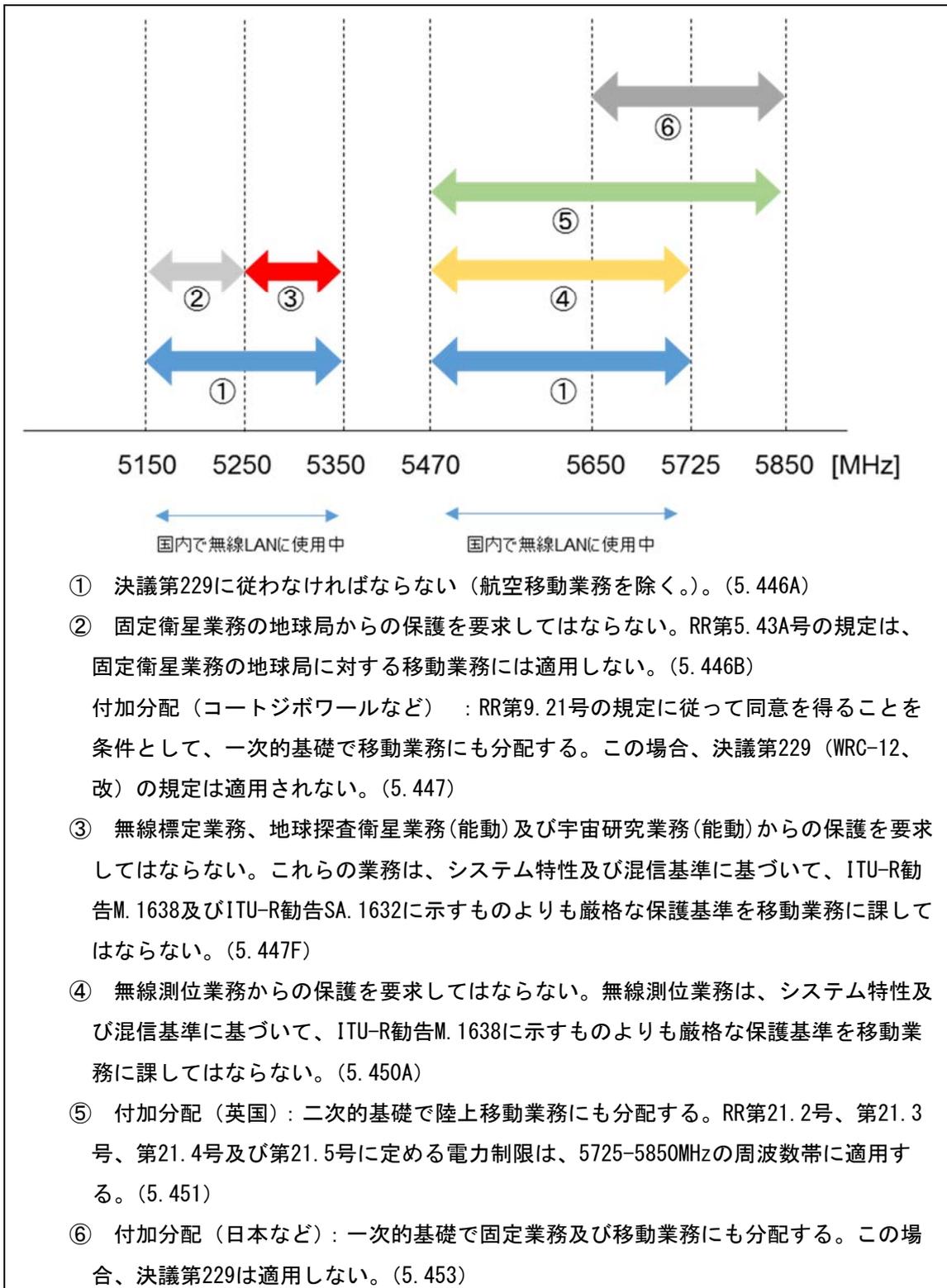


図1. 3. 1-1 移動業務（航空移動を除く）に関するRR脚注  
(5030～5850MHzの概要)

決議第229（WRC-12改。以下同じ。）においては、以下のとおり無線LANと他のシステムとの共用に関する記述がある。

【 決議第229の概要 】

○5150～5350MHz 帯及び 5470～5725MHz 帯における既存の一次業務を保護する必要がある旨

○5150～5250MHz 帯

（1）固定衛星業務の衛星の受信機は、無線 LAN（無線アクセスシステムを含む移動業務の局。以下この決議第 229 の概要の説明において同じ。）の数が増大した場合、干渉総和によって許容不可能な干渉を受ける可能性がある旨

（2）無線 LAN は、最大 EIRP は 200mW かつ最大 EIRP 密度 10mW/MHz とし、屋内利用に制限される旨

○5250～5350MHz 帯

（1）5250～5350MHz 及び 5470～5570MHz 帯の地球探査衛星業務（能動）及び宇宙研究業務（能動）を保護するため、無線 LAN に対し適切な EIRP 制限と必要な運用上の制約を明確にすることが必要である旨

（2）無線 LAN は、最大 EIRP 200mW かつ最大 EIRP 密度 10mW/MHz に制限し、屋内環境で運用されるよう適切な措置が必要である旨

ただし、最大 EIRP 1W かつ最大 EIRP 密度は 50mW/MHz までとし、以下の EIRP 仰角マスクに適合することにより、EIRP200mW を超えて屋内及び屋外のいずれにおいても運用することを許容する（この場合、このマスクを遵守することを担保する必要）

-13 dB(W/MHz)  $(0^\circ \leq \theta < 8^\circ)$

-13 - 0.716( $\theta - 8$ ) dB(W/MHz)  $(8^\circ \leq \theta < 40^\circ)$

-35.9 - 1.22( $\theta - 40$ ) dB(W/MHz)  $(40^\circ \leq \theta \leq 45^\circ)$

-42 dB(W/MHz)  $(45^\circ < \theta)$

( $\theta$  : 水平面からの仰角)

（3）無線標定業務との共用のため、無線 LAN には干渉軽減技術（DFS）が必要である旨

（4）無線 LAN は送信電力制御（TPC）を実装するか、実装しない場合は最大 EIRP を 3dB 低下する必要がある旨

○5470～5725MHz 帯

（1）5250～5350MHz 帯の（1）、（3）、（4）に同じ。

（2）無線 LAN は最大 EIRP 1W で最大送信出力 250mW かつ最大 EIRP 50mW/MHz に制限される旨

また、決議第229では、以下のとおり無線LANと既存システムとの共用検討を継続することとしている。

- 無線LANの増加に伴う5150～5250MHzの帯域内の固定衛星業務への総干渉による共用不能を避けるための規制の仕組み、さらなる軽減技術の取組を継続すること
- 無線LANから地球探査衛星業務を保護するための干渉軽減技術の研究を継続すること
- 実用性を考慮の上、動的周波数選択（DFS）の実施のための適切な試験方法と手順に関する研究を継続すること

このような状況を踏まえ、平成27年（2015年）世界無線通信会議（WRC-15）では、以下の点（抜粋）をWRC-19に間に合うよう研究することとされ、このような検討課題がWRC-19の議題となった。

- 5150～5350MHz、5350～5470MHz、5725～5850MHz 及び 5850～5925MHz の周波数帯において、現在及び計画中的の使用を含めた既存業務を保護しつつ、既存システムとの共用を容易にするために取り得る軽減技術を特定することを視野に研究すること。
- 5150～5350MHz の周波数帯における無線 LAN と既存業務との共用及び両立性の研究を行い、併せて関連する条件を含めた無線 LAN の屋外運用の可能性を研究すること。

### 1.3.2. 諸外国における無線LANの技術基準に関する動向

#### 1.3.2.1. 米国の動向

802.11axでは、従来の無線LANで使用されている2.4GHz帯及び5GHz帯に加えて、新たに5925～7125MHzをサポートした。この帯域は、現在、欧米で免許不要帯域としての割当てに向けた検討が行われている。米国連邦通信委員会（Federal Communications Commission：FCC）は、2018年10月に5925～7125MHzを免許不要利用への開放に関するNPRM（Notice of Proposed Rulemaking）を発行し、パブリックコメントを実施してきた。主な検討事項としては、既存システムとの共用のため、Automated Frequency Coordination（AFC）と呼ばれるデータベース方式の周波数共用の仕組みを導入することや送信電力を抑えて室内利用のみとすることなどが挙げられている。今後、既存システムに影響を与えずに運用可能と認められれば、2019年後半あるいは2020年初頭には、この帯域の免許不要利用への開放に関する報告と命令（Order）が出る見込みである。

#### 1.3.2.2. 欧州の動向

欧州においても802.11axで新たにサポートされた帯域については米国と同様に検討が行われている。欧州委員会（European Commission）がRLAN（Radio LAN：無線LAN）の5925～6425MHzの共用について欧州郵便電気通信主管庁会議（European Conference of Postal and Telecommunications Administrations：CEPT）に検討を指示し、CEPT内の検討グループ（Spectrum Engineering SE45）が5925～6425MHzの共用検討を実施している。最初の報告書案が2019年の早い段階で作成される見込みであり、現時点の内容としてはEIRP 200 mW、または250 mWを上限として屋内限定での利用が有力視されている。高出力や屋外利用については、データベース参照などの仕組みは考えられていないが、免許制度の適用が検討されている。

このほかの欧米における5GHz帯無線LANの技術的条件に関しては、平成30年（2018年）2月の陸上無線通信委員会報告から基本的な変更はないが、欧州では、キャリアセンスの閾値に関して、当初、802.11acより新しいデバイス（例：802.11axやLAA-LTE）のEnergy Detectionの閾値は表1.3.2のように規定されていたが、IEEEの働きかけにより、802.11axも802.11ac以前の無線LANデバイスと同様に-75dBm/MHz（20MHz当たりでは-62dBm）が適用されることとなった。

表 1.3.2 ETSI（European Telecommunications Standards Institute：欧州電気通信標準化機構）のキャリアセンス規定

最大送信電力（PH）	キャリアセンス閾値
13dBm 以下	-75dBm/MHz
13dBm < PH < 23dBm	-85dBm/MHz + (23dBm - PH)
23dBm 以上	-85dBm/MHz

### 1.3.2.3. アジア諸国の動向

韓国では、無線LANによる5.2GHz帯（5150～5250MHz）の使用に対して、これまで最大空中線電力が50mW、最大空中線利得が6dBiであったが、平成30年（2018年）6月に最大空中線電力が200mW、最大空中線利得が7dBiに変更となった。韓国では、従前から5.2GHz帯の使用を室内に限定しておらず、この空中線電力の変更に際しても屋内限定等の特段の規定は盛り込まれずに、引き続き屋外利用ができる規定になっている。また、同年12月には、5710～5730MHzが無線LAN用に開放され、5.6GHz帯無線LANの使用周波数帯が拡張された。

またインドでは、同年10月に5.2/5.3/5.6/5.8GHz帯（5150～5250MHz、5250～5350MHz、5470～5725MHz及び5725～5875MHz）が免許不要帯域として無線LAN用に開放され、IEEE規格のほか3GPP等の国際標準化機関によって策定された規格に基づく無線LANシステムの導入が可能となった。

## 第2章 検討の背景

### 2.1. 無線LANシステムの現況

現在、無線LANは、オフィスや家庭等で限られたユーザーで利用されるほか、駅、空港、飲食店等では公衆向けに無線LANサービスが提供されている。また搭載されている機器についても、従来のデジタルテレビやセットトップボックス、HDDレコーダーやプリンタなどに加え、近年ではスマートウォッチなどのウェアラブルデバイス、またリモコンといった、モノとインターネットをつなぐIoT（Internet of Things）機器としての利用も進んでいる。

このように無線LANシステムの普及や使用目的の多様化に伴い、通信速度の高速化、情報量の大容量化が図2.1のように加速している。現在IEEE802.11委員会のタスクグループax（以下「TGax」という。）では、稠密な環境で端末当たりの平均スループットを最低4倍改善することを目標とした次世代高効率無線LAN規格802.11axの策定が行われている。

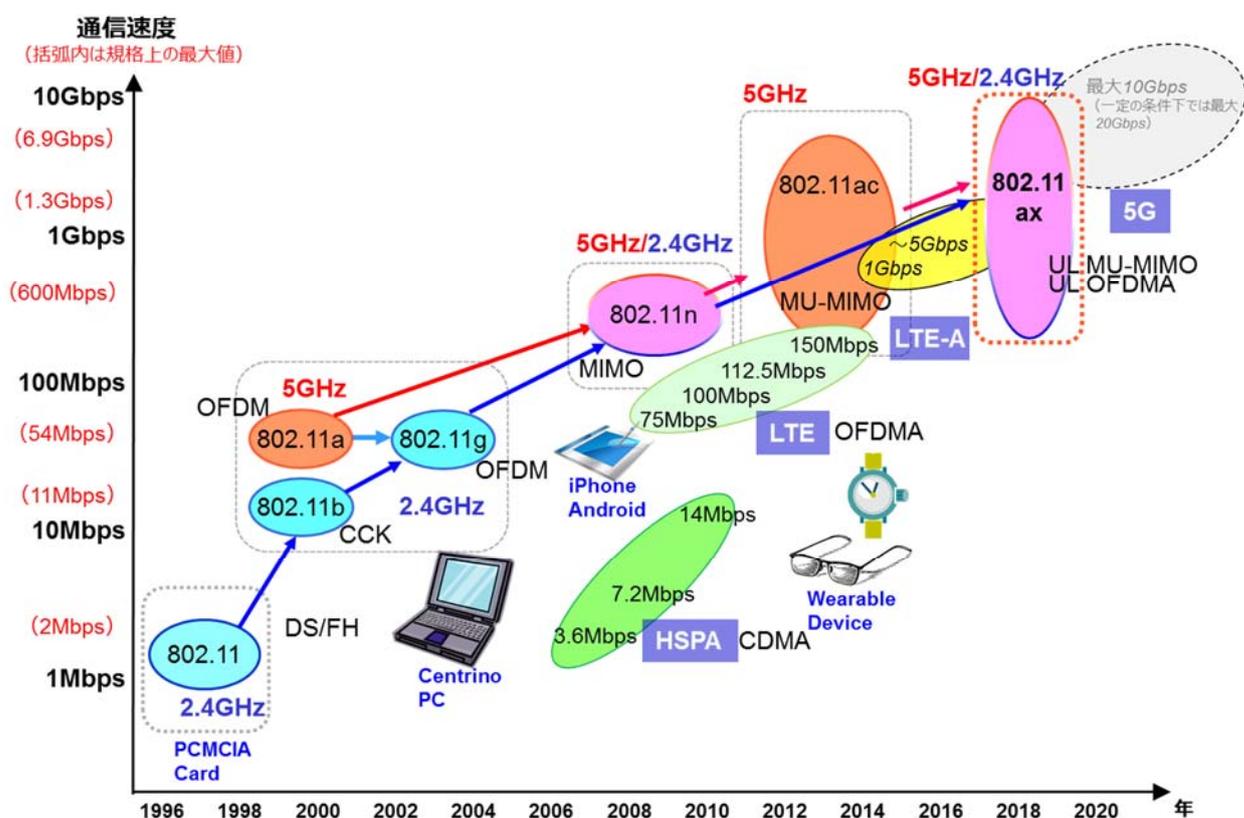


図2.1 無線LAN規格と通信速度の変遷

### 2.2. 既存無線LANシステムの課題

既存の無線LANシステムは、各端末が送信開始時にチャネルの空き状態を確認するキャリアセンスを行う。その際に、チャネルが空いた際に複数の端末が同時に送信すると衝突するため、各々の端末がランダム時間（バックオフ期間）待つという衝突回避の仕組みが備わっているが、衝突が発生したと判断した際にはこのランダム時間を選択する時間幅をより広くして送信タイミングが重ならないようにする。

この仕組みのため、電波が相互に受信可能なエリア内で端末数が増えると、無線LANの体感的な通信速度であるスループットが落ちる。

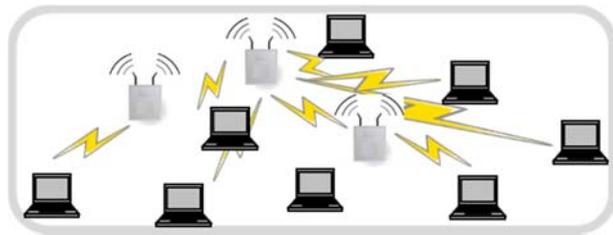


図2.2 稠密環境における無線LANの利用イメージ

### 2.3. チャンネルの混雑状況

実際の無線LANシステムの利用状況として、図2.3-1に都内カフェで観測した結果を示す。これは2.4GHz帯での結果であるが、20以上の無線LANシステムが観測され、このような状況は決して特別なことではない。

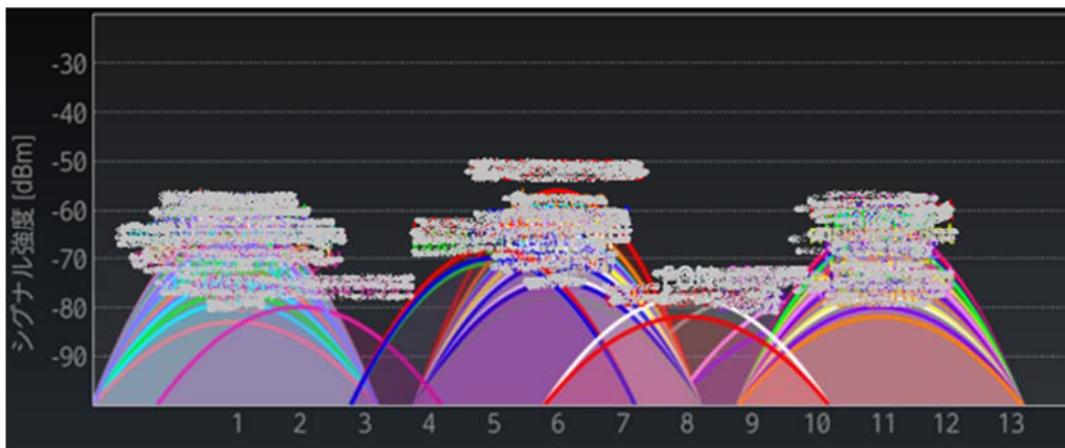


図2.3-1 都内カフェで観測した無線LANシステムの利用状況

我が国における無線LANシステムの出荷台数は、図2.3-2のようになっており、2.4GHz帯無線LANに関しては平成22年度（2010年度）から24年度（2012年度）の3か年の累積で3億台程度であったのに対し、平成25年度（2013年度）から28年度（2016年度）の3か年の累積では2億台程度の出荷であったが、5GHz帯無線LANに関しては平成18年度（2006年度）から20年度（2008年度）の3か年の累積で800万台程度であったのに対し、平成21年度（2009年度）から23年度（2011年度）の3か年の累積では5000万台程度、さらに平成24年度（2012年度）から26年度（2014年度）の3か年の累積では約1億台となり、出荷台数の伸びが著しいことが分かる。

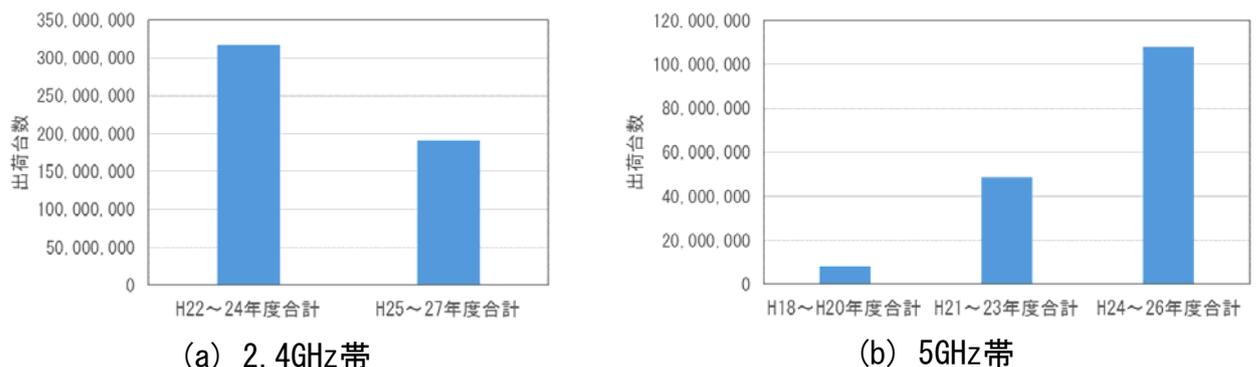


図2.3-2 我が国における無線LANの出荷台数の推移<sup>[9]</sup>

また、観光庁が訪日外国人観光客に対して行ったアンケート調査によると、回答者の半数以上が「無料公衆無線LAN」を旅行中に最も利用したい通信手段として回答している<sup>[10]</sup>。我が国では訪日外国人観光客の受入環境を整備する観点から、平成27年（2015年）に電波法を改正し、訪日外国人観光客が持ち込む無線LAN端末については、IEEE規格に準拠したいわゆるWi-Fi端末やBluetooth端末であれば90日以内に限って滞在中に使用することを可能とした。平成30年（2018年）は訪日外国人観光客数が3000万人に達し、今後も増加することが見込まれる中、観光客による商業・観光施設や駅等の公共施設で利用され、また平成31年（2019年）のラグビーワールドカップや平成32年（2020年）の東京オリンピック・パラリンピック競技大会等を見据えると、今後ますます2.4GHz帯及び5GHz帯における公衆無線LANの敷設は進み、無線LANの利用環境は混雑することが予想される。

## 2.4. 通信速度の高速化のニーズ増加

我が国のブロードバンド契約者の総トラフィックの統計は、図2.4-1のとおり、平成30年（2018年）5月で総ダウンロードトラフィックは推定約12.5Tbpsであり、前年同月比で29.7%増加している。なお、本トラフィックの統計には公衆無線LANサービスのトラフィックの一部も含まれている。

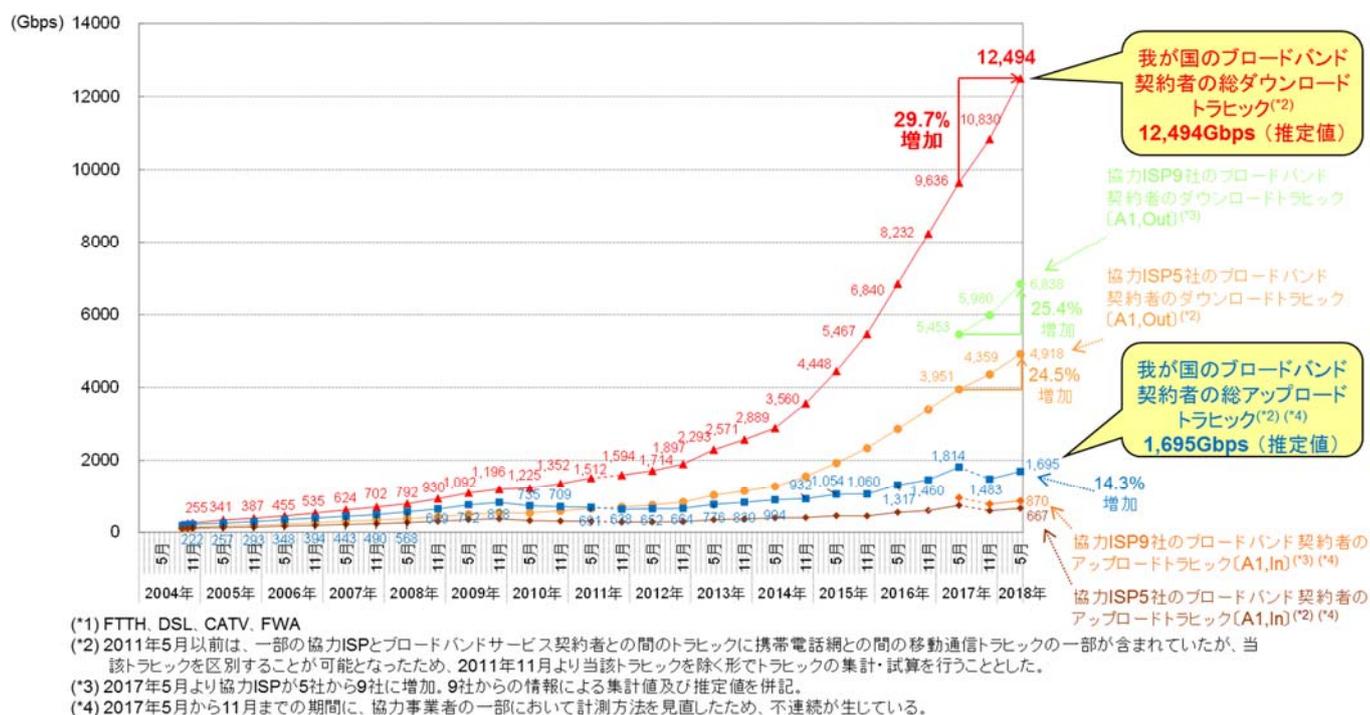


図2.4-1 我が国のブロードバンド契約者の総トラフィック<sup>[11]</sup>

こうした中、平成24年（2012年）に次世代高速無線LAN（802.11ac）に対応した製品が販売されてからは、図2.4-2のように、無線LAN全体のうち次世代高速無線LANが占める割合が増加し、現在ではおよそ8～9割の製品が11ac準拠となっている。

また、我が国における公衆無線LANサービスの利用者数の推移及び今後の予測は、図2.4-3のように、平成29年度（2017年度）は5046万人となっており、平成33年度（2021年度）には7013万人に達する予想となっている。

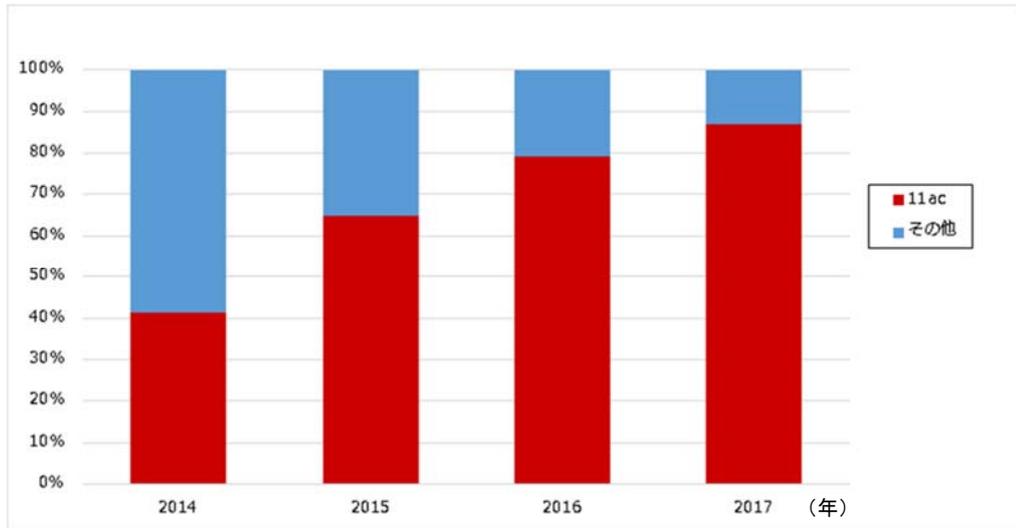


図2. 4-2 国内市場における802. 11ac対応機器が占める割合  
(株式会社バッファロー調べ)



図2. 4-3 公衆無線LANサービス利用者数予測<sup>[12]</sup>

これらの統計及び予測から、今後も無線LANのトラフィックは増えると予想され、通信速度の高速化のニーズも引き続き増大することに加え、混雑した環境における実効速度のさらなる向上が期待される。

以上のような背景を踏まえ、「電波利用成長戦略懇談会報告書（平成30年8月31日）」<sup>[13]</sup>において、「無線LANの帯域拡大、IoT機器用の周波数の確保などに対するニーズが高まっており、これら免許不要帯域の新たな確保が喫緊の課題」とされ、また電波政策の視点からは、「周波数再編アクションプラン（平成30年11月改定版）」<sup>[14]</sup>において以下のような目標や方針が示されたところである。

電波利用成長戦略懇談会報告書（平成30年8月31日）（抜粋）

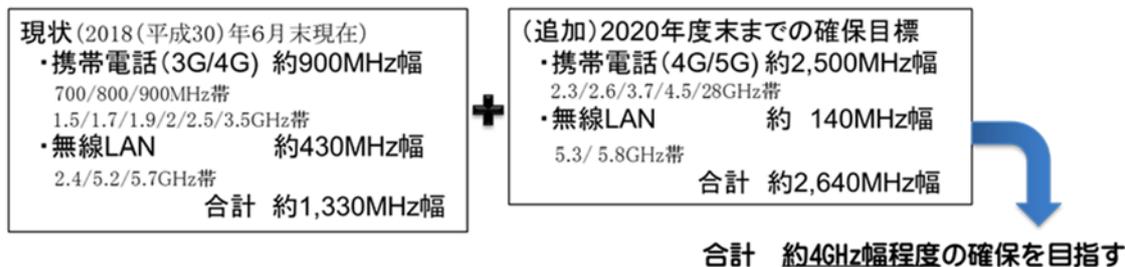
5. ワイヤレスがインフラとなる社会の実現に向けた取組

(1) 周波数長期再編プラン

(ア) 短期的な周波数の帯域確保目標

2020年の5G実現に向けた当面の目標<sup>\*</sup>としては、他の無線システムとの共用に留意しつつ、28GHz帯で最大2GHz幅、3.7GHz帯及び4.5GHz帯で最大500MHz幅の合計約2.5GHz幅程度の周波数を5G向けに確保し、既存の携帯電話用周波数やIoTで利用可能な無線LAN用周波数を含めて、2020年度末までに約4GHz幅の周波数確保を目指すことが適当である。

図表 2-5-1 2020年度末までの帯域確保目標イメージ



※ この目標の実現に当たっては、情報通信審議会新世代モバイル通信システム委員会報告（平成30年7月）の携帯電話用周波数確保に向けた考え方を踏まえて、

- ①3.7GHz帯及び4.5GHz帯の500MHz幅の確保目標は、公共用途の400MHz幅、民間用途の500MHz幅を対象として周波数再編・共用を行う
- ②28GHz帯の2GHz幅の確保目標は、公共用途及び民間用途の2000MHz幅を対象として周波数再編・共用を行う

このことにより、5Gに必要な帯域を確保していくことが期待される。

## 周波数再編アクションプラン（平成 30 年 11 月改定版）（抜粋）

### 第 3 章 重点的取組

#### Ⅲ 5GHz 帯無線 LAN の高度化等に向けた対応

2020 年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会を見据えた将来のモバイル通信のトラヒック増に対応するため、5GHz 帯無線 LAN システムの実効速度が向上する IEEE802.11ax 規格の導入等のため、他の既存無線システムとの共用条件等の技術的検討を進め、平成 31 年度中に技術基準を策定する。

### 第 4 章 各周波数区分の再編方針

#### Ⅵ 4.4～5.85GHz 帯

##### 基本的な方針

1 5G の移動通信システム等への需要に対応した必要周波数を確保するため、既存システムの周波数有効利用方策を早急に推進する。

○ 将来のトラヒック増に対応した 5GHz 帯無線 LAN の高度化を検討。

##### 具体的な取組

#### ○ 制度整備等

##### ② 無線 LAN [5GHz 帯]

- ・ 2020 年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会を見据えた将来のモバイル通信のトラヒック増に対応するため、5GHz 帯無線 LAN システムの実効速度が向上する IEEE802.11ax 規格の導入等のため、他の既存無線システムとの共用条件等の技術的検討を進め、平成 31 年度中に技術基準を策定する。

### 参考 1 新しい電波利用の実現に向けた研究開発等

#### (2) 研究開発課題

##### (2-1) モバイルコミュニケーションの質的・量的な拡大

⑨ 5GHz 帯における気象レーダーと無線 LAN との一層の混信回避のため、DFS における閾値（基準値）等に関する技術的検討を進める。

## 2.5. 次世代高効率無線LANの概要

### 2.5.1. 次世代高効率無線LANの利用イメージ

端末数及びトラフィックの増大は、キャリアセンスを採用する無線LANではスループットを落とす原因となる。このような無線LAN端末が多数存在する環境で、従来システム（802.11ac）と比べて、端末当たりの平均スループットを最低4倍改善することを目標とした次世代高効率無線LAN規格802.11axの策定が行われている。

このような混雑した環境に強い次世代高効率無線LANの登場により、空港、スタジアム、教育現場、駅等の既存の適用領域においてさらなる利便性の改善が期待されている。また、IoTの利用拡大に伴い、医療分野や工場、倉庫等といった産業分野において新たな形態での利用も期待されている。



図2.5.1 次世代高効率無線LANの利用イメージ

### 2.5.2. 次世代高効率無線LANに求められる基本的な要素

上記利用イメージから、無線LANは既存領域での利便性向上を進めつつ、新たな展開が期待されるIoT領域等における様々な無線利用の要求にも応えることが求められている。

また、無線LANユーザーの利便性の確保やサービス構築コストの低廉化の促進のため、国際的な標準化機関において標準化が進められていることを踏まえ、我が国においても複数ベンダーによる機器提供が可能な技術方式を導入することが望ましい。

そのため、以下の要素を満足することが適当である。

- 国際標準規格との整合性の確保
- 機器製造やサービス形態の柔軟性の確保

さらに、今後もさらなる普及拡大及び展開領域の拡大が見込まれる無線LANに求められる機能面での要求条件は、以下のとおりとなる。

- 多数の無線LANのアクセスポイントや端末が稠密に存在する環境において、十分な性能の発揮

- チップ供給ベンダー及び機器供給ベンダー間の相互接続性の確保
- 既存の無線LANとの後方互換性の確保
- 同一周波数帯の他システムと周波数共有が可能な仕組み

以上の観点から、現在、TGaxにおいて標準化が進められている技術方式802.11axを前提とすることが適当である。

### 2.5.3. 次世代高効率無線LANの導入により期待される効果

次世代高効率無線LANの導入により最も期待される性能、すなわち導入効果は、機能面での要求条件として挙げた、多数の無線LANのアクセスポイントや端末が稠密に存在する環境において、十分な性能を発揮することである。

具体的には、802.11axの導入により以下の効果が期待される。

- 複数の端末からアクセスポイントへの同時送信
- 空間的な利用効率の向上

現在の無線LAN規格では端末が各々キャリアセンスを行い、先行する送信電波がある場合には、その停波を確認するまで送信を抑制する。その結果、チャンネル当たり時分割で送信が行われることになる。一方、802.11axでは図2.5.3-1の下段のようにマルチユーザー伝送技術の導入により、同一チャンネルであっても複数の端末が同時にアクセスポイントへ送信が可能になる。

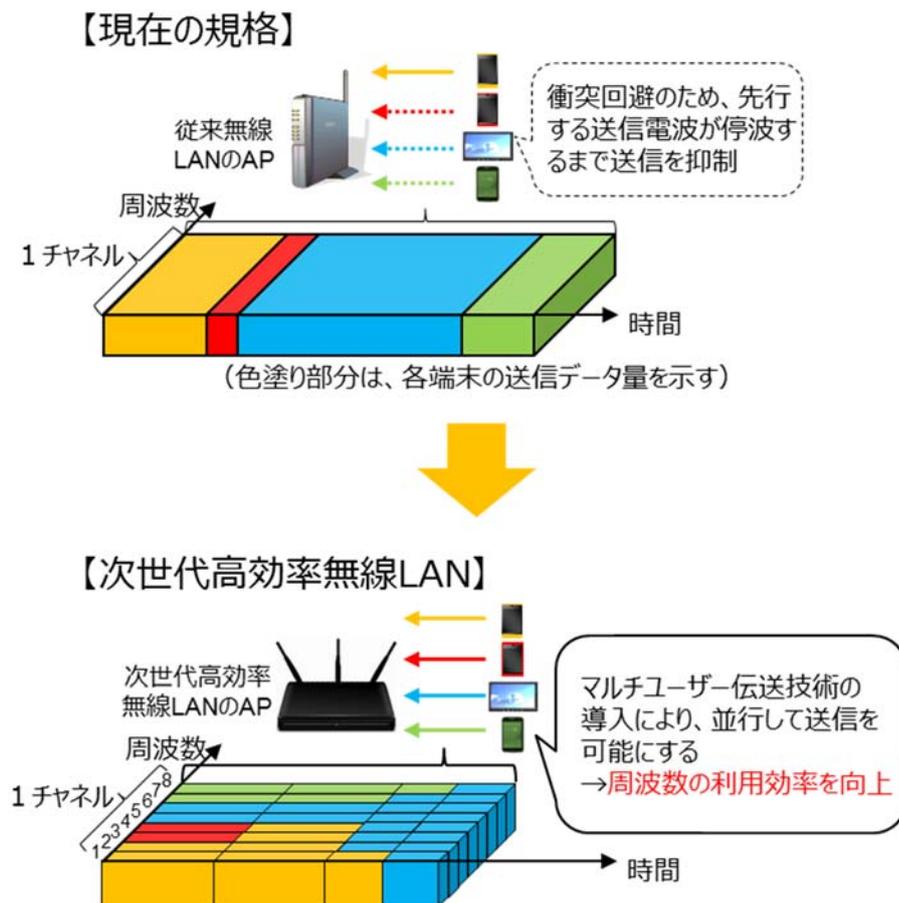


図2.5.3-1 マルチユーザー伝送技術の導入イメージ

複数の端末の送信を多重するマルチユーザー伝送技術として、802.11axでは図2.5.3-2に示す、MU-MIMO (Multi-User Multiple-Input Multiple-Output) とOFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) の2種類の方式を採用する。MU-MIMOは空間で端末間の送信を直交し、OFDMAは周波数で端末間の送信を直交する方式であり、従ってアクセスポイントでは各端末の送信信号を分離できる。実際に端末からアクセスポイントへマルチユーザー伝送する際には、アクセスポイントが先行してキャリアセンスを実施し、送信したトリガーフレームでマルチユーザー伝送を指示する。トリガーフレームを受信した各端末は固定時間内に他の先行する送信電波がないことを確認できると、同時送信を行う。

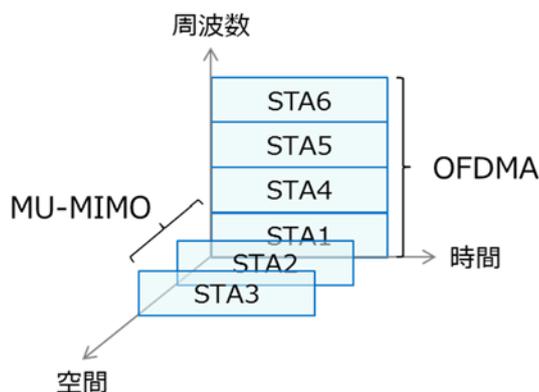


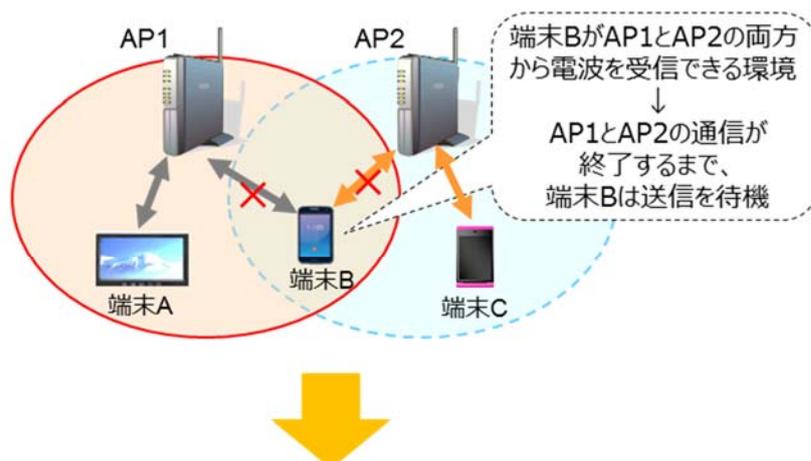
図2.5.3-2 802.11axで導入するマルチユーザー伝送技術

また、キャリアセンスを実施する際、従来の無線LANシステムは、無線LANの信号を検出した場合の閾値（プリアンブル検出レベル）とその他の信号を検出した場合の閾値（エネルギー検出レベル）の2つの閾値を使い分けて、送信の可否を判断している（エネルギー検出レベルは、プリアンブル検出レベルよりも20dB高い値に設定）。

例えば、図2.5.3-3のようにAP 1に接続する端末Bがキャリアセンスを実施した際、既に端末Aが通信しており、端末Aの信号が端末Bでプリアンブル検出レベルよりも高い電力で受信されると、端末Bは端末Aの送信が終了するまで待機しなくてはならない。しかし、端末Bの送信電力が低ければ、実際には端末Bが送信しても他のAPと端末に与える干渉量は十分小さく、複数端末による同時通信が可能な場合がある。そこで、802.11axではエネルギー検出レベルは維持しつつ、他のAPと端末の間での通信を受信した場合には端末の送信電力に応じてプリアンブル検出レベルを緩めて（高めて）空間的な利用効率の向上を図る仕組みが設けられる見込みである。

なお、エネルギー検出レベルは、他システムの信号を検出した場合だけでなく、実際は無線LANの信号であるが無線区間での誤りによって信号検出に失敗した場合にも適用される。

### 【現在の規格】



### 【次世代高効率無線LAN】

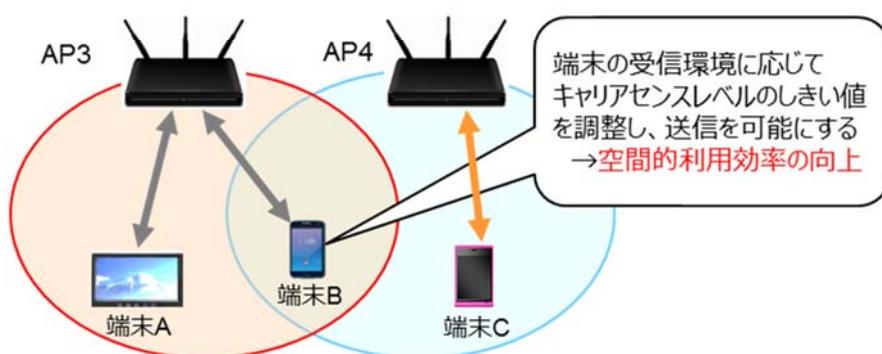


図2.5.3-3 空間的な利用効率の向上イメージ

#### 2.5.4. IEEEにおける次世代高効率無線LANの規格化状況

IEEEにおいて次世代高効率無線LANの規格化活動はTGaxとして平成26年（2014年）5月から本格的に開始した。規格ドラフト1.0版は平成28年（2016年）11月に策定され、802.11グループレベルで実施される電子投票（Letter Ballot）で承認率58%であった。平成29年（2017年）10月に策定されたドラフト2.0版は、承認率は63%であった。そして平成30年（2018年）6月に策定されたドラフト3.0版で承認率87%となり、承認ラインの75%を越えたことから、規格ドラフトとして承認された位置づけとなった。これにより、技術スペックとしてほぼ確定したと認められ、ドラフト3.0版が承認された。これを受けて802.11axのドラフト版が販売開始され<sup>[15]</sup>、公開された。また承認ドラフトになったことにより、以降の電子投票はRecirculation Letter Ballotという投票者・コメント内容が制限<sup>8</sup>された投票となり、ドラフト内容を収束させるフェーズに入る。その後、平成31年（2019年）2月にはIEEE standards Associationレベルでの承認投票（Sponsor Ballot）に移行し、平成32年（2020年）6月頃に成立予定となっている。

<sup>8</sup> バグがある場合を除き、技術スペックそのものを変更するコメントは受理されない。



SG: Study Group (規格化活動を開始するための枠組みを定義すること(PARとCSDの作成)を目的としたグループ)  
 PAR: Project Authorization Request (スコープや必要性など規格化活動を規定)  
 CSD: Criteria for Standards Development (規格化活動の位置づけなどを説明)  
 TG: Task Group (規格ドラフトを策定するグループ)  
 SFD: Specification Framework Document (技術仕様の概要)

図2.5.4-1 802.11ax標準化タイムライン (平成31年(2019年)2月現在)

802.11axのドラフト3.0版は、図2.5.4-2のように802.11nの1.3倍、802.11acの1.6倍のボリュームがあり、単純にボリュームに比例する訳ではないが、改変内容の量がこれまでの規格化活動よりも多いと言える。しかし、規格ドラフトの承認率の推移を比較すると、ドラフト3.0版の段階で802.11nや802.11acと同等の水準になっている。規格ドラフト1.0版の策定準備が整った会合からの時間軸で比較した標準化スケジュールは図2.5.4-3のようになっているが、これを見ると標準化は802.11nと同等もしくはそれより早いペースで進める予定となっている。

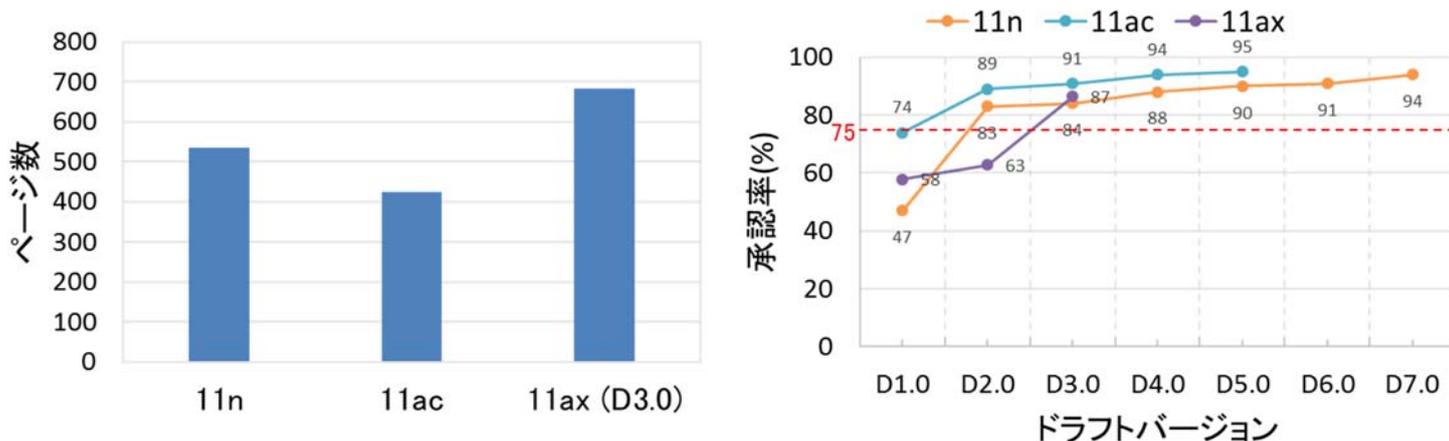
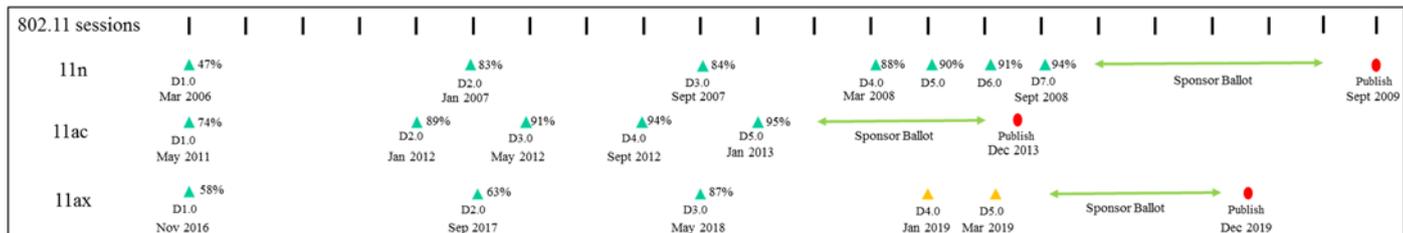


図2.5.4-2 802.11n、11ac、11axの各規格ドラフトの比較  
 (左図：ボリューム比較、右図：承認率の推移)



\* 11axテクニカルエディターによる予想スケジュール比較(doc.: IEEE 802.11-18/968r0)をベースに更新  
 注: 規格ドラフト下の月は策定準備が整った会合のタイミングで記載

図2.5.4-3 802.11n、11ac、11axの標準化スケジュールの比較

## 2.5.5. 市場動向

無線LANチップ供給ベンダーからの802.11axドラフト対応サンプルに関するプレスリリースは表2.5.5のように、平成28年(2016年)後半から出始め、平成29年(2017年)12月には主要なチップ供給ベンダーのプレスリリースはほぼ出揃ったと言える。

表2.5.5 無線LANチップ供給ベンダーのプレスリリース状況

ベンダー	Qualcomm	Qualcomm	Broadcom	Broadcom	Broadcom	Qualcomm	NXP	Marvell	Marvell	Marvell	Celena	Intel
型番	IPQ8074	QCA6290	BCM43684	BCM43694	BCM4375	QSR10G-AX	LA1575	88W9068	88W9064	88W9064S	非公開	非公開
対応ストリーム数と周波数帯	8-stream @ 5GHz 4-stream @ 2.4GHz	2-stream @ 5GHz 2-stream @ 2.4GHz	4-stream @ 5GHz 4-stream @ 2.4GHz	4-stream @ 5GHz 4-stream @ 2.4GHz	2-stream @ 5GHz 2-stream @ 2.4GHz	8-stream @ 5GHz 4-stream @ 2.4GHz	非公開	8-stream @ 5GHz	4-stream @ 5GHz 4-stream @ 2.4GHz	2x4 MIMO 2-stream @ 5GHz 2x4 MIMO 2-stream @ 2.4GHz	2.4G/5GHz	非公開
用途	Router, Gateway, AP	Laptop, smartphone, tablet	residential Wi-Fi AP	enterprise AP	mobile device	AP	非公開	Enterprise/Retail AP, Gateway, Fixed wireless service	Enterprise/Retail AP, Gateway, Fixed wireless service	set-top box	非公開	非公開
プレスリリース年月日	2017/12/14	2017/12/14	2017/8/15	2017/8/15	2017/8/15	2016/10/17	2017/2/22	2017/12/11	2017/12/11	2017/12/11	2018/1/4	2018/1/8

また、複数の機器供給ベンダーから802.11axドラフト対応の無線LANルータの発表が出ている。国内でも、平成30年(2018年)2月の半導体集積回路技術の国際会議ISSCC 2018において国内メーカーから802.11axドラフト対応チップの開発発表があった。

802.11nでは平成18年(2006年)1月ごろからチップ供給ベンダーのサンプル出荷が開始し、その1年5か月後には802.11nに対する相互接続認証が開始され、802.11acでは平成24年(2012年)2月ごろからチップ供給ベンダーのサンプル出荷が開始し、その1年4か月後には802.11acに対する相互接続認証が開始され、市場が立ち上がった。このように過去の事例を参照すると、チップ供給ベンダーのサンプル出荷開始から約1年半後に市場が立ち上がっている。802.11axに関しては、平成29年(2017年)12月に主要なチップ供給ベンダーのプレスリリースが出揃ったことから、市場は平成31年(2019年)夏ごろに立ち上がると予想される。また、IEEE802.11に関する米国業界団体であるWi-Fi Allianceは、802.11axに基づくWi-Fi 6の認定に係る試験を同年中に開始予定と発表している<sup>[16]</sup>。

## 2. 6. 無線LANによる5. 6GHz帯のガードバンド利用

### 2. 6. 1. 5. 6GHz帯の利用状況

我が国では屋内に加えて屋外でも無線LANが利用可能な周波数帯として、平成19年（2007年）から図2. 6. 1で示すチャンネル配置により5. 6GHz帯（5470～5725MHz）が利用できるようになった。なお、5. 6GHz帯を上空で利用する場合は、現状は航空機内に限定され、また、レーダーとの共用のため、2. 7節で述べるDFS機能の具備が必須となっている。DFS機能とは、レーダー波を検知した場合に当該レーダー波への干渉を回避するため、同レーダー波と帯域が重複するチャンネルでの送信を停止し、他のチャンネルへ移行するものである。

屋外でも利用可能な周波数帯ということで公衆無線LANなどに利用される一方、DFS機能によりレーダー検知時は通信が途切れるため、文教や流通（POS用途）、またストリーム配信等の用途で使う場合には敬遠される傾向がある。



図2. 6. 1 5. 6GHz帯のチャンネル配置

### 2. 6. 2. チャンネルボンディングの効果

チャンネルボンディングとは、複数のチャンネルを合わせて帯域を広げ、伝送レートを向上させる技術である。無線LAN規格においても、従来のチャンネル幅20MHzに対し、802. 11nによりオプションで40MHzを追加、また、802. 11acでは40MHz及び80MHzを必須対応幅とし、さらにオプションで160MHzと80+80MHzを追加したように、高速化技術として採用されてきた。占有周波数帯幅が広がると、伝送レートもほぼ正比例で高くなる。80MHzでは40MHzを2つ接続するイメージだが、無線LAN規格では実際はデータサブキャリアをより多く詰め込み、高速化を図っているため、40MHzの伝送レートの2倍よりも若干高くなる。160MHzもしくは80+80MHzチャンネル幅を用いた場合、伝送レートは20MHzの場合の約8倍高速になる。

5. 6GHz帯のガードバンドに当たる144chが開放されることによって、図2. 6. 2のように20MHzシステムとしては、5. 2GHz帯、5. 3GHz帯と合わせて19チャンネルから20チャンネルに増える。また、140chと144chのボンディング（40MHz）や、132ch、136ch、140ch、144chのボンディング（80MHz）が可能となり、802. 11ac又は次世代高効率無線LANでの40MHzシステム及び80MHzシステムが利用できるようになる。40MHzシステムとしてはチャンネルの組合せパターンが1つ増え、5. 2GHz帯、5. 3GHz帯と合わせると9から10パターンに選択肢が広がる。80MHzシステムについてもパターンが1つ増え、5. 2GHz帯、5. 3GHz帯と合わせると4から5パターンに選択肢が広がる。さらに80+80MHzシステムでは5. 2GHz帯、5. 3GHz帯と合わせることでパターンが3つ増え、従来の4パターンから倍近い7パターンに選択肢が広がる。

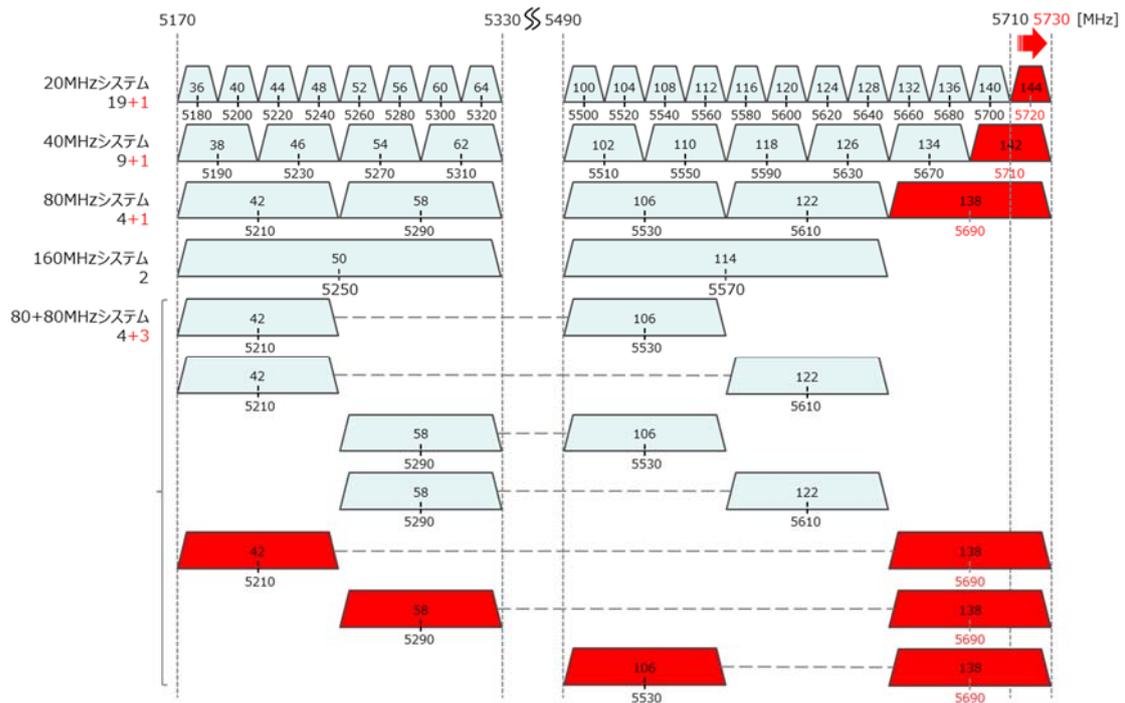


図2. 6. 2 現在の5. 6GHz帯無線LANのチャンネル配置と144ch追加によるチャンネルボンディング利用の拡大

このように144chの使用を可能にし、高速通信が可能なチャンネルを1つ追加することで、802. 11acや次世代高効率無線LANで規定されている高速な伝送レートを活用する機会を大幅に広げることができる。

## 2.7. 気象レーダーの高度化に伴うDFSの見直し

### 2.7.1. DFSの概要

DFSとは、5GHz帯無線LAN等の無線アクセスシステムがレーダーシステムに影響を与えないように、無線アクセスシステムがレーダーパルスを検出した場合には、同レーダー波と帯域が重複するチャンネルでの送信を停止する機能であり、ITU-R勧告M.1652-1においてDFSの搭載が義務付けられ、我が国においては技術基準<sup>9</sup>に基づき、DFSの具備を必須としている（参考資料2：平成19年総務省告示第48号）。

DFSの動作概要については図2.7.1で示すとおり、無線アクセスシステムは、運用前の60秒間及び運用中において、レーダーシステムからのレーダー波をモニタリングする。上記モニタリングにおいてレーダー波を検出した場合、10秒以内に当該周波数から立ち退き、また、当該周波数での電波発射は最低30分間回避する必要がある。

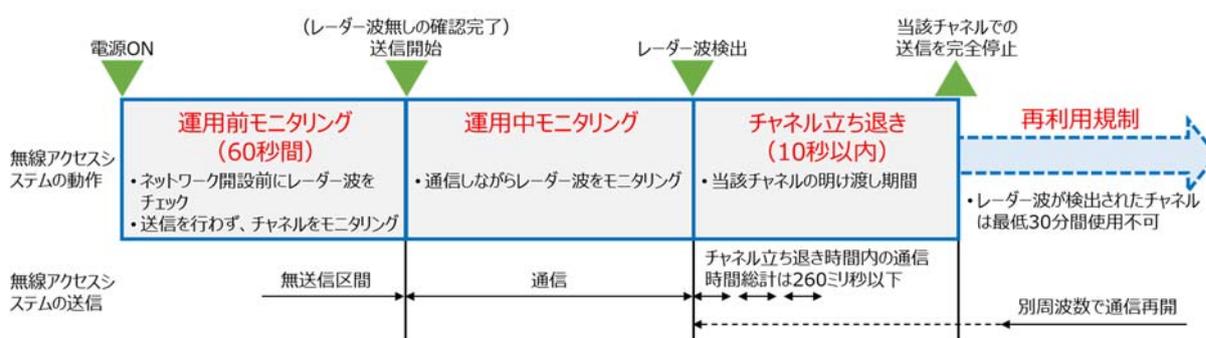


図2.7.1 DFSの動作概要

我が国においては、5.3GHz帯小電力データ通信システムにおけるレーダー波の要求レベル（DFS閾値）については表2.7.1で示すとおり、受信利得が0dBiのアンテナを使用した場合において、最大EIRPが200mW未満のデバイスについてはDFS閾値を-62dBm、最大EIRPが200mW以上のデバイスについてはDFS閾値を-64dBmにすることが規定されており、あわせて5.3GHz帯小電力データ通信システムのDFSを対象とした試験方法を定めている（参考資料2）。

表2.7.1 我が国のDFS検出閾値

最大EIRP	DFS閾値
200mW未満	-62dBm
200mW以上	-64dBm

注 送信空中線の絶対利得は、0dBiとする。

### 2.7.2. ITU-Rにおける規定状況

5250～5350MHz及び5470～5725MHzでは、平成24年（2012年）世界無線通信会議（WRC-12）における決議第229のresolves 8により、レーダーシステムと無線LANの共用を保障するため、無線LANシステムはITU-R勧告M.1652-1のAnnex1の干渉軽減技術（DFS）の搭載が義務付けられている。ただし、1.3.1節で述べた

<sup>9</sup>無線設備規則第49条の20第3号ワ、同条第4号リ及び同条第5号リ

とおり、5650～5850MHzについては、我が国における移動業務によるこの帯域の使用は決議第229の対象外となり、DFSの具備は義務となっていない。

なお、現時点では、当該周波数帯において保護の対象となるレーダーは、ITU-R勧告M. 1638-0に規定されたものに限定されている。

## 2.7.3. 我が国及び欧米等の諸外国における規定状況

### 2.7.3.1. 我が国における規定状況

我が国におけるDFSに係る要求条件の詳細は、以下の表に示すとおりであり、これらは特定無線設備の技術基準適合証明等に関する規則（昭和56年郵政省令第37号）別表第45で規定され、これに基づいてDFSの適性試験が行われる。

試験機器の通信負荷条件は、誤り訂正及び制御信号を含めない信号伝送速度で、無線設備の最大伝送信号速度の50%となるように設定されている。

表2.7.3.1-1は、DFSの各機能に要求される時間パラメータを示したものであり、ITU-R勧告M. 1652-1の規定を参照した値が設定されている。

表2.7.3.1-1 我が国のDFS要求の時間パラメータ

パラメータ	値
Channel Availability Check Time (送信しようとしているチャンネルの占有周波数帯幅内におけるレーダーが送信する電波の有無の確認時間)	60 秒
Channel Move Time <sup>注</sup> (運用中チャンネル監視の機能及び送信停止時間)	10 秒
Non-Occupancy Period <sup>注</sup> (運用中チャンネル監視によりレーダー電波が検出された場合の送信停止時間)	30 分

注 工事設計書において確認される。

我が国におけるDFSの検出閾値は、表2.7.1のとおりであり、ITU-R勧告M. 1652-1の規定を参照した値が設定されている。

表2.7.3.1-2は、試験信号のパラメータを示したものである。

5. 3GHz帯については、パルス1と2は、いずれも固定パラメータの短パルス波形である。

5. 6GHz帯については、パルス1～3が固定パラメータの短パルス波形、パルス4～6が可変パラメータの短パルス波形、チャープはチャープパルス波形、ホッピングは周波数ホッピング波形であり、これらのパラメータの多くはFCCと共通している。

表2.7.3.1-2 我が国のDFSパルスパターン

周波数帯	試験信号	パルス幅 [μs]	パルス繰り返し周波数 [Hz]	Pulses per burst (PPB)	繰り返し周期 [s]
5.3GHz帯	固定パルス1	1.0	700	18	15
	固定パルス2	2.5	260	18	15
5.6GHz帯	固定パルス1	0.5	720	18	15
	固定パルス2	1.0	700	18	15
	固定パルス3	2.0	250	18	15
	可変パルス4	1~5	4377~6667	18	15
	可変パルス5	6~10	2000~5000	23~29	15
	可変パルス6	11~20	2000~5000	16~18	15
	チャープ	50~100	500~1000	1~3	12
ホッピング <sup>注</sup>	1	3000	9	10	

注 ホッピング間隔は、3msとする。

表2.7.3.1-3は、必要とされるレーダー信号の検出確率を示したものである。

5.3GHz帯を使用する場合、はじめの20信号中の検出回数が15回以上、又は、はじめの20信号中で検出回数が11回以上かつ40信号中の検出回数が24回以上である必要がある。

5.6GHz帯を使用する場合、固定パルス1~3と可変パルス4~6については、5.3GHz帯と同じ条件が設定されているほか、パルス1~6の平均で80%以上の検出率が必要となる。

5.6GHz帯のチャープ信号の場合、はじめの20信号中の検出回数が18回以上、又は、はじめの20信号中の検出回数が15回以上かつ40信号中の検出回数が32回以上である必要がある。

5.6GHz帯のホッピング信号の場合、はじめの20信号中の検出回数が16回以上、又は、はじめの20信号中の検出回数が11回以上かつ40信号中の検出回数が28回以上である必要がある。

表2.7.3.1-3 我が国で要求される検出確率

レーダーの種別		最小検出確率
5.3GHz帯	固定パルス 1	以下のどちらかの条件を満たす ・ 15/20 以上 ・ 11/20 以上 かつ 24/40 以上
	固定パルス 2	同上
5.6GHz帯	固定パルス 1	同上
	固定パルス 2	同上
	固定パルス 3	同上
	可変パルス 4	同上
	可変パルス 5	同上
	可変パルス 6	同上
	パルス 1～6の平均	80%以上
	チャープ	以下のどちらかの条件を満たすこと ・ 18/20 以上 ・ 15/20 以上 かつ 32/40 以上
ホッピング	以下のどちらかの条件を満たすこと ・ 16/20 以上 ・ 11/20 以上 かつ 28/40 以上	

#### 2.7.3.2. 米国における規定状況

米国における無線LANシステムのDFS適合性試験は、FCCが定める905462 D02 UNII DFS Compliance Procedures New Rules v02で規定されている。試験機器の通信負荷条件は、約17%以上の最小チャネル負荷（総伝送時間に対する占有時間率）となるように設定されている。

表2.7.3.2-1は、DFSの各機能に要求される時間パラメータを示したものであり、CAC Time、Channel Move Time、Non-Occupancy Periodについては、ITU-R勧告M.1652-1の規定と同様である。また、Channel Closing Transmission Timeについては、ITU-R勧告に規定はないが、FCCルールにおいて条件が規定されている。

表2.7.3.2-1 FCCのDFS要求の時間パラメータ

パラメータ	時間
Channel Availability Check Time	60 秒
Channel Move Time	10 秒
Channel Closing Transmission Time	$0.2 + 0.06 \times \text{制御フレーム数}$ [秒]
Non-Occupancy Period	30 分

表2.7.3.2-2は、DFS検出閾値を示したものであり、ITU-R勧告M.1652-1の規定を参照した値が設定されている。

表2.7.3.2-2 FCCのDFS検出閾値

EIRP	DFS検出閾値 <sup>注</sup> [dBm]
23dBm 未満かつ10dBm/MHz 未満	-62
それ以外	-64

注 送信空中線の絶対利得は、0dBiとする。

表2.7.3.2-3は、DFSの適合性試験で用いるパルスパターンを示したものである。

周波数帯の区別はなく、5.3GHz帯と5.6GHz帯について共通に適用される。

Type 0はETSIでのReferenceに等しいもので、CAC、Channel Closing、Channel Moveについてのテストに用いられる。

Type 0~Type 4は、無変調の短パルス波形、Type 5はチャープ変調が適用された長パルス波形、Type 6は周波数ホッピング波形である。

表2.7.3.2-3 FCCのDFSパルスパターン

Type	パルス幅 [μs]	RPF [ppf]	PRI [μs]	PPB	変調方式
0	1	700	1428	18	規定なし
1	1	326.2~1930.5	518~3066	18~102	規定なし
2	1~5	4377~6667	150~230	23~29	規定なし
3	6~10	2000~5000	200~500	16~18	規定なし
4	11~20	2000~5000	200~500	12~16	規定なし
5	50~1000	500~1000	1000~2000	1~3	チャープ:5~20MHz
6	1	3003	333	9	ホッピング Length:300ms Rate:333Hz

RPF : Reverse Path Forwarding (PRIに占めるパルス幅を表す)

PRI : Pulse Repetition Interval

PPB : Pulses per burst

表2.7.3.2-4は、要求されるレーダー信号の検出確率を示したものである。

表2.7.3.2-4 FCCで要求される検出確率

レーダーの種別		検出確率
Short pulse	Type 0~4	60%
	Type 1~4の平均	80%
Long pulse (chirp)	Type 5	80%
Frequency hopping pulse	Type 6	70%

### 2.7.3.3. 欧州における規定状況

欧州における無線LANシステムのDFS適合性試験は、ETSI standard EN 301 893<sup>[17]</sup> に規定されている。ただし、以下の要件を満たすClient (Slave) Deviceについては、DFS機能の具備は必要ではない。

- ・送信出力が200mW未満のもの
- ・アクティブスキャンしないもの
- ・マスターデバイス（アクセスポイント等）の指示でのみチャネルを使用するもの
- ・マスターデバイスからチャネル変更の指示に従うことができるもの
- ・Channel Move Time (10s) とChannel Closing Time (1s) の要求を満たすもの

試験機器の通信負荷条件は、100ms当たりで30%の通信負荷となるように設定されている。表2.7.3.3-1は、DFSの各機能に要求される時間パラメータを示したものである。周波数帯によって区別され、5600~5650MHz又はそれ以外の周波数で値が異なり、5600~5650MHzを使用する場合は要求条件がより厳しいものとなっている。

具体的な違いは、以下のとおりである。

CAC timeについては、5600~5650MHz以外の周波数を使用する場合はITU-R勧告M.1652-1に規定されている値（60秒）に適合すればよいが、5600~5650MHzを使用する場合は10分とより長い確認時間が要求されている。なお、ITU-R勧告M.1652-1においては、追加の条件として、5600~5650MHzではレーダー信号検出後のCAC Timeを10分とされているが、ETSIの規定では常に同帯域でのCAC Timeを10分とすることとされている。

Channel Move TimeとNon-Occupancy Periodについては、いずれもITU-R勧告M.1652-1の値と同じである。

Off-Channel CACについては、ITU-Rにおいては特に規定されていないが、ETSIでは断続的に他のチャネルのCACを行うことでチャネルが利用可能かどうかを判断できるように、Off-Channel CACが規定されている。

Channel Closing Transmission Timeは、レーダー信号を閾値以上で検出した場合にそのチャネルの使用を完全に停止するまでに電波の発射が許容される時間のことであり、ITU-R勧告M.1652-1においては厳密に規定されていないが、ETSIの規定では検出後1秒以内に電波を完全に停止することとされている。

表2.7.3.3-1 ETSIのDFS要求の時間パラメータ値

パラメータ	周波数帯	
	5600～5650MHz <sup>注</sup>	その他
Channel Availability Check Time	10分	60秒
Minimum Off-Channel CAC Time	1時間	6分
Maximum Off-Channel CAC Time	24時間	4時間
Channel Move Time	10秒	
Channel Closing Transmission Time	1秒	
Non-Occupancy Period	30分	

注 無線LANが当該帯域の一部を使用する場合を含む。

表2.7.3.3-2は、DFS検出閾値を示したものである。

ITU-R勧告M.1652-1では、EIRPが10dBm/MHz以上の場合はDFS検出閾値が-64dBmとされている、ETSIの規定ではEIRPに応じて段階的に値が適用される。

表2.7.3.3-2 ETSIのDFS検出閾値

EIRP	DFS検出閾値 <sup>注</sup> [dBm]
10dBm/MHz以下	-62
その他	$\max(-64, -62 + 10 - \text{EIRP}[\text{dBm/MHz}])$

注 送信空中線の絶対利得は、0dBiとする。

表2.7.3.3-3は、DFSの適合性試験で用いる7つのパルスパターンを定義したものである。Referenceは、CAC、Channel Closing、Channel Moveのテスト用の信号である。

Referenceを使ったテスト以外は、Master DeviceとClient Device間で30%以上のトラフィックで通信を行っている状態で、レーダー信号が検出できるかどうかの試験を行う。

Type 4はチャープ信号、Type 5とType 6は同一バースト内で2つ又は3つのPRF（Pulse Repetition Frequency：パルス繰り返し周波数）を組み合わせたレーダー信号である。

表2.7.3.3-3 ETSIのDFSパルスパターン

Type	パルス幅 [μs]	RPF [ppf]	PRI <sup>注</sup> [μs]	PPB	変調方式	PRF数
Reference	1	700	1429	18	規定なし	1
1	0.5~5	200~1000	1000~5000	10	規定なし	1
2	0.5~15	200~1600	625~5000	15	規定なし	1
3	0.5~15	2300~4000	250~435	25	規定なし	1
4	20~30	2000~4000	250~500	20	チャープ ±2.5MHz deviation	1
5	0.5~2	300~400	2500~3333	10	規定なし	2、3
6	0.5~2	400~1200	833~2500	15	規定なし	2、3

注 PRIの定義はないが、FCC規格と比較するため、四捨五入した値を規定。

表2.7.3.3-4は、必要とされるレーダー信号の検出確率を示したものである。5600~5650MHzを使用する場合は、CAC、Off-Channel CACについては検出確率が99.99%以上であり、実質的に適合性試験では全てのレーダー信号を検出する必要がある。

その他のパラメータについては、60%以上とされ、レーダータイプによる差異はなく、共通の要求条件が適用される。

なお、RRには、検出確率に関する規定はない。

表2.7.3.3-4 ETSIで要求される検出確率

パラメータ	レーダー検出確率	
	5600~5650MHz	その他
CAC, Off-Channel CAC	99.99%	60%
In-Service Monitoring	60%	60%
備考：検出確率はテスト環境で要求される最低限の値であり、実環境での検出確率を表すものではない。		

#### 2.7.3.4. その他の諸外国における規定状況

##### (ア) カナダ

カナダではISED (Engineering Bureau of Innovation, Science and Economic Development Canada) の技術標準RSS 247において、DFSに関する規定が設けられている。DFS閾値やIn-Service Monitoring、CAC、Channel Move Time、Channel Closing Transmission Time、Non-Occupancy Periodについては、米国と同じ基準になっている。ただし、5600~5650MHzは気象レーダーに使用され、無線LAN用には開放されていない。

DFS適合性試験の方法については、FCC KDB Procedure 905462又はETSI EN 301 893のいずれかに従うと書かれており、カナダ独自のテスト方法は

定義されていない。

(イ) オーストラリア

オーストラリアでは、ACMA (Australian Communications and Media Authority) の技術基準AS/NZS 4248において、米国又は欧州におけるDFS適合性試験が参照されている。ただし、5600～5650MHzは気象レーダーにより使用され、カナダと同様に無線LAN用には開放されていない。

2.7.3.5. 各国における規定状況の比較

各国のDFS 要求条件を表2.7.3.5-1に示す。

我が国のDFSの要求条件は、米国の技術基準に類似している部分があるが、一部の試験項目について我が国では周波数帯による区別がある。

また、米国のDFS要求の時間パラメータ値やDFSパルスパターンは、欧州の場合と異なり、帯域による差異はない。なお、FCCによるChannel Closing Transmission Timeに関する条件についても、レーダー信号を検出後にChannel Move Timeの一部の時間のみ通信を限定するという意味ではETSIの規定とさほど違いはない。

表2.7.3.5-1 各国のDFS要求条件の比較

パラメータ	ITU-R勧告 M.1652-1	欧州 (ETSI)		米国 (FCC)	カナダ (ISED)、 オーストラリア (ACMA)	日本 (総務省)	
	5.3GHz帯 5.6GHz帯	5600 ~ 5650MHz	5.3GHz帯、 その他の 5.6GHz帯	5.3GHz帯 5.6GHz帯	5600 ~ 5650MHz	5.3GHz帯、 その他の 5.6GHz帯	
Channel Availability Check Time	60秒	10分	60秒	60秒	使用不可	60秒	
Channel Move Time	10秒	10秒		10秒		10秒	10秒
Channel Closing Transmission Time	N/A	1秒		0.2 + 0.06 × 制御フレーム数 [秒]		0.2 + 0.06 × 制御フレーム数 [秒]	N/A
Non-Occupancy Period	30分	30分		30分		30分	30分

各国のDFS適合性試験に用いるパルスパターンを表2.7.3.5-2に示す。

我が国のみが周波数帯毎に別々のパルスパターンを設定し、米国及び欧州では周波数帯による差異はない。

我が国と米国、欧州で共通しているパルスパターンは1つのみである。しかしこのパルスは、我が国においては5.3GHz帯用の1パルスとして定義されているが、米国と欧州においてはDFSのChannel Move、Channel Closing、Non-

Occupancy Period としてDFSの基本動作のテストに用いられ、扱いが異なる。

また、我が国において、5.6GHz帯で用いるチャープパルスや周波数ホッピングパルスを含む可変（ランダム）パラメータを用いたパルスパターンは、米国で用いるパルスパターンと共通したものになっている。それ以外は、各国独自のパルスパターンが定義され用いられている。

表2.7.3.5-2 各国のDFSテストパターンの比較

パルスの種別	パルス幅 [μs]	PRF [pps]	PPB	欧州 (ETSI)	米国 (FCC)	日本	
				5.3GHz帯 5.6GHz帯	5.3GHz帯 5.6GHz帯	5.3GHz帯	5.6GHz帯
Short	1	700	18	Reference	Type 0	固定 1	N/A
Short	0.5~5	200~1000	10	Type1	N/A	N/A	N/A
Short	0.5~15	200~1600	15	Type2	N/A	N/A	N/A
Short	0.5~15	2300~4000	25	Type3	N/A	N/A	N/A
Chirp (Short)	20~30	2000~4000	20	Type4	N/A	N/A	N/A
Short (multi- RPF)	0.5~2	300~400	10	Type5	N/A	N/A	N/A
Short (multi- RPF)	0.5~2	400~1200	15	Type6	N/A	N/A	N/A
Short	1	326.2~ 1930.5	18~102	N/A	Type1	N/A	N/A
Short	1~5	4377~6667	23~29	N/A	Type2	N/A	可変 4
Short	6~10	2000~5000	16~18	N/A	Type3	N/A	可変 5
Short	11~20	2000~5000	12~16	N/A	Type4	N/A	可変 6
Chirp (Long)	50-1000	500~1000	1 ~ 3	N/A	Type5	N/A	Chirp
Hopping	1	3003	9	N/A	Type6	N/A	Hopping
Short (Fixed)	2.5	260	18	N/A	N/A	固定 2	N/A
Short (Fixed)	0.5	720	18	N/A	N/A	N/A	固定 1
Short (Fixed)	1.0	700	18	N/A	N/A	N/A	固定 2
Short (Fixed)	2.0	250	18	N/A	N/A	N/A	固定 3

## 2.7.4. 気象レーダーの高度化の動向

国内で現業用気象レーダーが稼働して既に半世紀以上が経過した。開発当初から現在、また近い将来までの気象レーダー技術の動向を図2.7.4-1に示す。気象レーダーは、1950年代から降雨からのレーダー反射電力強度から雨の強弱を定性的に観測する反射型レーダーとして始まった。この時代の要素技術としては送信管として自励発振型のマグネトロンが用いられ、受信機はアナログ方式の対数増幅器が用いられた。受信機出力ビデオ信号は白黒の残光型ディスプレイ（PPI: Plan Position Indicator）に空中線回転と同期しながら映し出され、雨域の強弱を輝度の強弱に比例させ暗室で観測（スケッチ）するアナログタイプのシステムであった。

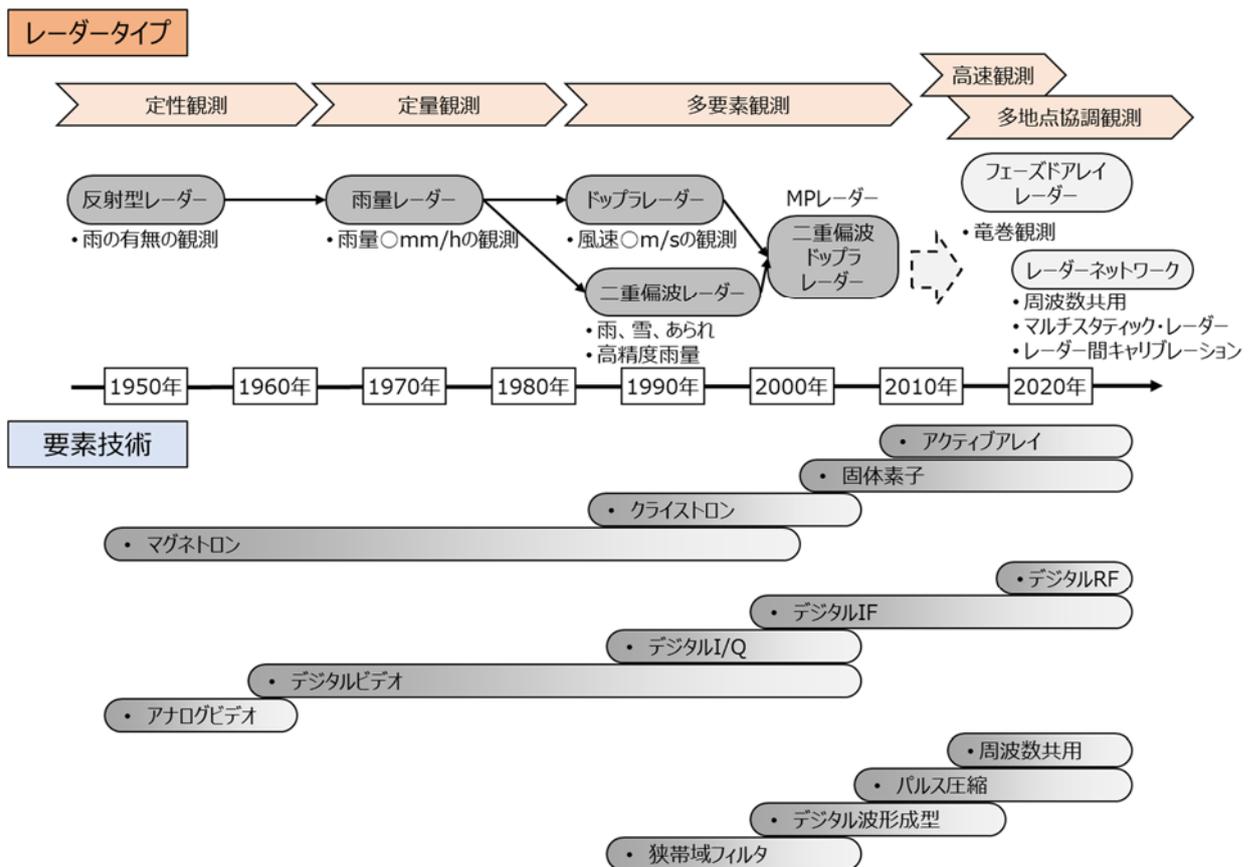


図2.7.4-1 気象レーダー技術の動向

その後、1970年代にはデジタルICやミニコンピュータなどデジタル技術が発達し、これらの採用によりシステムの安定化と高度な処理が可能となり、定量的雨量観測ができる雨量レーダーへと発展してきた。観測データはカラー表示器により明るい場所でも鮮明に映し出され、デジタル記録によりオフラインでの解析等も可能になった。

1990年代に入ると、降雨強度に加え、大気の流れ（反射電波の位相情報から風を推定）を観測できるドップラレーダーへと発展してきた。位相情報を安定的に扱うために送信機として増幅型のクライストロンが主流となり、受信機もリニアアンプとデジタルIQ方式が採用されるようになった。また、ここまでのレーダータイプでは単一の偏波（一般的には水平偏波）のみを用いた電波の送受信であ

ったが、2つの偏波（水平偏波と垂直偏波）を用いた二重偏波レーダーがドップラーレーダーとほぼ同時期に実用化されてきた。これにより、降水現象を2つの偏波を用いて観測することで降水の粒径分布がリアルタイムに推定でき、より精度の高い降水量を推定することが可能となった。ドップラーや二重偏波による観測を多要素（MP：Multi Parameter）観測と呼ぶ。

2000年代に入ってくると、ドップラーレーダーと二重偏波レーダーを統合した二重偏波ドップラーレーダー、いわゆる本格的なMPレーダーの実用化が進み、Cバンド（5GHz帯）については順次MPレーダーに置き換えられている。

表2.7.4 Cバンドレーダーの性能

技術スペック等	概要
用途	広域を対象とした観測（固定運用）
観測範囲	半径120km～400km程度
使用周波数帯	5250～5372.5MHz
観測分解能	250m～1km程度
観測周期	約5分
空中線サイズ	直径4m程度（ビーム幅約1度）
設置場所	比較的高い山頂、市街地のビルや鉄塔

この2000年代ではデジタル技術がさらなる発展を遂げ、より高い周波数の信号もデジタル処理できるようになってきた。要素技術としては中間周波数（IF）をデジタル処理するデジタルIF処理が採用され、信号を更に安定的に扱うことができるようになった。

更に周波数有効利用の観点から、総務省の「クライストロン送信機デジタル波形成形技術及び固体素子等を用いたレーダー技術の研究開発」（2005～2007年）によって固体化MPレーダーが開発され、2010年代に現業気象レーダーとして実用化された。このレーダーは、図2.7.4-2に示すように従来のマグネトロンやクライストロンの代わりに半導体素子を使用した固体化送信機を採用している。これによりチャンネル幅の狭帯域化、送信電力の低出力化が図られて、レーダー間の電波干渉が低減された。

この固体化MPレーダーの登場によって、従来の半分以下の離調幅で密な周波数配置をした場合でも与干渉レベルの大幅な軽減が可能となった。これを受けて、従来気象レーダー用に割り当てられていた100MHzの周波数の帯域幅を45MHzに抑える周波数の再配置計画が実施され、設備更新されるレーダーから順次周波数移行が進められている。

既に防災目的で運用中である固体化MPレーダーシステムの一例として、その外観を図2.7.4-3に示す。

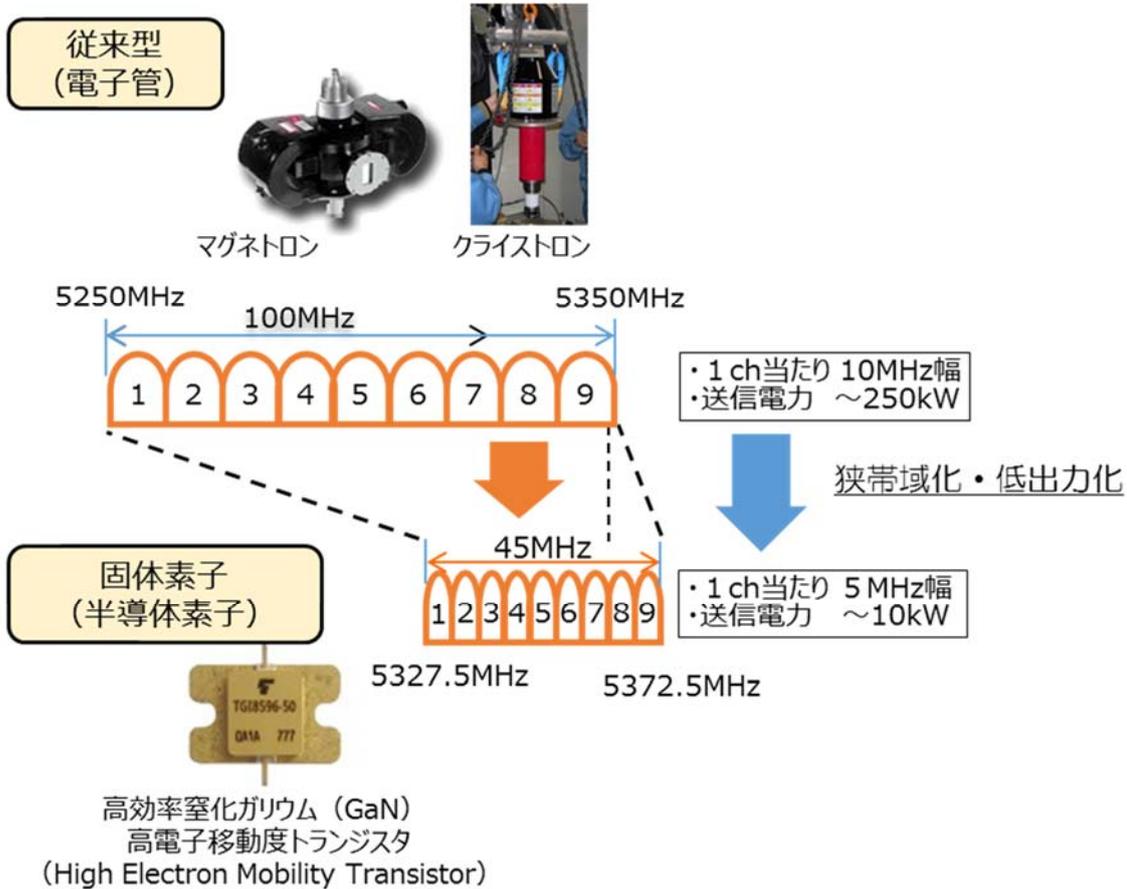


図2.7.4-2 送信素子の移行による狭帯域化と低出力化



図2.7.4-3 固体化MPレーダーシステムの外観

気象レーダーの送信電波のスプリアス（当該レーダーの必要周波数帯以外で放射される電波）を抑圧するための狭帯域フィルタ技術、さらなる低スプリアス化を実現するデジタル波形技術、また固体化MPレーダーで必要となるパルス圧縮技術等が近年のレーダーにおける重要な技術要素である。

## 2.7.5. これまでの情報通信審議会における検討状況

我が国においては、WRC-03において5150～5350MHz及び5470～5725MHzが無線LANを含む無線アクセスシステムに一次業務として分配され、無線標定業務、地球探査衛星及び宇宙研究業務との共用に係るDFS及びTPCの仕様や共用基準に係る勧告が採択されたことを受け、平成16年度情報通信審議会一部答申において、無線LANが5250～5350MHzが開放された際、無線標定業務との共用を考慮して、親局はDFSを具備することとされたと同時に、今後の検討課題として、無線LANと気象レーダーとの間で5250～5350MHzを共用する観点から、「今後の気象レーダーの高機能化等に際しては、その諸元や技術的特性に配慮」することとされた。

さらに、平成18年度情報通信審議会一部答申においては、半導体素子を用いた気象レーダー技術の移行が想定され、既存システムのDFSの検出レベルや測定方法では共用できない可能性が指摘されたことを踏まえ、今後、気象レーダーが採用する技術方式の動向を注視するとともに、必要に応じ、無線LANのDFSに係る技術的条件を見直すことが必要であるとされ、平成24年度及び29年度情報通信審議会一部答申においても同様に、「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が導入される段階で現行のDFSの測定条件で適切に動作するかの検証を行い、その上で必要が生じればDFSの測定条件の見直しを図ることが適当である」とされたところである。

## 2.7.6. DFSに求められる基本的な要素

現在、DFSが検出すべきパルスパターンは、電子管タイプのレーダーが使用する短パルスに基づき規定されているが、固体化MPレーダーは図2.7.6-1及び図2.7.6-2のように短パルスと長パルスを使用する。

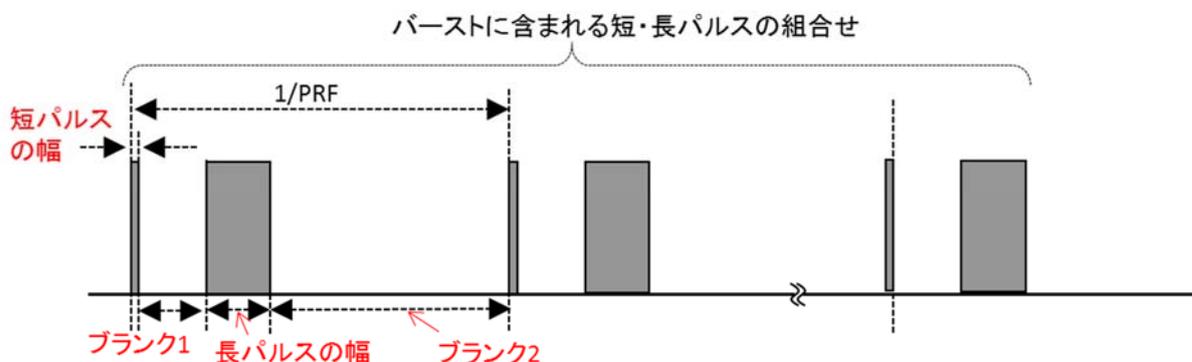


図2.7.6-1 気象庁が運用している固体化MPレーダーのパルス

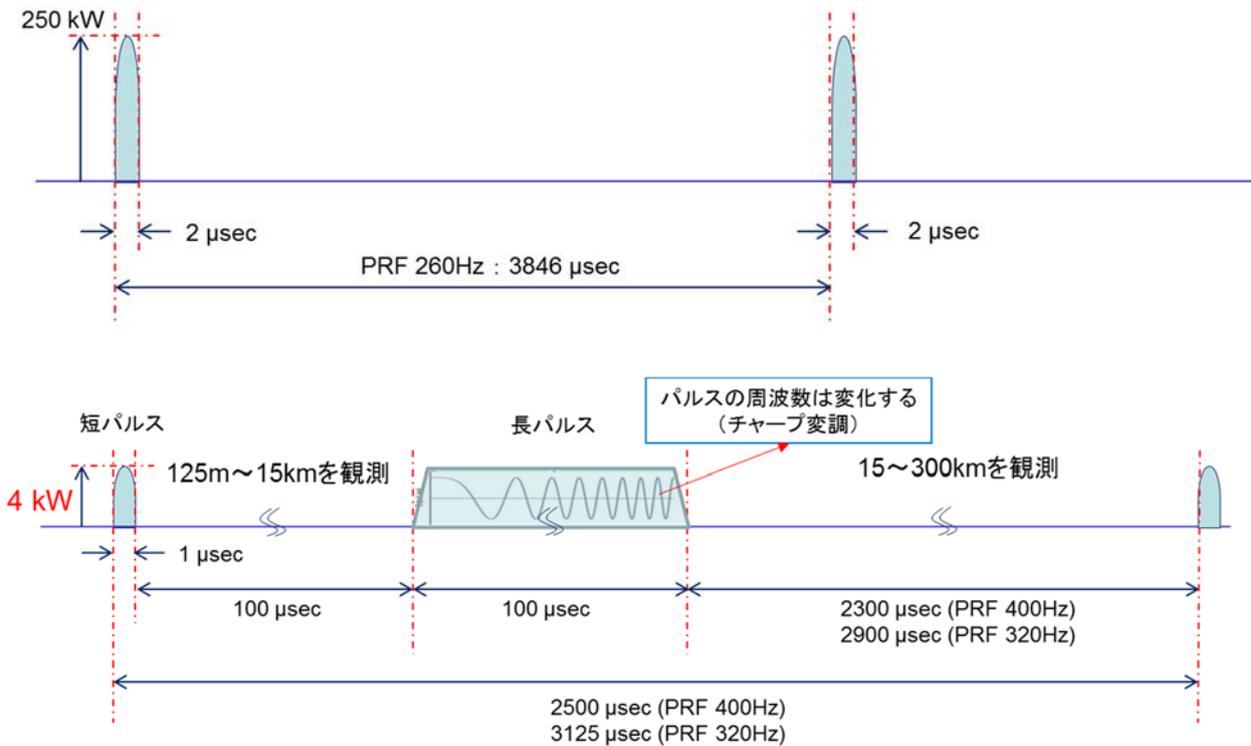


図2.7.6-2 国土交通省が運用しているレーダー雨量計のパルス  
(上段：従来のパルス方式レーダー雨量計、下段：固体化MPレーダー)

固体化MPレーダーによる気象観測のイメージを図2.7.6-3に示す。

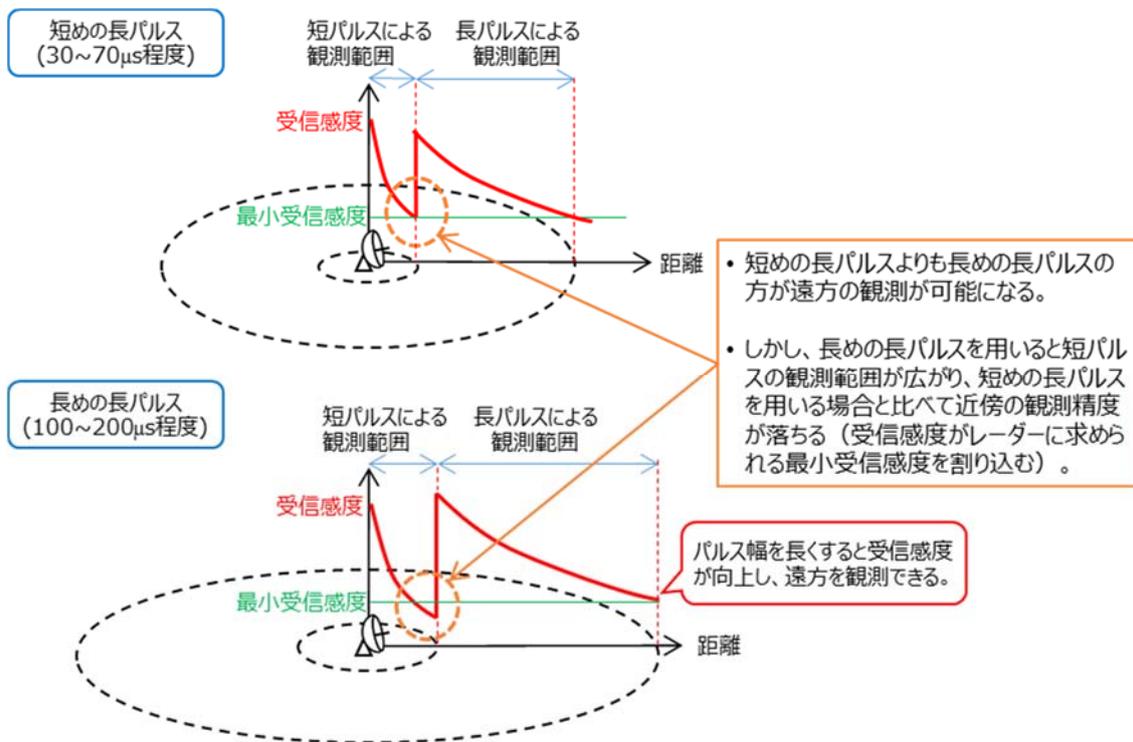


図2.7.6-3 固体化MPレーダーによる気象観測イメージ

気象レーダーの受信感度は、送信波のピーク電力とパルスの幅の積に比例し、レーダーからの距離の2乗に反比例する。これに基づいて気象レーダーでは、観測に必要な探知距離と、最小受信感度を満たすように、パルス幅等を設定する。

短パルスの幅の値は、距離分解能に応じて設定され、例えば150mの距離分解能は1.0 $\mu$ s幅に相当する。

長パルスの幅の値は、観測範囲と受信感度に応じて設定され、幅を長くすると遠方の受信感度が向上し、より遠くの雨を捕捉できるようになる。パルス幅を長くするほど、小さなピーク電力により遠方を観測することができるが、距離分解能はパルス幅に比例するため、長パルスにおいては距離分解能を維持するためにチャープ変調を施したパルス圧縮技術が用いられる。また、パルス送信中は受信ができず、近距離の観測ができなくなるため、近距離の観測では短パルスを送受信することで補完を行うが、短パルスの受信感度は低いため、長パルスが長くなり補完領域が増えると、補完しきれなくなる。このため、遠距離（300～400km）の観測には長めのパルス（100～200 $\mu$ s）を、中距離（150km程度）の観測には短めのパルス（30～70 $\mu$ s）を用いる。

短パルスと長パルスの間（ブランク 1）は、短パルスの受信時間（近距離の観測範囲）に相当し、長パルスの送信中は受信ができない領域を補う目的から、基本的に長パルスの幅とほぼ同じ長さとなる。なお、長パルスの幅は半値幅（3dB幅）で定義され、パルスの立ち上がり開始から立ち下がり終了までの全パルス長は、長パルスの幅より10～20%程度長くなる。また、ブランク 1 を必要以上に長くすることは、処理に用いるパルス数の減少により観測精度の低下に繋がるとともに、ドップラー速度の観測精度が大幅に低下するため、避ける必要がある。

長パルスと短パルスの間（ブランク 2）は、長パルスの受信時間（観測範囲）に相当する。

国土交通省では、従来の電子管型レーダーによる雨量観測から、固体化MPレーダーへの移行に伴い、パルス出力が数百kW級から数kWに低減されたが、観測精度を維持するため、長パルス（100 $\mu$ s以上）によるパルス圧縮の技術が導入されたところである。

また、気象庁では、平成27年度（2015年度）以降、空港に設置された気象レーダーについて、電子管型レーダーから固体化MPレーダーへと設備更新を進めており、空港以外に設置した気象レーダーについても同様の更新を平成31年度（2019年度）以降に計画している。

このため、今後、全国への固体化MPレーダーの導入がいつそう進むことが想定され、無線LANと気象レーダーが周波数共用を行うに当たっては、固体化MPレーダーのパルスパターンに対応した新たなDFSの技術基準を策定する必要がある。具体的には、2.7.3.1節のとおり我が国で規定されている項目として、パルスの変調方式、パルス幅、パルス繰り返し周波数（PRF）、バースト当たりのパルス数、バースト間隔（繰り返し周期）、検出確率、検出閾値及び通信負荷率について見直すことが適当である。

### 第3章 今後の無線LANシステムに対する要求条件

#### 3.1. 次世代高効率無線LANに対する要求条件

##### 3.1.1. 対象周波数帯

次世代高効率無線LANの導入に際しては、現在、IEEE802.11Tgaxにおいて標準化が進められている技術方式を前提とすることが望ましい。802.11axは、5GHz帯及び2.4GHz帯における利用が想定されており、それぞれの周波数帯において802.11ac及び802.11nの後継規格として位置づけられている。

5GHz帯については、決議第229により5150～5350MHz及び5470～5725MHzの周波数帯が国際的に移動業務（ITU-R 勧告M.1450に基づく無線LANを含む無線アクセスシステムに限る。）に一次分配され、我が国においても既に5GHz帯小電力データ通信システムに割当てられていること、平成31年（2019年）世界無線通信会議（WRC-19）に向けた議題1.16の議論状況、並びに我が国において既に5150～5250MHzの周波数帯が5.2GHz高出力データ通信システムに割当てられていることを踏まえた上で、これを高度化することを考慮する必要がある。また、2.4GHz帯については、産業科学医療用（ISM）の帯域とされており、この周波数帯で運用する無線通信業務は、ISMからの有害な混信を許容することとなっている。そのため小規模でグローバルな利用が想定されたISMからの有害な混信を許容することを前提とした無線LANの導入が比較的容易であった。これらを踏まえ、2.4GHz帯では特定小電力無線局や小電力データ通信システムの無線局を免許不要で運用できるようになり、無線LANやBluetoothを始めとする様々な無線システムに使用されている。

従って、本検討の対象周波数帯は、現在我が国において2.4GHz帯小電力データ通信システム、5GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムに割り当てられている全ての帯域とし、次世代高効率無線LANを導入すべき周波数帯は、表3.1.1のとおりとすることが望ましい。

表3.1.1 次世代高効率無線LANの技術的条件

システム種別	周波数帯の呼称	周波数帯
2.4GHz帯小電力データ通信システム	2.4GHz帯	2400～2483.5MHz
5GHz帯小電力データ通信システム	5.2GHz帯	5150～5250MHz
	5.3GHz帯	5250～5350MHz
	5.6GHz帯	5470～5730MHz
5.2GHz帯高出力データ通信システム	5.2GHz帯	5150～5250MHz

##### 3.1.2. 占有周波数帯幅

802.11axでは、ユーザー多重方式としてOFDMAを導入しており、さらに高効率化のためにトーン（サブキャリア）配置を稠密化している。その結果、一部のチャネル幅については、現行基準よりも占有周波数帯幅が若干拡大する形となる（表3.1.2）。

表3.1.2 現行基準と802.11axとの占有周波数帯幅の比較

802.11規格上の チャンネル幅 (a/b/g/n/ac)	無線設備規則における 占有周波数帯幅の許容値 <sup>10</sup>	802.11axの 占有周波数帯幅 (概算値)
20MHz (a/n)	5.2GHz帯/5.3GHz帯: 19MHz 5.6GHz帯: 19.7MHz	19.14MHz
26MHz (b) (20MHz (g/n))	2.4GHz帯: 26MHz <sup>11</sup>	19.14MHz
40MHz (n)	2.4GHz帯/5GHz帯: 38MHz	38.20MHz
80MHz (ac)	5GHz帯: 78MHz	78.20MHz
160MHz (ac)	5GHz帯: 158MHz	158.28MHz
80+80MHz (ac)	(周波数セグメント毎) 78MHz	(周波数セグメント毎) 78.20MHz

従って、送信スペクトルの端に位置するトーンの送信電力を確保し、802.11axの性能を活用するためには、占有周波数帯幅の規定を従来よりも拡大する必要がある。ここで、今後も802.11無線LANは既存のチャンネル幅をベースにトーンを追加する可能性がある点を考慮すべきである。これを見越し、今回の技術基準の見直しで将来的な修正が不要となるよう、5GHz帯無線LANについてはOFDMを用いる全てのシステムにおいて、2.4GHz帯無線LANについてはOFDMを用いる40MHzシステムにおいて、20MHzの2のべき乗に設定すること、すなわち、チャンネル幅と占有周波数帯幅を同一とすることが望ましい。

### 3.1.3. 周波数チャンネル数

平成18年度情報通信審議会一部答申において、5.2GHz帯、5.3GHz帯、5.6GHz帯に対して、互いに重複しない20MHzチャンネルを19個、40MHzチャンネルを9個定義している。また、平成24年度情報通信審議会一部答申においては、オフィス環境及び家庭内環境における次世代高速無線LAN（802.11ac）の利用シナリオが議論され、アプリケーションとして最大ビットレート200Mbpsの低圧縮率の高精細映像の無線伝送が想定され従来の802.11nよりも高速伝送を行うために、80MHzシステム及び160MHzシステムが定義され、次世代高効率無線LAN（802.11ax）においても、送信帯域幅は802.11acにおける規定を継承し、20/40/80/160MHzが規定される見通しである。

次世代高効率無線LANの所要の周波数チャンネル数については、変調方式が直交周波数分割多重方式（OFDM）であり、主にCSMA（Carrier Sense Multiple Access）方式により同一周波数の繰り返し利用が可能なシステムであること、同一周波数の時間的棲み分けによるスループット低下や品質劣化を極力回避する必要があること、情報家電等の高速性かつ高品質なアプリケーションが求められる。

<sup>10</sup>無線設備規則別表第2号第30

<sup>11</sup>平成11年に高度化小電力データ通信システム（802.11b 準拠）を導入した際に26MHzシステム（占有周波数帯幅が26MHz以下の無線LAN）が策定され、その後に導入された占有周波数帯幅が20MHz以下の2.4GHz帯無線LAN（802.11g/n 準拠）は、この26MHzシステムに包含される。

また、2.6.2節において説明したとおり、中心周波数5710MHzの20MHzシステムを追加することにより、新たに40MHz/80MHzシステムのチャンネルを1つずつ追加することが可能となる。また、新たに追加される80MHzチャンネルと5.2GHz帯/5.3GHz帯/5.6GHz帯（ただし、中心周波数が5610MHzのものを除く。）の80MHzチャンネルを同時利用する80+80MHzシステムのパターンを増やすことで、160MHzの占有周波数帯幅に相当するスペクトルを用いて通信を行う機会を拡大し、標準規格で規定されている高速な伝送レートが活用しやすくなる。

以上を考慮し、今後の多様な利用ニーズに対応するため、また、高速化・高効率化のメリットを失わないためにも、国際標準規格や諸外国における割当状況と整合を図るとともに、過去の情報通信審議会答申における検討結果を踏まえ、可能な限り多くのチャンネル数を確保することが望ましい。

#### 3.1.4. 周波数チャンネル配置

平成24年度情報通信審議会一部答申では、802.11acに規定された、160MHzシステムに対して送信装置当たり2つの80MHz幅を持つ周波数セグメントを利用するチャンネル配置が定義された。

次世代高効率無線LANの周波数チャンネル配置は、802.11axに準拠すること、欧米との国際的な整合性を確保すること、普及率の高い既存の802.11a/n/ac方式との互換性を確保することが必要である。これらを考慮し規定された、802.11axのチャンネル配置とすることが望ましい。

なお、80MHz幅以外の占有周波数帯幅を持つ2つ以上の周波数セグメントを用いた伝送や、3つ以上の周波数セグメントを使用することは、802.11ac及び802.11ax標準において規定されていないことや、複雑な周波数制御、多数の局部発振器が必要となる等の問題があることから、認めないことが望ましい。

以上を考慮し、チャンネル配置を図2.6.2のとおりとすることが望ましい。

#### 3.1.5. 伝送速度

平成24年度情報通信審議会一部答申において、802.11acにおいて導入された80MHz/160MHzシステムに対して、20/40MHzシステムと同様に80/160Mbps以上と規定された。802.11axでは、802.11acと同様のチャンネルが規定されていることから、これまでと同様の規定とすることが望ましい。

また、802.11axでは「20MHz only non-AP HE STA」と呼ばれる、IoT利用を想定した低速の伝送モードのみをサポートする端末が定義されている。この端末では、20MHzチャンネルのみで通信が可能であり、端末が最低限サポートしなければならない伝送速度<sup>12</sup>は37.5Mbpsとされている。これについても従来規定である20MHz

<sup>12</sup>「端末が最低限サポートしなければならない伝送速度」：IEEE802.11標準では、伝搬環境に応じて変調方式とチャンネル符号化率の組み合わせ（MCS：Modulation and Coding Scheme）を無線フレーム毎に切り替えることで、通信品質を確保する。MCS毎に伝送速度は異なり、ここで言う「端末が最低限サポートしなければならない伝送速度」とは、「サポートが必須のMCSで実現される伝送速度のうち最大となるもの」を指す。なお、無線設備規則における伝送速度規定（5.2GHz/5.3GHz帯であれば、第49条の20第3号ホ(1)～(4)）は、「常に基準となる伝送速度を実現しなければならない」ということではなく、「基準となる伝送速度以上となる伝送モードを実装していなければ

システムの伝送速度基準である20Mbps以上の条件に合致するため、現行基準を維持することが望ましいと考えられる。一方、MIMOチャネルを用いた複数ストリームの空間多重伝送効果や、複数無線局に対して上りリンクあるいは下りリンクの多元接続を実現するマルチユーザーMIMO技術を活用した伝送効率改善によるシステムスループット向上効果は、802.11axでオプション項目となっていることや伝搬環境に依存することを考慮すると、伝送速度（周波数利用効率）を規定する上で、これらの技術の実装を前提とした規定にすることは好ましくない。

以上より、周波数利用効率については、使用する周波数帯のみに対する伝送速度により、これまでと同様とすることが望ましい。

### 3.1.6. 空中線電力

現行基準では、20MHzシステムにおける最大空中線電力密度は10mW/MHzと規定され、無線局当たりの送信電力がチャンネル幅によらず一定に保たれるよう、最大空中線電力密度をチャンネル幅に反比例させる形で規定されている。802.11ax導入において、現行と同等のエリアカバレッジを確保すること、及び共用システムに対して有害な与干渉を与えないことが必要であることから、これまでと同様の規定とすることが望ましい。

なお、3.1.2節において説明した占有周波数帯幅の拡大を考慮すると、最大空中線電力密度は従来よりも若干増加する。例えば、20MHzシステムであれば占有周波数帯幅が19MHzであったものを20MHzに拡大するため、占有周波数帯幅に最大空中線電力密度を乗算することで導出される最大空中線電力は190mWから200mWに増加する。この影響については、従来の共用検討においては、空中線電力を200mWと切り上げる形で評価が行われているため、その結果については変わらないものと考えられる。一方、帯域外漏えい電力についてはその限りではないため、別途検討を行う必要がある。

### 3.1.7. 送信バースト長、キャリアセンスの有効期間

5GHz帯における送信バースト長及びキャリアセンスの有効期間（ある時刻におけるキャリアセンスの実施結果を参照できる上限となる期間）については、平成11年度電気通信技術審議会において議論が行われ、ともに4ms以下と規定されている。この数値は、当時5GHz帯での利用が想定されていたHiSWANa（ARIB標準規格（ARIB STD T-70）準拠、最大フレーム長2ms）と、802.11a（フレーム長可変、最大約5.4ms）が同一周波数上で運用される場合において、802.11aの送信バースト長最大値を4msとすることで双方のシステムがチャンネルにアクセスできる機会が公平となることを理由に規定された。HiSWANa機器は平成17年（2005年）に5.2GHz帯における20MHzシステムの中心周波数をIEEE標準に適合させるために10MHzシフトする前の規格であり、対応機器は平成30年（2018年）5月30日に新規の技術基準適合

---

ならない」という意味である。例えば、伝搬損失が大きな環境の場合においては、伝送速度規定を下回る伝送速度で通信を行う事を許容することを前提としている（平成11年電気通信技術審議会答申における技術的条件として、「情報伝送速度の低減（フォールバック）を可能とすることが明記されている）。

証明の取得が停止されているため、現在の利用は極めて限定的であると考えられる。

また、802.11axでは、以下の理由から送信バースト長の最大値の拡張が必要とされている。

- ・ オーバヘッド削減によるスループット向上、送信ビームフォーミングのトレーニング（送信側で伝搬路情報を取得するための準備）を1回で完了させられる、パケット誤りによる再送時のアクセス効率改善等のメリットがある。
- ・ パケットの途中にチャネル推定用のトレーニング信号（Mid-ambleと呼ばれる。オプション規定）が採用された。これにより、時間長が長いパケット受信時でも伝送路変動に追従できるようになるため、送信バースト長を拡張した場合でも安定した伝送が可能となる。

送信バースト長を拡張することにより、現行基準に従う無線LANは最大送信バースト長が4msのままとなるため、相対的に占有時間が短めとなるが、これまでと同様に、バースト送信開始時はキャリアセンスが義務付けられており、送信機会について公平性が担保されていると考えられる。

802.11axにおける単一の物理フレームの最大長は、最新のドラフト（D3.0）によれば、5.484msと規定されている。これに加えて、実際のデータ通信において双方向通信を行うことを想定し、最大バースト長及びキャリアセンス有効期間は、アクセス権獲得のためのプロテクションやACKフレームといったオーバヘッドを含めたフレームシーケンス全体の時間長を考慮することが必要である。図3.1.7に802.11axにおいて、以下の条件を前提として最大フレーム長を用いた場合のフレームシーケンスを示す。

- ・ 複数の端末が基地局に対して同時に送信を行うUL-OFDMA伝送を想定する。
- ・ はじめに、基地局から複数の端末に対して同報されるMU-RTS（Multiuser-Request To Send）フレーム、及び複数の端末から基地局に対してUL-OFDMAにより多重伝送されるCTS（Clear To Send）フレームにより周囲の端末に送信を控える通知を行う。
- ・ 次に、基地局はBasic Triggerフレームを送信し、UL-OFDMA伝送のメンバとなる端末に対して各端末が利用すべきRU（Resource Unit）等を通知する。
- ・ データ部分におけるユーザ多重数は、AP対応必須のチャネル幅80MHzでの最大値（37ユーザ）を想定する。
- ・ 基地局はUL-OFDMA伝送により受信した各端末のデータフレームに対する確認応答を、Multi-STA BlockAckを用いて通知する。

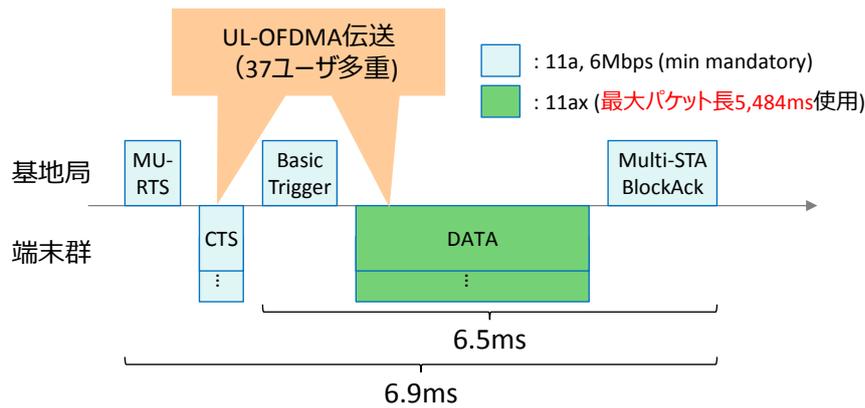


図3.1.7 802.11axにおける最大フレーム長を用いた場合のフレームシーケンス例

上記フレームシーケンスの時間長は約6.9msとなる。これ加えて、誤りパケットの再送や送信ビームフォーミングのためのトレーニング信号の送受に必要となる時間マージンを考慮し、送信バースト長及びキャリアセンスの有効期間をともに8msに拡張することが望ましい。

### 3.1.8. 変調方式

802.11axはOFDMを用いるため、従来どおりの変調方式としてOFDMを規定することが望ましい。また、802.11axではユーザ多重方式として上り/下りリンクOFDMAを用いるが、OFDMAはトーン（サブキャリア）が互いに直交配置されているため、信号形式としてはOFDMに包含される。OFDMの信号形式を定めるサブキャリア密度規定について、現行基準では「1MHz当たり1」以上としている。802.11axでは、サブキャリア間隔を11acの1/4(78.125kHz)としており、現行の技術基準の範囲となる。また、20MHzよりも狭い周波数リソースを用いる狭帯域のUL-OFDMA信号については、占有周波数帯幅を $20\text{MHz} \times 2^n$  ( $n=0, 1, 2, 3$ ) で定義すると、パケットのペイロード部分（RU）におけるサブキャリア本数が疎となり、ごく一部のRU（全113パターンのうち4パターン）については、1MHz当たりのサブキャリア数が1以下となる場合が存在する。しかし、無線フレームのうちプリアンブル部分は従来と同様に $20\text{MHz} \times 2^n$  ( $n=0, 1, 2, 3$ ) の帯域を持つため、現行基準を満足していると解釈される。また、11axは新たに1024QAMを採用しているが、サブキャリア変調方式については、国際的に特段の限定がないことから、我が国における次世代高効率無線LANの導入においても限定しないこととする。なお、現行の技術基準においてサブキャリア変調方式に関する項目（変調精度等）は存在しない。

### 3.1.9. キャリアセンスレベル閾値

5GHz帯におけるキャリアセンスレベルの閾値については、過去の答申における結論を参照する必要がある。平成11年度電気通信技術審議会答申において20MHzシステムに対する技術的条件が定められた。802.11aにおけるキャリアセンスレベル閾値-62dBmに対して、実際の利用ケースにおいて想定される無線局の離隔距離からこれを電界強度に変換しマージンを含めた100mV/m（-56dBmに相当）と規定され

た。その後、平成16年度、18年度、24年度及び29年度情報通信審議会一部答申を経て、40/80/160MHzシステムに対しても、20MHzチャンネル当たり100mV/mとの電界強度とすることが適当であると結論付けられている（参考資料2）。

802.11axでは、OBSS\_PD (Overlapping Basic Service Set Preamble Detection) と呼ばれる、隣接セルからのパケットを受信・検出した場合のキャリアセンス閾値に対して、これを動的に制御し空間的な周波数利用効率の改善を実現する Spatial Reuse (SR) 技術が規定されている。現行の技術基準で規定されているキャリアセンスレベル閾値とSR技術を活用した場合における設定範囲の関係を図3.1.9に示す。

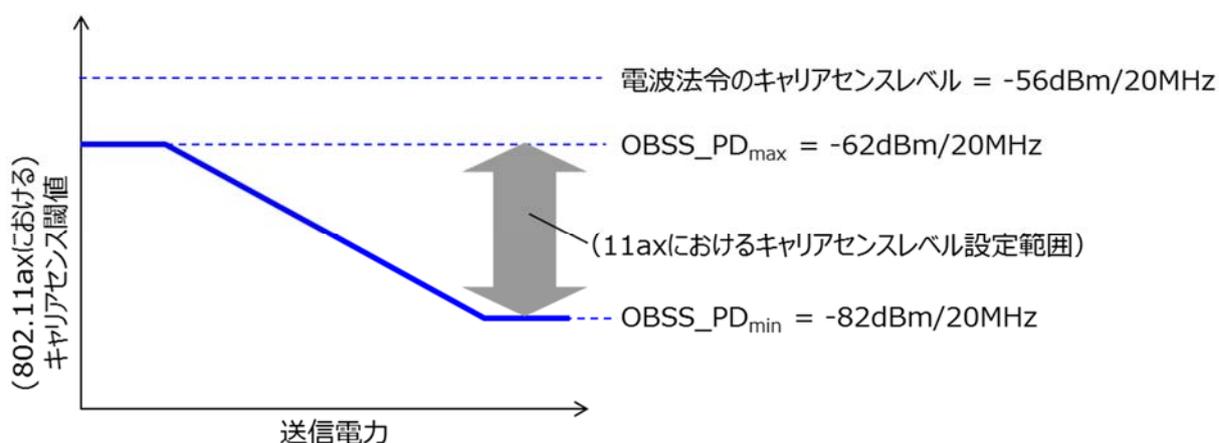


図3.1.9 SR技術によるキャリアセンス閾値設定範囲

本図から、802.11axにおけるキャリアセンス閾値は、現行の技術基準で規定されるキャリアセンス閾値（-56dBm/20MHzに相当）を下回る範囲において設定されることが分かる。従って、現行法令下で運用されている既存規格（802.11a/n/ac）の運用を考慮して、変更を行わないことが望ましい。

### 3.2. 5.6GHz帯のガードバンド利用に対する要求条件

5.6GHz帯小電力データ通信システムによる144chの使用に際しては、2.6節を踏まえ、現行の技術基準及び次世代高効率無線LANの技術方式を前提とし、占有周波数帯幅、伝送速度、空中線電力、送信バースト長、キャリアセンスの有効期間、変調方式、キャリアセンスレベル閾値については、5.6GHz帯小電力データ通信システムと同様とすることが望ましい。

なお、138chを用いる160MHzシステム（144chを含む1つの周波数セグメント）及び122chと138chの2つの周波数セグメントを用いる80+80MHzシステムについては、引き続き144chを使用しないものとする。

### 3.3. DFSに対する要求条件

2.7節を踏まえ、固体化MPレーダーによる短パルスと長パルスの使用に伴う低出力化やパルス圧縮技術（チャープ変調）の導入に対応することが望ましい。

なお、グローバルな無線LANの無線設備は、IEEE規格を踏まえ、各国の規定を遵守する形で製造されていることから、DFSの技術的条件の見直しに際しては、IEEE標準に配慮することが望ましい。

また、運用中チャンネル監視機能の測定時における通信負荷モデルについては、802.11aの導入に係る平成16年度情報通信審議会一部答申において、無線設備の最大信号伝送速度の50%の伝送を行うこととされた。今後は802.11ac/axの無線LANシステムが普及し、伝送速度（周波数利用効率）の向上が見込まれることから、測定時において通信負荷モデルとして想定する、通常運用される無線LANの最大通信負荷を見直すことが望ましい。

よって、既にチャープ変調を使用するレーダーパルスに対応している欧州におけるDFSの要求条件を参考としつつ、我が国における無線LANの使用状況及び固体化MPレーダーのパルスパターンを踏まえたパルスの変調方式、パルス幅、パルス繰り返し周波数（PRF）、バースト当たりのパルス数、バースト間隔（繰り返し周期）、検出確率、検出閾値及び通信負荷率とする。

## 第4章 他の無線システムとの周波数共用条件

### 4.1. 2.4GHz帯

#### 4.1.1. 共用システムの概要

2.4GHz帯における周波数の使用状況は、図4.1.1-1に示すとおり、既存無線LANシステム（802.11b/g/n）をはじめ様々なシステムに幅広く用いられている。なお、2400～2500MHzは、ISMバンドに指定され、産業科学医療用（ISM）装置からの有害な混信を容認して運用されている。

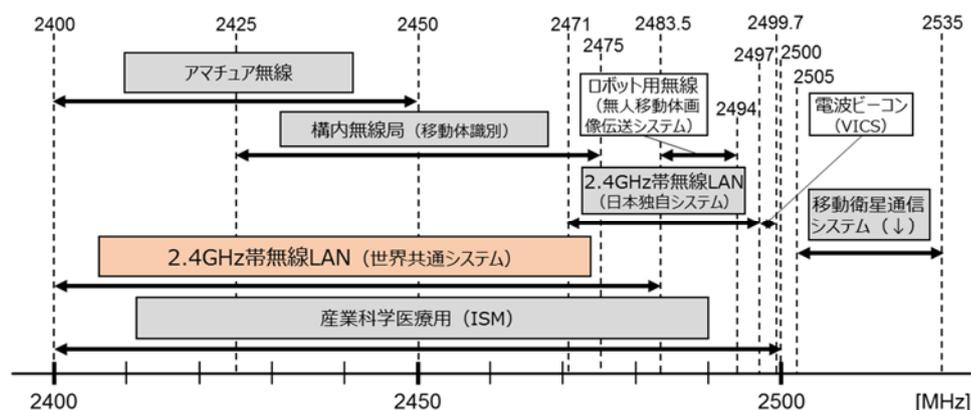


図4.1.1-1 2.4GHz帯における周波数使用状況

#### (1) 無線LAN (2400～2497MHz)

2400～2497MHzにおいて、2.4GHz帯無線LANが利用されている。無線LANの規格としては、IEEEにより標準化された規格が広く利用されている。

802.11b/g/nにおける26MHz システムのチャンネル配置を図4.1.1-2に示す。2412MHzから2472MHzまでの5MHz間隔の計13チャンネル（1～13ch）と、2484MHzの14ch（我が国においてのみ使用可能）の計14チャンネルから構成される。

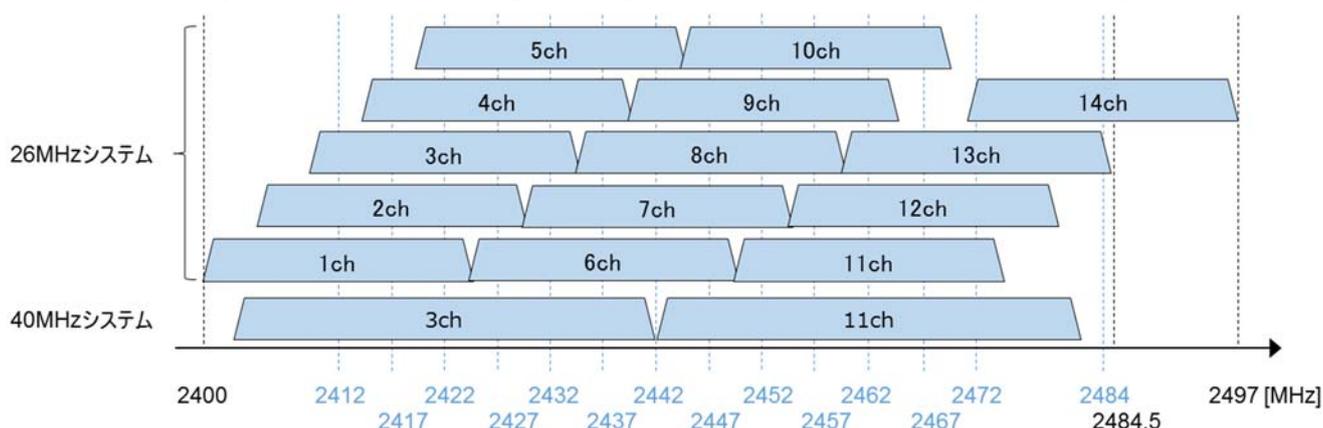


図4.1.1-2 2.4GHz帯無線LAN (802.11b/g/n) のチャンネル配置

#### (2) 構内無線局（移動体識別用）(2425～2475MHz)

質問機から応答機に向けて電波を発射し、それを受けた応答機においてデータを確認後、移動体データを質問機に送信することで、同データにより移動体を識別する装置である。工場での生産物管理や物流分野における物品管理、人員の入退室管理等に用いられる。

(3) ロボット用無線（無人移動体画像伝送システム）（2483.5～2494MHz）

自動的に若しくは遠隔操作により動作する移動体に開設された陸上移動局又は携帯局が主として画像伝送を行うための無線通信（当該移動体の制御を行うものを含む。）を行うシステムを指す。現在、ロボットやドローン等の上空で電波を利用する無人航空機等で利用されている。平成28年度情報通信審議会一部答申（諮問第2034号「災害対応ロボット・機器向け通信システムの技術的条件」及び諮問第2036号「ロボットにおける電波利用の高度化に関する技術的条件」）において制度化されている。

(4) 電波ビーコン（2497～2499.7MHz）

道路交通情報通信システム（VICS：Vehicle Information and Communication System）の一部として、道路上に設置した電波ビーコンにより、車載機に対して情報（渋滞情報、規制情報、道路案内、駐車場情報など）を提供するシステムである。

4.1.2. 共用条件

4.1.2.1. 既存無線LANシステムとの周波数共用条件

次世代高効率無線LANの導入に当たっては、既存システムと相互に影響がないよう周波数共用を図る必要がある。既存の2.4GHz帯小電力データ通信システムについては、ISMバンドの使用によって生じる有害な混信を容認すること及び多数の無線システムが互いの干渉を許容し共存することを前提としている。キャリアセンス規定は、占有周波数帯幅が26MHzを超え38MHz以下のOFDMを変調方式に用いる場合（40MHzシステムに該当）においてのみ義務付けられており、26MHzシステムについてはその規定がない。ただし、IEEE802.11規格においては、無線LANシステム同士の公平なチャンネルアクセス及び他システムからの干渉を回避する観点からキャリアセンス機能が規定されており、標準規格に準拠した製品に実装されている。

次世代高効率無線LANにおいても、これまで既存の無線LANシステムとの共用を行うためのキャリアセンスが義務化されている帯域については、これを継承することが必要である。すなわち、既存の無線LANシステムに対する影響を避けるため、これまでキャリアセンス機能の具備が義務付けられている送信モードについては、その送信する占有周波数帯幅全体について電界強度レベルのキャリアセンス機能を具備する必要がある。

なお、802.11axの場合、802.11nに対し物理層及びMAC副層において互換性を有することが必須となっており、特に40MHzの帯域幅を占有するシステムについては、802.11nにおける40MHzシステムと同様に、制御チャンネル及び拡張チャンネルにおけるCCA（Clear Channel Assessment。プリアンブル検出の有無と電力レベルに応じてチャンネルの利用可否を判定する方法）が必須事項となっている。また、802.11axで新たに設けられた拡張チャンネルにおける20MHz単位のCCA検出機能は、オプションとされている。

#### 4.1.2.2. 次世代高効率無線LAN同士の周波数共用条件

次世代高効率無線LAN同士の共用においては、これまでキャリアセンス機能の具備が義務付けられている送信モード（OFDMを用いる40MHzシステム）について、電界強度レベルのキャリアセンス機能を具備することが適当である。

#### 4.1.2.3. 指向性を有する空中線を使用する場合等の共用

802.11axでは、802.11nと同様に伝送効率を向上させるため、クローズドループ制御による送信ビームフォーミングがオプション項目とされている。このような、指向性を動的に制御する空中線を実装した無線設備が混在する場合、キャリアセンスを行う領域の異なるシステム間で混信が生じる可能性について検討が必要である。

現行技術基準においては、空中線利得、空中線電力が大きくなるに従って干渉エリアが増大するため、等価等方輻射電力（EIRP）の大きさに応じキャリアセンスによる停波レベルの最大値を低減させることで、公平性を確保している。また、EIRPが1Wを超える場合は、ビーム幅を制限することでEIRPが1W未満の他の無線局への干渉を抑制している。さらに、EIRPが1W未満の無線局同士については、設置時の柔軟な運用調整により干渉を回避することが可能であり、アンテナの制御技術の高度化を促進する意味でも厳密な条件を設けることは適当ではない。従って、現行どおり、以下のようにすることが適当である。

（1）キャリアセンスについては、これまでと同様に規定しない。ただし、占有周波数帯幅が26MHzを超える無線局に対しては義務付け、レベルに対しては特段の規定を設けない。

（2）送信空中線の主輻射の角度の幅については、現行どおり、以下のとおりとする。

主輻射の角度（H面、V面）の幅：360/A度以下

ただし、AはEIRPを次の値で除いたものとし、1を下回るときは1とする。

・OFDM（26MHzシステム）：12.14dBm/MHz

・OFDM（40MHzシステム）：9.14dBm/MHz

なお、802.11axでは、基地局が送信ビームフォーミングを用いることを前提とした、基地局から複数の端末局に空間分割多元接続を行う下りリンクマルチユーザMIMO技術が規定されているが、常に基地局から複数の端末宛の一对多の通信となり、802.11nで規定されている一对一通信の送信ビームフォーミングを用いた場合と同様の共用条件とすることが適切である。

#### 4.1.2.4. 規格の異なる方式同士の共用

一般的に、電界強度レベルでのキャリアセンスを行うことにより、同一規格の無線設備同士はもとより、接続方式などの規格の異なる無線設備同士の電波干渉は生じない。また、物理層においては、通信に先立ちキャリアセンスを行い、チ

チャンネルが開いていることを確認しなければならないが、異なる規格同士の無線設備が同じ周波数チャンネル間隔であって、同じ所要C/Nであれば、規格の違いによらず公平性は担保される。

一方で、時間的棲み分けを行うものであることから、局数が増えることによるスループット低下が懸念される。また、同様に、キャリアセンスを実装するTDMA方式と、GSM方式とが混在する場合の優位性についても懸念されているところである。上位層においては、通信回線の接続を維持し、通信時のスループットを極力確保しなければならないが、キャリアセンスにより物理層における停波が生じた場合において、上位層における規格の違いにより、例えば、

- ① 通信時のスループットは低下するものの、通信回線の接続は維持される規格のもの
- ② 通信時のスループットの低下に加え、同期を失うことにより通信回線の接続の維持ができないもの

といった差異が生じることとなる。

①及び②に共通するスループットの低下については、こうしたキャリアセンスにより周波数を共用するシステムである限りにおいては、利用者やアプリケーションやトラヒックの違いによる物理層におけるキャリア獲得の優先権などは特段ない（上位のIP層においてはIPパケットレベルでの帯域制御や優先制御は可能である。）ため、仮にシステムが爆発的に普及し、スループットの低下が問題となった場合、場所的棲み分けを図るか、周波数軸上での棲み分けを図る（すなわち、周波数チャンネルを拡大する）以外に方法はなく、現時点で、規格の別による無線局の設置密度とスループットの関係性を定量的に明らかにすることは困難である。

従って、スループット低下に対しては、フレーム構成などの違いを考慮し、キャリアセンスの有効期間を規格ごとに評価し得る可能性はあるが、現時点では、そうした問題が顕著化していないため、キャリアセンスによって信号送信の機会の公平性が確保されていると考えることが適当であり、特段の支障はないと考えられる。

なお、①及び②における通信回線の接続の維持については、事業者や無線機器製造者又は無線機器メーカーの実現性の問題であり、機器製造の柔軟性を確保する必要からも、周波数共用条件として接続方式を規定することは適当ではない。

#### 4.1.2.5. 共用検討対象システムとの共用条件

2.4GHz帯（2400～2483.5MHz）における無線LANの技術基準は、以下のとおりになっている。平成18年度情報通信審議会一部答申において、40MHzシステムに対する技術的条件が制度化されている。

- ① 使用場所： 屋内外
- ② チャンネル間隔： 規定なし
- ③ 最大空中線電力： 変調方式により異なる
  - 周波数ホッピング方式： 3mW/MHz以下
  - スペクトル拡散方式： 10mW/MHz以下
  - OFDM方式： 占有周波数帯幅により異なる

- ◇ 占有周波数帯幅が26MHz以下(26MHzシステムに相当)：10mW/MHz以下
- ◇ 占有周波数帯幅が26MHzを超え38MHz以下(40MHzシステムに相当)：  
5mW/MHz

④ キャリアセンス要件：変調方式がOFDMであり占有周波数帯幅が26MHzを超え38MHz以下の場合においてのみ義務付けられている。

2. 4GHz帯を用いる無人移動体画像伝送システムと無線LANシステムの共用については、平成28年度情報通信審議会答申（諮問第2034号「災害対応ロボット・機器向け通信システムの技術的条件」及び諮問第2036号「ロボットにおける電波利用の高度化に関する技術的条件」）において、検討が行われているため、これを参照することが適当である。

上記答申では、屋内外に2. 4GHz帯無線LANシステムが設置され、屋外に地上ロボット・ドローン・操縦機器が存在する環境において、自由空間伝搬モデルを想定した場合のロボット側の送信電力に応じた離隔距離が評価されている。無人移動体画像伝送システムから無線LANシステム(1～13ch)への与干渉については、現在運用されている既存の無線システム間の干渉と同等程度であることから共用可能と結論付けている。さらに、無線LANシステム(1～13ch)から無人移動体画像伝送システムへの与干渉について、最も影響の大きい13chを利用する場合であっても、運用状況等を勘案すれば継続的に影響が生じる確率は低いことを理由に共用は可能である、と結論付けている。

802. 11axの技術的条件として、2. 4GHz帯の40MHzシステムの占有周波数帯幅を従来の38MHz(802. 11nで規定)から40MHzに拡大するため、この影響を評価する必要がある。占有周波数帯幅の拡大により、40MHzシステムにおける最大空中線電力が計算上0. 2dB増加することとなる(190mW→200mW)。一方で、無人移動体画像伝送システムが運用される周波数帯(2483. 5MHz～2494MHz)は無線LAN(1～13ch)の帯域外領域であるため、帯域外領域のスペクトルマスクを参照する必要がある。

IEEE802. 11標準において規定される送信スペクトルマスクは、帯域内領域の電力を基準値(0dB<sub>r</sub>)として規定される。無線設備規則に規定されている空中線電力(26MHzシステム：10mW/MHz、40MHzシステム：5mW/MHz)を用いてスペクトルマスクを絶対値に変換することができる。802. 11axドラフト及び802. 11nの40MHzシステムのスペクトルマスクを比較したものを図4. 1. 2に示す。802. 11axの40MHzシステムが無人移動体画像伝送システムの帯域に最も近接するケースは中心周波数が2462MHzとなる場合であるが、当該帯域において802. 11axの方が若干厳しいマスクとなることから(図4. 1. 2の①と②の比較)、従来と同様の与干渉にとどまり、共用可能であると考えられる。一方、中心周波数から離れた領域のスペクトルマスクのフロアレベルについては、802. 11axのマスクは802. 11nのそれよりも5dB緩和されている。従って、例えば中心周波数が2422MHzとなる場合においては、干渉レベルが増加する(図4. 1. 2の③と④の比較)。しかしながら、最も近接する場合と比較して30dB以上低いレベルであるため離隔距離の観点では問題とならず、共用可能であると結論付けられる。

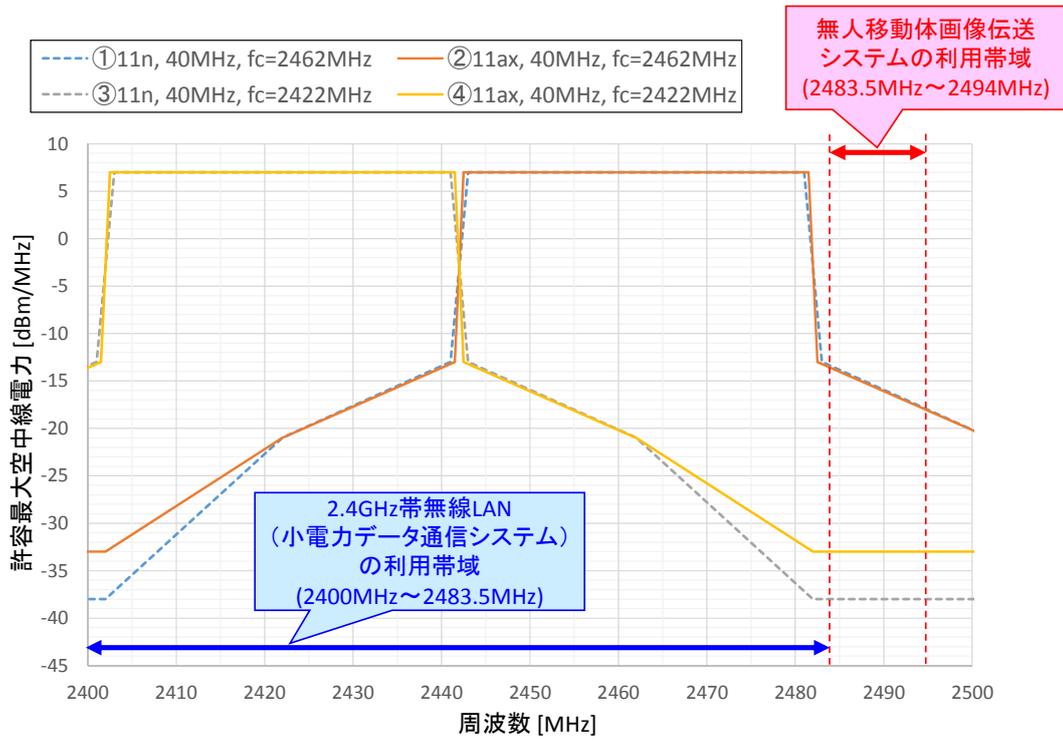


図4. 1. 2 2. 4GHz帯の40MHzシステムの送信スペクトルマスクの比較

## 4.2. 5GHz帯

### 4.2.1. 共用システムの概要

現在、我が国において無線LANが使用している5GHz帯は、5.2GHz帯（5150～5250MHz）、5.3GHz帯（5250～5350MHz）及び5.6GHz帯（5470～5725MHz）である。

検討対象となる周波数帯は、我が国では既に気象レーダー及びその他の各種レーダーに広く利用されているとともに、また、国際的には宇宙研究や地球探査衛星に搭載された合成開口レーダーに利用されており、これらのシステムとの共用検討が必要となる。

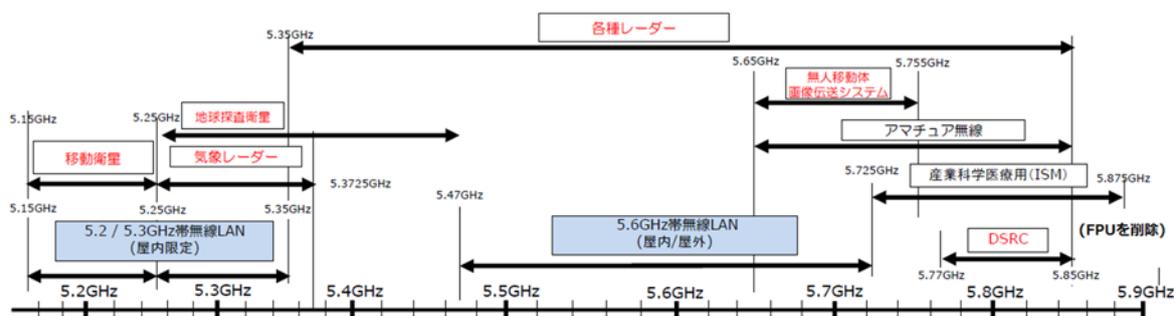


図 4.2.1 現在の5GHz帯の使用状況  
(赤字は、無線LANとの共用検討対象システム)

#### 4.2.1.1. 5.2GHz帯

5091～5250MHzの周波数帯は、世界的に固定衛星業務（地球から宇宙。非静止衛星システムによる移動衛星業務（Mobile Satellite Service : MSS）のフィーダリンク）に分配され、現在、5091～5250MHzでGS（Globalstar）がMSSフィーダリンク（アップリンク）に使用している。

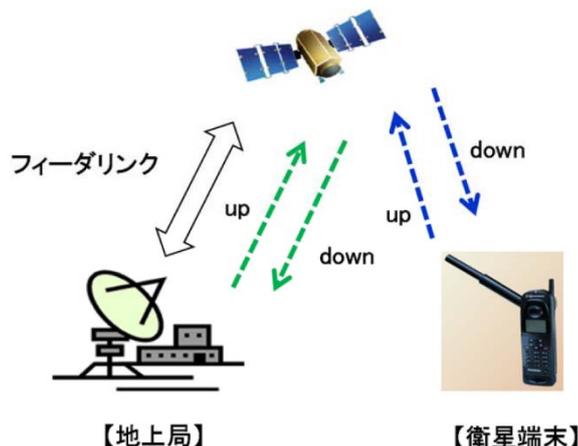


図4.2.1.1 Globalstarシステムの概要

#### 4.2.1.2. 5.3GHz帯

##### (1) 気象レーダー

5250～5372.5MHzの周波数を主として利用する気象レーダーは、台風・集中豪雨・ゲリラ豪雨・突風等を検知し、国民の生命・財産を守るための防災情報を発信する重要なインフラである。気象レーダーには、気象レーダーには、降雨（雪）量の観測を主目的としたタイプやより詳細な変化を観測可能なドップラ

一機能を有するタイプ等があり、設置場所も山岳地域、都市部、空港と幅広く分布している。また、レーダーのスキャンシーケンスにも、高仰角から順次仰角を下げるタイプと、低仰角から仰角を上げていくタイプがある。

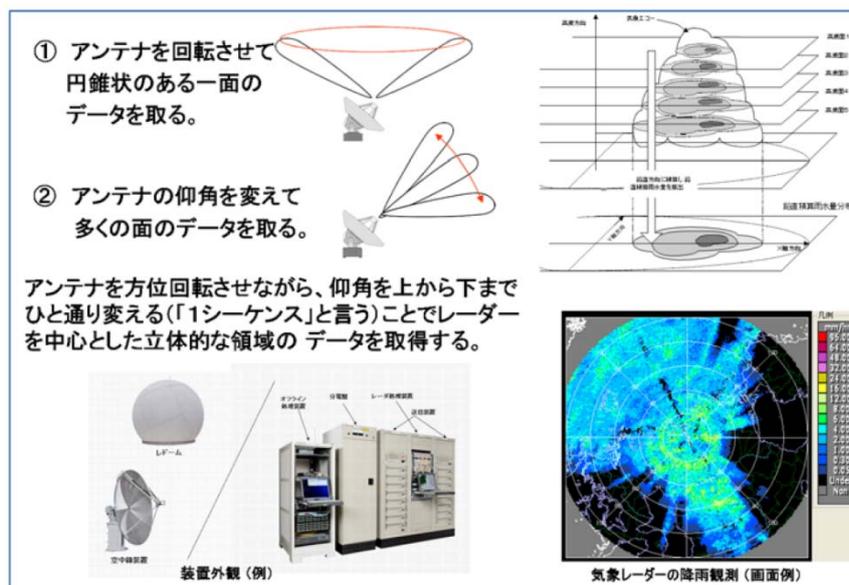


図4. 2. 1. 2-1 気象レーダーの概要

気象レーダーは従来、電子管（マグネトロン、クライストロン）型の発振素子により、数10kW～数100kWの高出力で短パルス（数 $\mu$ sのパルス長）のレーダー波を使用しているが、近年、帯域外の不要発射を抑え狭帯域化が可能である固体素子（半導体素子）型のレーダーの導入が順次進められている。固体化MPレーダーでは、数100W～数kWの出力でチャープ変調をかけた長パルス（数10～数100 $\mu$ sのパルス長）を用いることにより、従来と同等以上の受信感度と距離分解能を実現している。

なお、5.2GHz帯と5.3GHz帯はガードバンドがなく隣接しており、帯域外漏えい電力が規定されていることから、これまでの情報通信審議会答申においては、5.2GHz帯で運用される無線LANシステムが5.3GHz帯で運用されている気象レーダーに対して与える帯域外漏えい電力による与干渉量が評価されている。

## (2) 地球探査衛星システム

地形、土質、植生、水資源、建造物、海洋等を撮影し、農業、森林管理、災害監視、地質調査、水資源管理、地形図等を作成する目的で太陽同期軌道の上に打ち上げられる衛星である。代表的なイメージを図4. 2. 1. 2-2に示す。

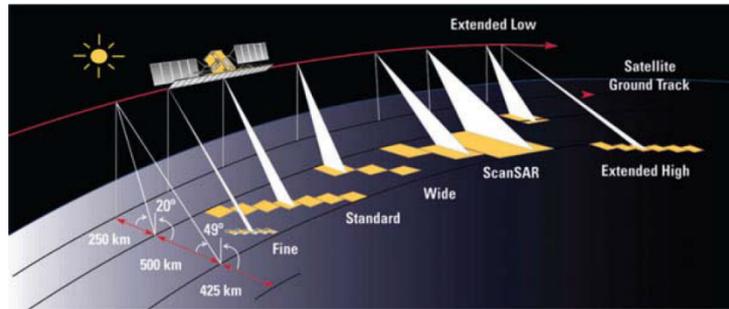


図4. 2. 1. 2-2 地球探査衛星システムのイメージ

#### 4. 2. 1. 3. 5. 6GHz帯

5. 6GHz帯には、周波数割当計画において無線標定の分配があり、JAXA の精測レーダー等が使用している。



図4. 2. 1. 3-1 Cバンド精測レーダー

また、無人移動体画像伝送システム（ロボット）（5650～5755MHz）が使用している。無線LAN との干渉を回避するため、高い周波数から優先的に使用することとなっている。

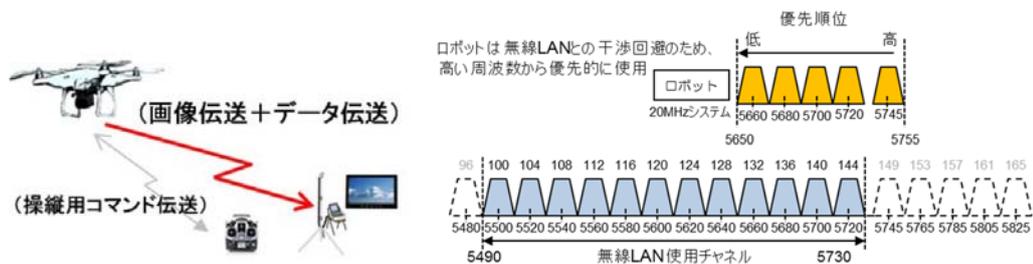


図4. 2. 1. 3-2 無人移動体画像伝送システムの周波数利用（5. 7GHz帯）

#### 4. 2. 1. 4. その他

5. 6GHz帯無線LANに隣接する帯域において運用されているシステムが複数存在する。

DSRC (Dedicated Short Range Communications : 狭域通信、5770～5850MHz) は、ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) で用いられている代表的な無線通信であり、道路や駐車場等の施設等に設置される無線基地局（路側機）と車内の車載器の間で使われる無線通信技術である。ETC

(Electronic Toll Collection：自動料金支払いシステム)は、その代表的な適用例である。

もう1つの主要なサービスとしてETC 2.0サービスがある。このサービスは、道路に設置されたITSスポットと自動車に搭載された対応カーナビとの高速・大容量通信を実現するものであり、ETC（料金收受）や渋滞回避、安全運転支援等の情報提供サービスに加え、ITS スポットを通して収集される経路情報を活用したサービスの導入等が予定されている。

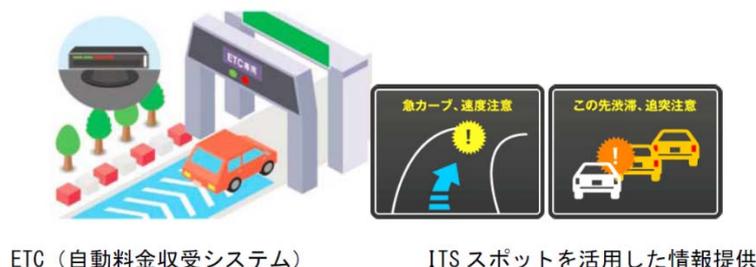


図4. 2. 1. 4 DSRCシステムの利用例

また、DSRCシステムに加えて、5.6GHz無線LANに隣接する帯域において運用されるシステムとして、アマチュア無線（5650～5850MHz）及び産業科学医療用（ISM）（5725～5875MHz）がある。

アマチュア無線は二次業務であり、無線LANを含む移動業務より劣位である。このような条件の下で従来から5.6GHz帯で周波数を共用してきているが、特段の問題は生じていないため、大きな支障はなく共用可能と考えられる。

ISMについても、周波数割当計画の国内周波数分配の脚注J37によりISMバンドで運用する業務はISM装置からの有害な混信を容認することとなっているため、その隣接する周波数帯を運用する業務でも同様にISMからの混信を容認する前提となっており、これは既存の無線LANと同様であることから、特段の共用検討は不要と考えられる。

これらの事実より、アマチュア無線とISMに関しては、特段の共用検討は不要と考えられる。

以上より、共用検討対象システムをまとめると表4.2.1のとおりとなる。

表4.2.1 周波数帯ごとの共用検討対象システム

周波数帯	共用検討対象システム	
5.2GHz帯 (5150-5250MHz)	①固定衛星 (MSSフィーダリンク；Globalstar)	5091～5250MHz
	②a気象レーダー	5250～5372.5MHz
5.3GHz帯 (5250-5350MHz)	②b気象レーダー	5250～5372.5MHz
	③地球探査衛星	5250～5350MHz
5.6GHz帯 (5470-5730MHz)	④各種レーダー	5470～5725MHz
	⑤無人移動体画像伝送システム	5650～5755MHz
	⑥DSRCシステム	5770～5850MHz

## 4.2.2. 周波数帯別の共用条件

### 4.2.2.1. 既存無線LANシステムとの周波数共用条件

既存の5GHz帯無線LANシステムについては、規格の別に関わらず、技術基準により周波数チャネルの使用に先立ち、予め当該周波数チャネルをキャリアセンスすることが義務付けられている。

次世代高効率無線LANにおいても、既存の無線LANシステムとの共用を行うため、これを継承することが必要である。すなわち、既存の無線LANシステムに対する影響を避けるため、これまでキャリアセンス機能の具備が義務付けられている送信モードについては、その送信する占有周波数帯幅全体について電界強度レベルのキャリアセンス機能を具備する必要がある。

なお、802.11axの場合、802.11a/n/acに対し物理層及びMAC副層において互換性を有することが必須とされており、特に40MHz以上の帯域幅を占有するシステムについては、802.11n/acにおける40MHz/80MHz/160MHz/80+80MHzシステムと同様に、制御チャネル及び拡張チャネルにおけるCCA（プリアンブル検出の有無と電力レベルに応じてチャネルの利用可否を判定する方法）が必須事項となっている。また、802.11axで新たに設けられた拡張チャネルにおける20MHz単位のCCA検出機能は、オプションとされている。

### 4.2.2.2. 次世代高効率無線LAN同士の周波数共用条件

次世代高効率無線LAN同士の共用においては、これまでキャリアセンス機能の具備が義務付けられている送信モード（20/40/80/160/80+80MHzモード）について、電界強度レベルのキャリアセンス機能を具備することが適当である。

### 4.2.2.3. 指向性を有する空中線を使用する場合等の共用

802.11axでは、802.11n/acと同様に伝送効率を向上させるため、クローズドループ制御による送信ビームフォーミングがオプション項目とされている。このような、指向性を動的に制御する空中線を実装した無線設備が混在する場合、キャリアセンスを行う領域の異なるシステム間で混信が生じる可能性について検討が必要である。

現行技術基準においては、空中線利得、空中線電力が大きくなるに従って干渉エリアが増大するため、等価等方輻射電力（EIRP）の大きさに応じキャリアセンスによる停波レベルの最大値を低減させることで、公平性を確保している。また、EIRPが1Wを超える場合は、ビーム幅を制限することでEIRPが1W未満の他の無線局への干渉を抑制している。さらに、EIRPが1W未満の無線局同士については、設置時の柔軟な運用調整により干渉を回避することが可能であり、アンテナの制御技術の高度化を促進する意味でも厳密な条件を設けることは適当ではない。従って、現行どおり、以下のように規定することが適当である。

- (1) キャリアセンスについては、受信空中線の最大利得方向における電界強度が100mV/m以上であることをもって、干渉を検出したチャネルと同一のチャネルでの電波の発射を行わないものであること。

(2) 送信空中線の主輻射の角度の幅については、特段規定しないことが適当である。また、5.2GHz帯高出力データ通信システムの無線局に対しては、既存システムの保護の観点から、従来と同等のEIRPマスクを適用することが適当である。

なお、802.11axでは、基地局が送信ビームフォーミングを用いることを前提とした、基地局から複数の端末局に空間分割多元接続を行う下りリンクマルチユーザMIMO技術が規定されているが、常に基地局から複数の端末宛の一对多の通信となり、802.11n/acで規定されている一対一通信の送信ビームフォーミングを用いた場合と同様の共用条件とすることが適切である。

#### 4.2.2.4. 規格の異なる方式同士の共用

一般的に、電界強度レベルでのキャリアセンスを行うことにより、同一規格の無線設備同士はもとより、接続方式などの規格の異なる無線設備同士の電波干渉は生じない。また、物理層においては、通信に先立ちキャリアセンスを行い、チャンネルが開いていることを確認しなければならないが、異なる規格同士の無線設備が同じ周波数チャンネル間隔であって、同じ所要C/Nであれば、規格の違いによらず公平性は担保される。

一方で、時間的棲み分けを行うものであることから、局数が増えることによるスループット低下が懸念される。また、同様に、キャリアセンスを実装するTDMA方式と、CSMA方式とが混在する場合の優位性についても懸念されているところである。上位層においては、通信回線の接続を維持し、通信時のスループットを極力確保しなければならないが、キャリアセンスにより物理層における停波が生じた場合において、上位層における規格の違いにより、例えば、

- ① 通信時のスループットは低下するものの、通信回線の接続は維持される規格のもの
- ② 通信時のスループットの低下に加え、同期を失うことにより通信回線の接続の維持ができないもの

といった差異が生じることとなる。

①及び②に共通するスループットの低下については、こうしたキャリアセンスにより周波数を共用するシステムである限りにおいては、利用者やアプリケーションやトラヒックの違いによる物理層におけるキャリア獲得の優先権などは特段ない（上位のIP層においてはIPパケットレベルでの帯域制御や優先制御は可能である。）ため、仮にシステムが爆発的に普及し、スループットの低下が問題となった場合、場所的棲み分けを図るか、周波数軸上での棲み分けを図る（すなわち、周波数チャンネルを拡大する）以外に方法はなく、現時点で、規格の別による無線局の設置密度とスループットの関係性を定量的に明らかにすることは困難である。

従って、スループット低下に対しては、フレーム構成などの違いを考慮し、キャリアセンスの有効期間を規格ごとに評価し得る可能性はあるが、現時点では、そうした問題が顕著化していないため、キャリアセンスによって信号送信の機会の公平性が確保されていると考えることが適当であり、特段の支障はないと考え

られる。

なお、①及び②における通信回線の接続の維持については、事業者や無線機器製造者又は無線機器メーカーの実現性の問題であり、機器製造の柔軟性を確保する必要からも、周波数共用条件として接続方式を規定することは適当ではない。

#### 4.2.2.5. 5.2GHz帯無線LANとの共用検討対象システムとの共用条件

##### (1) 固定衛星業務 (MSSフィーダリンク)

###### ア 非静止衛星システムの利用状況

5091～5250MHzの周波数帯は、世界的に固定衛星業務 (MSSのフィーダリンク) に分配され、現在、5091～5250MHzでGS (Globalstar) が、5150～5250MHzでIC0が運用されている。このため、MSS フィーダリンク と無線LAN との周波数共用条件について、過去にITU-Rの関連Working Partyにおいて検討が行われてきた。

本周波数共用課題については、MSSフィーダリンクに対する許容干渉評価法及びその基準値については固定衛星業務を担当するWP4Aにおいて、無線LANの運用条件及び技術的パラメータについては無線LANを担当するWP8A、WP9Bの合同会合であるJRG8A-9Bにおいてそれぞれ審議が行われた。それぞれの審議結果を以下に示す。

##### ○ WP4Aにおける審議結果

平成11年 (1999年) 4月に行われたWP4A会合では、干渉評価法は $\Delta T_s/T_s$ 、許容雑音増加分の規定値は3%とした新勧告案が作成され、平成12年 (2000年) にS.1427 (Methodology and Criterion to Assess Interference from Radio Local Area Network (RLAN) Transmitters to Non-GSO Feeder Links in the Band 5150-5250MHz) として勧告化された。また、MSSフィーダリンクの保護のため衛星軌道上でのpfd制限値に関する新勧告案が作成され、規定値 (GS :  $-124\text{dBW/MHz/m}^2$  or IC0 :  $-141\text{dBW/MHz/m}^2$ ) が設けられた。なお、この新勧告案は、同年5月のSG4会合で勧告案として採択され、S.1426 (Aggregate Power Flux Density Limits at the FSS Satellite Orbit for Radio Local Area Network (RLAN) Transmitters Operating in the 5150-5250MHz Band Sharing Frequencies with the FSS (RR No. S.5447A) ) として勧告化された。

##### ○ JRG8A-9Bにおける審議結果

JRG8A-9Bでは、平成11年 (1999年) 7月、5.2GHz帯の無線LANの運用条件について、EIRP 200mW (EIRP密度10mW/MHz) 以下、屋内使用を骨子とする勧告案が平成12年 (2000年) に作成され、M.1454 (EIRP Density Limit and Operational Restrictions for RLANs or Other Wireless Access Transmitters in Order to Ensure the Protection of Feeder Links of Non-Geostationary Systems in the Mobile-Satellite Service in the Frequency Band 5150-5250 MHz) として勧告化された。

○ ITU-Rの共用条件に基づく無線LANの最大許容稼働台数

ITU-R勧告M.1454に基づき算出した、フットプリント当たりの無線LANの許容稼働台数を表4.2.2.5に示す。

表4.2.2.5 許容最大稼働台数

	許容稼働台数[万台]	備考
対IC0	8,825	許容雑音増加分：3%
対Globalstar	2,912	Active Ratio：1% 平均建物遮蔽損失：13dB

イ 非静止衛星システムとの周波数共用条件

5.2GHz帯無線LAN（20MHz/40MHz/80MHzシステム）との周波数共用検討については、平成18年度及び24年度情報通信審議会一部答申にあるとおり、これまでに検討されており、屋内利用に限定する形で共用可能と結論付けられている。また、5.2GHz帯高出力データ通信システムとの周波数共用については、平成29年度情報通信審議会一部答申において検討されており、以下の条件の下で共用可能であると結論付けられた。

- ① 最大空中線電力：10mW/MHz（20MHzシステムの場合）
- ② 最大EIRP：1W
- ③ 上空方向に対するEIRPの制限（仰角8度以上が制限対象）
- ④ 台数管理のための登録局申請が必須

次世代高効率無線LANとの周波数共用条件の検討においては、原則として、これら過去の検討結果を踏まえることが必要である。

802.11axNの20MHz/40MHz/80MHzシステムは、802.11a/n/acの利用を想定した現行基準における占有周波数帯幅を拡大している。また、最大空中線電力は電力密度で規定されている。そのため、無線局当たりの送信電力が増加することとなり、チャンネル幅に関わらず最大空中線電力が200mWとなる。これまでの共用検討においては、既に最大空中線電力を200mWとして検討が行われているため、平成24年度情報通信審議会一部答申における小電力データ通信システムの共用条件、及び平成29年度情報通信審議会一部答申における5.2GHz帯高出力データ通信システムの共用条件に影響を与えることはなく、各システムにおいて従来と同様使用条件を課すことにより、特段の支障はないものと結論付けられる。

## (2) 5. 3GHz帯気象レーダー

### ア 気象レーダーの利用状況

5250～5350MHzで運用される気象レーダーは、防災、河川・道路管理、気象観測、航空管制及び電力の安定供給等を遂行する上で必要な情報を提供するものとして重要であり、気象レーダーによる高精度な降雨（雪）量や風、雷に関する情報は、台風や集中豪雨等による災害の未然防止等、防災面、社会生活のインフラ維持面等に大きく貢献する上で必要不可欠なものであるとともに、天気予報等により国民生活に密着した情報として定着している。また、気象レーダーのデータは危機管理情報として官邸を始め防災関係機関や報道機関にもリアルタイムで配信され、インターネットでの提供も行われている。これらのことから、新たに導入される無線アクセスシステムが、現用の気象レーダーの運用面及び観測精度に支障を与えることがないように共用条件を定める必要がある。上記周波数帯における無線アクセスシステムは免許不要局として広く普及することが想定され、その使われ方は予測し難い面がある。従って、共用条件の策定にあたっては、想定される状況の中で最悪の条件を考慮する必要がある。

### イ 気象レーダーとの周波数共用条件

5. 2GHz帯無線LANの20MHzシステム及び40MHzシステムとの周波数共用検討については、平成11年度及び12年度電気通信技術審議会答申並びに平成16年度及び18年度情報通信審議会一部答申にあるとおり、これまで検討されてきており、次世代高効率無線LANとの周波数共用条件の検討においては、原則として、これら過去の検討結果を踏まえることが必要である。これら過去の検討結果によれば、DFSの具備を要しない5150～5250MHzを使用する20MHzシステムから、5250～5350MHzを使用する気象レーダーの干渉許容レベルに対する影響について、無線LANが802. 11aに準拠するスペクトラムマスクで最上端チャンネル（5240MHz）を使用する場合の、5260MHzを使用する気象レーダーに対する影響の度合いを最悪ケースとして検討を行っており、いずれの場合においても十分な干渉マージンが確保されていることから、共用可能であると結論付けられている。

さらに、これらの結果を踏まえて、平成29年度情報通信審議会一部答申において、5. 2GHz帯高出力データ通信システムとの共用検討が行われ、4. 2. 2. 5節に記載したMSSフィーダリンクに対する共用条件と同等の条件を課すことにより、十分な干渉マージンが確保され共用可能であると結論付けられた。

次世代高効率無線LANの導入において、既存の無線LANと異なる点はスペクトルマスクとなる。図4. 2. 2. 5-1に802. 11ac/axの40MHzシステムのスペクトルマスクを比較する。全ての帯域外領域（中心周波数との差分が20MHz以上となる領域）において、802. 11axのマスクが802. 11acのマスクよりも低く設定されている。なお、80MHzシステムについても同様であり、帯域外領域におけるレベルは、802. 11axの方が低い。従って、802. 11axの40/80/160/80+80MHzシステム導入時においては、802. 11acよりも与干渉量が少なくなるため、

これまでと同様に共用可能であると考えられる。

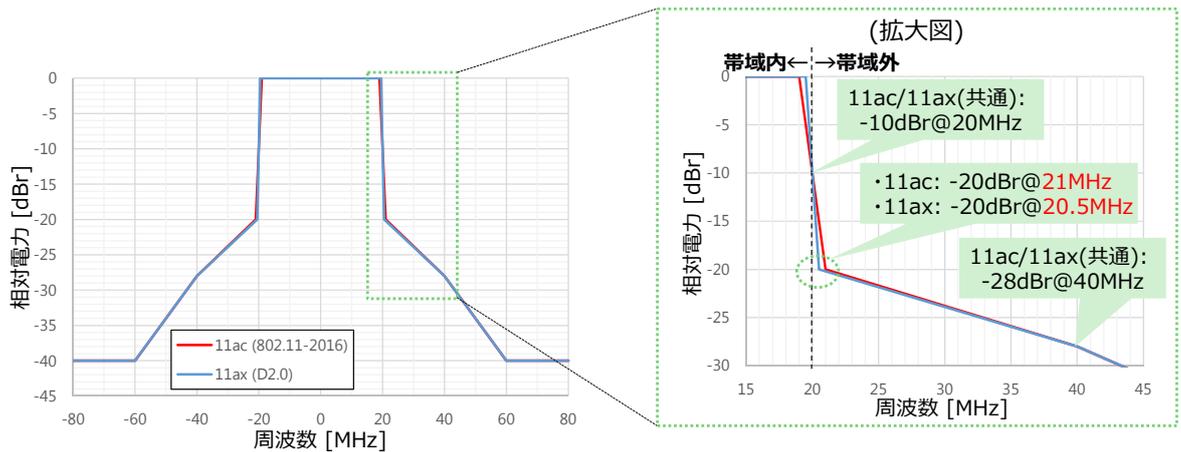


図4.2.2.5-1 802.11ac/axのスペクトルマスクの比較 (40MHzシステム)

一方、20MHzシステムについては、802.11axで規定されるマスクは、帯域外領域の境界付近において802.11acのマスクよりもレベルが高くなる。具体的には、図4.2.2.5-2に示すとおり、中心周波数から±9.75～±10.5MHz（複号同順）の領域において、スペクトルマスクが新たに次式のとおり設定されることにより、次世代高効率無線LANについては、新たに中心周波数から±10～±10.2MHz（複号同順）の領域における不要発射の強度の許容値を規定することになる。

$$\text{相対電力 } p \text{ [dBr]} = -\frac{80}{3} \times (|f| - 9.75) \quad \dots \text{(式4.2.2.5)}$$

(注 f は中心周波数からの差の周波数 (±9.75～±10.5MHz (複号同順)) とし、単位は MHz とする。)

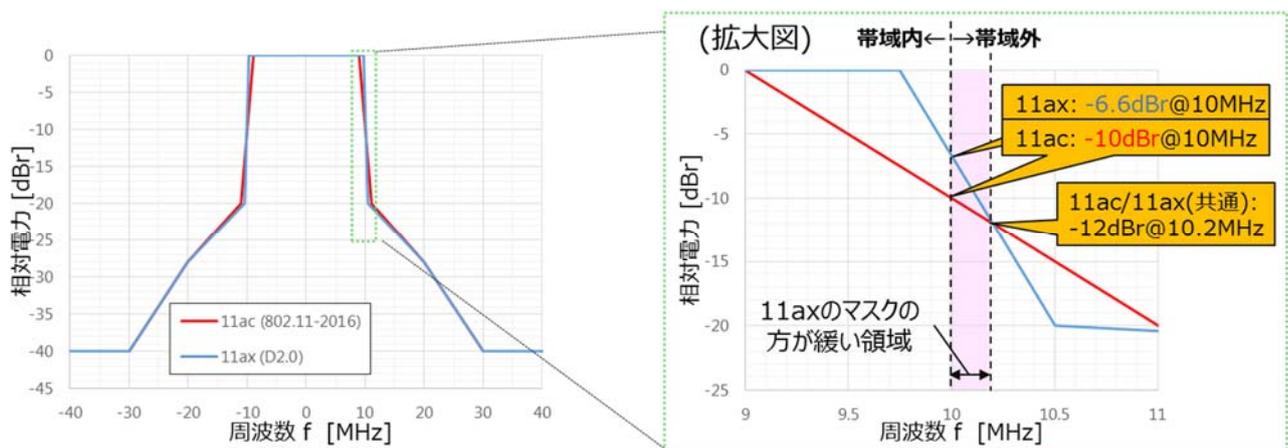


図4.2.2.5-2 802.11axのスペクトルマスク (20MHzシステム)

5.2GHz帯に最も近接する気象レーダーの中心周波数は5260MHz、占有周波数帯幅は4.4MHz以下であり、この帯域に対して十分な離隔周波数が確保されるため、影響はないものと考えられる。

以上より、5.2GHzで運用される無線LANが5.3GHz帯の気象レーダーに対して与える与干渉については、現行基準を維持することで既存の共用検討と比較して増加せず、これまでと同様に十分な干渉マージンが確保されるため、共用可能であると結論付けられる。

#### 4.2.2.6. 5. 3GHz帯無線LANとの共用検討対象システムとの共用条件

##### (1) 5. 3GHz帯気象レーダー

###### ア 気象レーダーとの周波数共用条件

5. 3GHz帯で運用される次世代高効率無線LANと気象レーダーとの周波数共用検討については、平成16年度、18年度及び24年度情報通信審議会一部答申にあるとおり、これまでの20MHz/40MHz/80MHzシステムとの周波数共用条件の検討結果を踏まえ、以下のようにすることが必要である。

- ① 隣接チャンネル及び次隣接チャンネル帯域、帯域外領域及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値が802.11axで規定するスペクトラムマスクに準拠すること。
- ② ITU-R勧告M.1652に基づくDFS機能を具備すること。
- ③ WRC決議第229に基づき、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。

また、今回の技術検討において、IEEE802.11無線LANの使用周波数帯から外れた帯域において動作する気象レーダー（成田空港、中心周波数5335MHz）について、DFS機能が動作しないことが想定される。そこで、参考資料3に示すとおり検討を行った。その結果、従来の802.11acのスペクトルマスクを想定した場合において、帯域外漏洩電力が十分に抑圧されることから干渉マージンが確保されることを確認した。従って、802.11acよりも厳しいスペクトルマスクを規定する802.11axにおいても共用可能であると結論付けることが適当である。

###### イ 高速移動時におけるDFS動作検証

平成24年度情報通信審議会一部答申では、平成18年度情報通信審議会一部答申において検討された高速移動時におけるDFS動作検証の結果が引用されおり、本報告においても同様に、(ア)及び(イ)のとおり、その結果を述べる。

基本的には、WRC-03において決議第229により一次分配された移動業務については、固定利用に限定したものではないため、高速移動体内での利用も含まれるものと考えられる。また、グローバルな製品普及による利便性を確保する必要を勘案すれば、高速移動体内で使用する無線LANに対して特殊な基準や試験工程を設けることは極力避けることが望まれる。

###### (ア) レーダービームの旋回速度に対する高速移動体の相対速度

高速移動体の現実的な移動速度としては、300km/h程度が想定されるが、レーダービームの旋回速度（4rpmの場合、5kmの距離で7540km/h、50kmの距離で75398km/h）に対する移動体の移動速度はごくわずかであり、DFSでモニタリングできないほど、レーダービームの照射範囲内に高速で出入りするといったケースはほとんど想定されないため、300km/hの高速移動体であっても、レーダーからは相対的に固定運用している無線LANと変わりはない

と考えられる。

(イ) レーダーが干渉を受ける確率と距離の関係及びレーダー画面上での干渉縞の現れ方

厳密には、高速移動体においては、レーダービームの旋回速度に対しDFSの検出ウィンドウが相対的に小さくなることが想定されるが、4rpmのレーダーに対し、対地速度1000km/hのときでも離隔距離6kmの地点で90%を維持できると推定される。

また、高速移動する移動体が建物等のシャドウイングによりレーダー波を検出できない場合も想定されるが、これは「隠れ基地局」のモデルケースに相当すると考えられ、平成16年度情報通信審議会一部答申にあるとおり、特段の支障はないものと考えられる。

さらに、DFSの機能上、レーダー波検出後に停波するまでの1の通信系内の総送出期間が260msであることに対し、例えば、無線LANを運用中の列車がトンネル等を抜けた瞬間にレーダーと見通しとなり、その総送出期間に無線LANがレーダーに対し定期的に干渉を与える可能性等について検討した結果、以下のとおりであると考えられ、そのようなケースとなる確率は非常に小さく、通常では特段支障はないものと考えられる。

A レーダーが干渉を受ける確率と距離の関係

(A) 列車車両の遮蔽損が17dB程度では、隠れ基地局問題は起こらず、DFSが正常に機能すると考えられる。

(B) トンネル等を抜けレーダーと突然見通しになる場合などでレーダーに干渉を及ぼす条件は、

- ① 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
- ② 窓際に置かれた無線LAN端末が送信していること
- ③ 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ていること
- ④ 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

であり、これら全ての条件が揃ったときにレーダーは干渉を受ける可能性がある。しかし、干渉を受けるエリア内にレーダー空中線軸がある確率は距離12kmで1%程度であり比較的小さく、さらにこれら全てが揃う確率は極めて小さいと考えられ、平成16年度情報通信審議会一部答申において「隠れ基地局問題」として検討されているとおり、列車の地上高は低く、車窓からレーダー局までフレネルクリアランスが確保できて自由空間となる状況は一般に少ないと考えられる。

B レーダー画面上での干渉縞の現れ方

無線LANとレーダーが近距離で突然見通しとなる場合干渉を生じる確率は高くなるが、そのような状況、位置関係は特殊であると考えられ、決

まった軌道・航空路を通る列車や航空機の場合、事前に影響を与えない周波数選択等に対応できるものと考えられる。また、航空機の場合かなり遠方から見通しとなるので突然出現する確率自体無視できる程度に小さいと思われる。

従って、本干渉問題は、隠れ基地局問題と同様にかなり特殊な場合であって、問題が発生する確率は極めて小さく、列車、航空機での利用は可能であると考えられる。

ただし、以上の結果はあくまでもレーダーに対する干渉確率が小さいというシミュレーション結果であり、以上に掲げる条件が整った場合においては、干渉が発生する可能性があるという結果であることを踏まえる必要がある。

高速移動体内における無線LANの設置運用の場合においては、その設置運用者は、運用地域周辺のレーダーの運用状況等について十分な事前調査を行い、このようなケースが起こらないことを確認することが望ましい。

#### C 高速移動体での実証試験結果

実際の航空機にDFS機能を具備した無線LANシステムを搭載し、レーダー一波をDFSにより検出できるかどうかについて実証したところ、特段支障なく検出できたとの報告がある<sup>[18]</sup>。

#### ウ 気象レーダーの高度化に係る課題

2.7.4節で述べたとおり、電子管（マグネトロンなどの発振管やクライストロンなどの増幅管）を用いる無変調パルス列のパルス変調方式のものから、進行波導波管並の性能を有しパルス圧縮による低出力化・狭帯域化の可能な固体半導体素子を用いる技術の採用への移行が進んでいる。

このようなパルス圧縮技術を用いたレーダーについては、ピーク電力が低く、パルス幅が長く、パルス期間中に周波数変調されている等、既存の無変調パルスのレーダーとは特性が異なるため、既存システムのDFSの検出レベルや測定方法では共用できない可能性があることが平成29年度技術試験事務「無線LANのDFSにおける周波数有効利用の技術的条件に関する調査検討」において指摘されている。

よって、気象レーダーの高度化に伴い5.3GHz無線LANのDFSの技術的条件を見直すこととし、今後検出しなければならないレーダーのパルスパターンは、2.7.6節を踏まえることが適当である。

なお、今回の技術的条件の検討においては、既に仕様が確定しているパルスパターンへの速やかな対応を図る観点から、5.3GHz帯無線LANのDFSについて暫定的な基準を設けることとし、将来運用されるパルスパターン（参考資料4）への対応については、引き続き検討することが適当である。

#### (4) 地球探査衛星システム

5.3GHz帯で運用される次世代高効率無線LANと地球探査衛星システムとの周波

数共用検討については、平成24年度情報通信審議会一部答申にあるとおり、これまでの20MHz/40MHz/80MHzシステムとの周波数共用条件の検討結果を踏まえることが必要である。

過去の検討結果によれば、ITU-R勧告SA.1632（現RS.1632）に基づき以下の条件とすることで、地球探査衛星業務及び宇宙研究業務との周波数共用を可能とした。次世代高効率無線LANでは、帯域幅によらずスペクトラム占有比率を同等とすることにより、これまでの共用条件を満足することから、以下のとおりとすることが適当である。

#### 【周波数共用条件】

- ① 屋内限定（建物による平均遮蔽効果：17dB）とすること
- ② 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
- ③ EIRPが200mW以下、EIRP密度が2.5mW/MHz以下であること
- ④ 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

#### 4.2.2.7. 5.6GHz帯無線LANとの共用検討対象システムとの共用条件

##### （1）各種レーダー（Cバンド精測レーダーシステム）

5.6GHz帯無線LANシステムとの周波数共用検討については、平成24年度及び29年度情報通信審議会一部答申にあるとおり、これまで検討されてきており、次世代高効率無線LANとの周波数共用条件の検討においては、原則として、これら過去の検討結果を踏まえることが必要である。

原則として、DFS機能の具備を義務づけることにより各種レーダーとの周波数共用が可能である。802.11axにおいては、スペクトルマスクが40MHz以上のチャネル幅を持つシステムについては、802.11acよりも厳しくなっていることから、これまでと同様に共用可能であると考えられる。また、802.11axの20MHzシステムについては占有帯域の境界においてスペクトルマスクが若干緩和されることとなるが、各種レーダーと無線LANシステムの占有帯域が重複する場合にはDFSにより干渉が停止され、また、重複しない周波数配置となる場合は、各種レーダーの使用周波数帯から外れるため、その影響は無いものと考えられる。

以上のことから、周波数共用条件として、以下のとおりとすることが適当である。

- ① 隣接チャネル及び次隣接チャネル漏えい電力、帯域外領域及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値については、
  - (i) 40MHzシステム、80MHzシステム、160MHzシステムにあっては、802.11acで規定するスペクトラムマスクに準拠すること。
  - (ii) 20MHzシステムについては、802.11axで規定するスペクトラムマスクに準拠すること。
- ② ITU-R勧告M.1652-1に基づくDFS機能を具備すること。
- ③ WRC決議第229に基づき、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。

また、平成16年度情報通信審議会一部答申では、5470～5725MHzを使用する無線LANのDFS機能の測定条件については、国外の状況を踏まえることが必要とされ、平成18年（2006年）6月に米国FCCにおいて事実上の国際標準となる測定条件が策定されたのを受け、当該周波数帯を使用する無線LANを国内に導入するための規定の整備を行うため、同年10月に電波監理審議会への諮問がなされ同年12月に答申されている。従って、次世代高効率無線LANにおいては、原則として、この測定条件に従う必要がある。

## （2）無人移動体画像伝送システム

5.7GHz帯を用いる無人移動体画像伝送システムとの周波数共用条件については、平成28年度情報通信審議会答申（諮問第2036号「ロボットにおける電波利用の高度化に関する技術的条件」及び諮問第2034号「災害対応ロボット・機器向け通信システムの技術的条件」）にあるとおり、これまで検討されてきており、次世代高効率無線LANとの周波数共用条件の検討においては、原則として、過去の検討結果を踏まえることが必要である。

過去の検討結果によれば、無線LANが5.7GHz帯を用いる無人移動体画像伝送システムに与える被干渉については、互いのシステムの運用チャネルの位置関係が、同一チャネル・隣接チャネル・次隣接チャネルの場合それぞれについて評価が行われており、それぞれ所要離隔距離として4.7km、230m、40m（壁の透過損失を見込んだ場合は、それぞれ約660m、約30m、約5m）、となる。実際の運用において十分な離隔距離を確保できることから共用可能であると結論付けられた。また、同一周波数を用いた場合には、離隔距離が長くなることから、無線LANから無人移動体画像伝送システムが受ける干渉、並びに無人移動体画像伝送システムが無線LANに与える干渉を可能な限り回避するために、周波数離調をできるだけ確保する観点から、ロボット用無線システムとしては、使用可能周波数のうち高い周波数を優先して使用することが望ましい、と結論付けられた。

次世代高効率無線LANの導入により、占有周波数帯幅の拡大に伴う計算上の空中線電力の上限値が若干増加する（197mW→200mW、0.066dBの増加）。この影響は離隔距離に換算すると約30mの増加にとどまり、これまでの共用検討結果（約4.7km）に対して与える影響は極めて小さいため、共用可能とする結論を継承することが適当である。

また、802.11axにおける20MHzシステムでは、占有帯域と帯域外領域の境界においてスペクトルマスクを緩和している。これについては、過去の検討では、隣接チャネル及び次隣接チャネルの漏えい電力が占有周波数帯幅に対してそれぞれ-25dB<sub>r</sub>、-40dB<sub>r</sub>である場合に共用可能としており、次世代高効率無線LANにおいても同様の規定を維持すれば共用可能であると結論付けられる。

## （3）狭域通信システム

次世代高効率無線LANの導入に当たり、5.6GHz帯のガードバンド帯域の活用、すなわち、144ch（中心周波数5720MHz、20MHz帯域幅）を想定した場合におい

て、図2.6.2に示すとおり、新たに20/40/80/80+80MHzシステムのチャンネルが定義されることとなる。これらのチャンネルを利用する場合において、DSRCシステムに対して与える不要発射の影響を評価する必要がある。

DSRC領域に最も近接する80MHzシステム及び80+80MHzシステムの不要発射の強度について、現行基準及び802.11acのスペクトルについて、図4.2.2.7-1に示す。

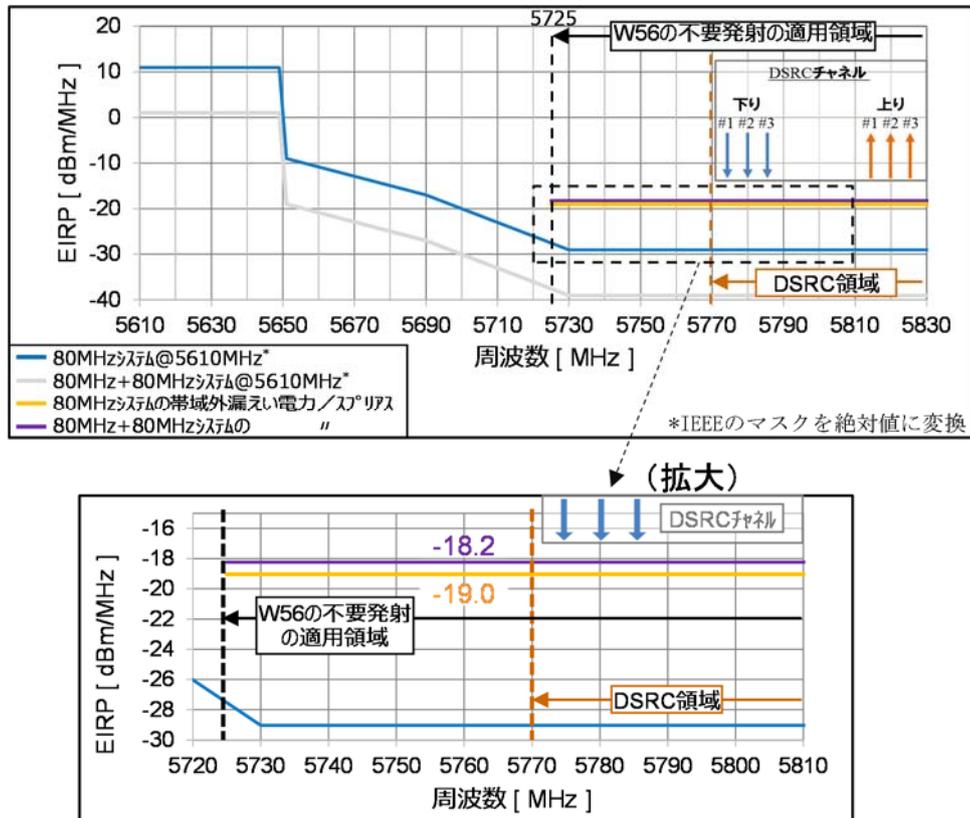


図4.2.2.7-1 現行基準における5.6GHz帯無線LANの不要発射の強度の許容値

また、144chを用いることで新たに定義される80/80+80MHzシステムは、DSRCシステムに対して近接する形で規定され、これに対する802.11acのスペクトルマスクと現行基準の不要発射の強度の許容値を図4.2.2.7-2に示す。5770-5777MHzの領域において、802.11acのスペクトルマスクが現行基準の不要発射の強度の許容値を上回る領域があり、従来よりも与干渉が増加する形となる。これまでと同等の条件で、144chを用いた5.6GHz帯無線LANとDSRCが共存するためには、DSRCの帯域への与干渉が、従来の140chを用いた場合の不要発射の強度の許容値以下とする必要がある。従って、5770-5777MHzの領域については、不要発射の強度の許容値を802.11acのスペクトルマスクを下回る値とし、現行基準と同様に、当該帯域で一律-18.2dBm/MHz (80+80MHzシステムの場合)あるいは-19.0dBm/MHz (80MHzシステムの場合)と規定することで共用可能であると考えられる。

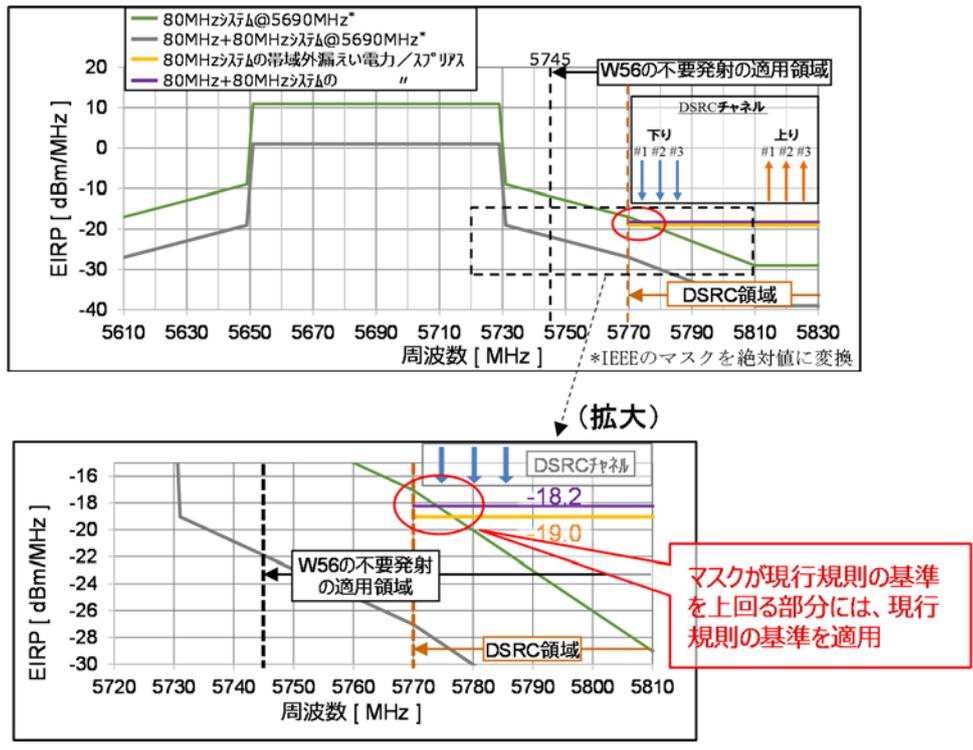


図4.2.2.7-2 144chを規定した場合の80/80+80MHzのIEEE802.11スペクトルと現行基準における不要発射の強度の許容値の比較

#### 4.2.3. 上りリンクにおける複数端末多重伝送の影響の評価

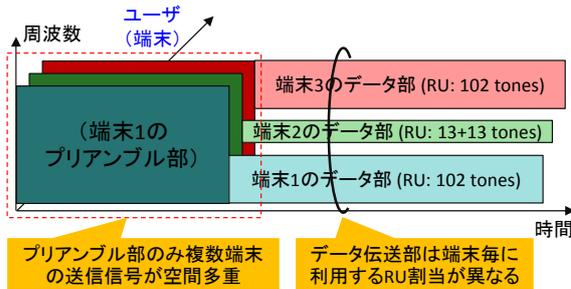
##### 4.2.3.1. UL MU伝送の概要

2.5.3節で説明したとおり、802.11axでは、複数の端末が基地局に対して同一時刻に多重伝送する上りリンクOFDMA (UL OFDMA) 及び上りリンクマルチユーザ<sup>13</sup>MIMO (UL MU-MIMO) が規定される (以下、UL OFDMAとUL MU-MIMOを総称して「UL MU」という。)

802.11acまでのIEEE802.11無線LANでは、ある基地局の電波が到達する範囲 (キャリアセンス範囲) において、1台の端末のみが通信を行うことを前提としていた。これは802.11acの下りリンク (DL: Down Link) MU-MIMO、802.11axのDL OFDMAについても同様であり、ある基地局が複数の端末に同時伝送を行うが、送信局は1局のみであることには変わり無いため、この範疇に含まれる。一方、802.11axで新たに規定されるUL OFDMA及びUL MU-MIMOでは、基地局が送信するTrigger frameあるいはData Frameを起点として、複数の端末が同時伝送を行う伝送形態となる。UL OFDMAではプリアンブル部分のみ、全ての端末が全帯域にわたり送信を行い、データ部分は端末毎に割り当てられたRUを用いてデータ伝送を行う。一方、UL MU-MIMOでは、プリアンブル部分・データ伝送部ともに用いる全帯域にわたり送信される。従って、UL MU伝送時の与干渉量を評価し、共用検討結果に与える影響を確認する必要がある。

<sup>13</sup> 多重伝送を行う宛先が「ユーザ端末」であることから「ユーザ」という言葉が使われている。

<例: 3台の端末によるUL-OFDMA伝送(20MHz)>



<例: 3台の端末によるUL MU-MIMO伝送(20MHz)>

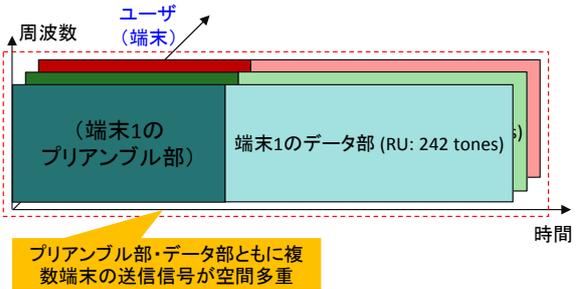


図4. 2. 3. 1 UL-OFDMA及びUL MU-MIMO伝送における無線フレームの空間多重

#### 4. 2. 3. 2. 802. 11axにおけるUL MU伝送における要件

##### (1) 送信電力制御

UL MU伝送は、基地局から送信されるフレーム (Trigger FrameあるいはData Frame) を合図に開始される。各端末では、合図となるフレームの受信信号を元に送信電力制御を行い、同時に無線フレームを送信する。端末の送信信号は伝搬路を通過することで減衰し基地局に受信されることとなるが、送信電力及び伝搬減衰量は端末毎に異なるため、何も制御を行わないと、基地局における各端末からの信号の受信電力に格差が生じ、レベルの低い信号に対する復調・復号特性が劣化する。これを解決するために、基地局における各端末からの受信電力を揃える必要がある。各端末では、時分割チャンネルの対称性、すなわち、上りチャンネルと下りチャンネルの伝搬路損失の同一性を元に、基地局から送信されたフレームの受信電力から基地局と自身の間の伝搬路損失を推定し、指定された目標受信レベルで基地局に受信されるよう、送信電力を調整する。

送信電力制御の例を図4. 2. 3. 2に示す。この図では、最も通信距離が長く伝搬路減衰が大きい端末3からの信号の基地局における受信電力を基準として、端末1及び端末2の送信電力を低減させることで受信電力を合わせている。本図からも見て取れるように、UL MU伝送における送信電力制御は、一般的に、全ての端末が最大電力で送信した場合と比較して送信電力が抑制される操作を行うこととなる。

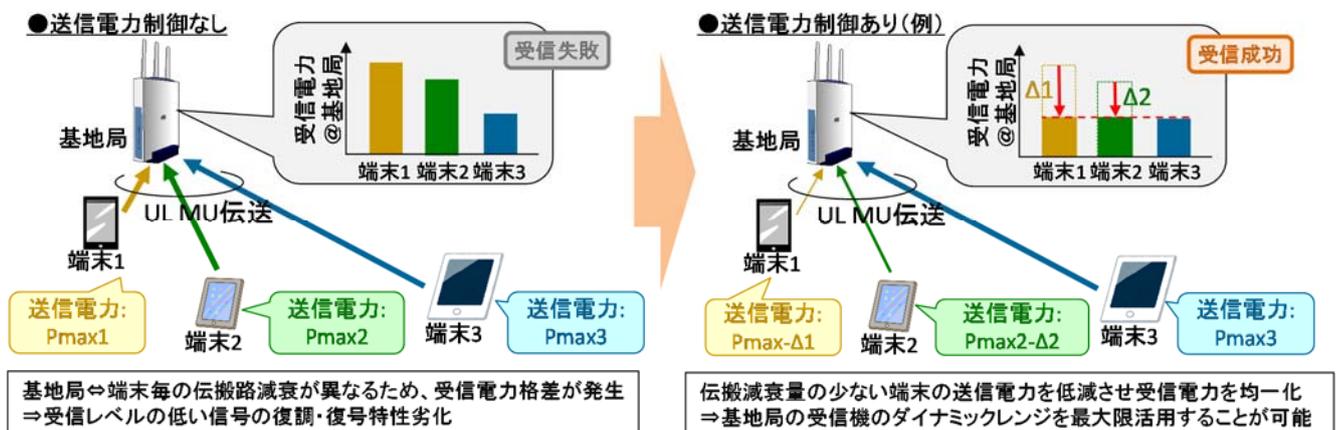


図4. 2. 3. 2 UL MU伝送における送信電力制御の概要

## (2) ユーザ多重数

802.11axドラフトでは最大で74ユーザーの同時伝送が定義されている（UL OFDMAの場合、160MHz/80+80MHzチャネル利用時）。これが利用できる条件は、1台の基地局に74台の端末が帰属しており、かつ、UL MU伝送の時点において、全74台の端末が送信データを保持している状態となる。このような状況が実際の利用環境において起こり得るかについては、実際の利用ケースにおいてどの程度のユーザ多重数が見込まれるかを確認する必要がある。客観的な指標として、広範なエリアにおける基地局に対して接続されている端末台数を観測した統計データがITU-R WP5Aに寄書入力されている<sup>[19]</sup>。この寄書によれば、「84%が1台、13%が2台、3%が3台」と報告されている。従って、実環境における上りリンクの最大ユーザ多重数については、3とすることが適当である。

## (3) 送信電力の分布

UL MU伝送の与干渉を評価するに当たり、端末がどのような送信電力分布を持つかを考慮することが重要となる。平成29年度情報通信審議会一部答申における5.2GHz帯の共用検討では、ITU-R勧告M.1545を引用し、基地局及び端末の送信電力分布モデルを表4.2.3.2のとおり規定されている。このモデルにおいて、基地局と端末の構成比については明確に定義されていないが、今回UL MU伝送評価を実施するに当たり必要となるため、以下の仮定を適用したモデルを用いる。

① EIRP=200mWとしている19%の無線機は、他のオプションとして仰角制限が用いられていることから、基地局であるとみなす。

② また、残り81%の無線局は概ね端末であるとみなす。

一般的に、基地局は外部電源が供給される一方で端末はスマートフォン・タブレット等のモバイルデバイスが主流であり内蔵電池で駆動するため、基地局に対して端末の送信電力が相対的に低くなるモデルは適当であると考えられる。

上記の前提に基づくと、端末の送信電力は表4.2.3.2（平成29年度情報通信審議会一部答申より抜粋）における200mWの割合を除外した残りの割合（81%）を母集団100%に拡張した分布とする（80mW：33%、50mW：19%、25mW：48%）ことが適当である。

表4.2.3.2 無線LANの送信電力分布（抜粋）

パラメータ		規定値			
4	無線LAN送信電力分布モデル（ITU-R JTG4-5-6-7/715）（2014年7月）から引用	(ア) 200mW (イ) 最大EIRP 1W （仰角8度未満） (ウ) 最大EIRP 4W （仰角30度未満）	80mW	50mW	25mW
	比率	19%	27%	15%	39%
5	EIRP （無線LAN送信電力分布モデルで平均化したEIRP）	(ア) 77mW (イ) 72mW (ウ) 557mW			

#### 4.2.3.3. 干渉量の評価

無線LANの利用は1台の基地局に複数台の端末が帰属するインフラストラクチャモードが主流であり、11ax導入の前後において主要な利用ケース（家庭・オフィス・公共施設での利用）については変更はない見通しである。従って、既存の評価モデルを踏襲することが適当であり、過去に行われた共用検討モデルを踏まえ、以下の2種類について検討を行う。

##### A) 広域エリアの合計干渉量評価

多数の無線局が広範なエリアに配置されるモデルにおいて、共用検討対象システムに入力される干渉量の総和を導出し、許容可能か否かを確認する。同一チャンネル・隣接チャンネルにおける既存システムと無線LANとの共用検討に用いられる。

##### B) 最大空間多重数の合計干渉量評価

これまでの共用検討において、無線局当たりの干渉量の最悪値に着目し、既存システムに影響を及ぼす範囲を確認し、必要となる離隔距離が検討されてきた。UL MU伝送区間において複数の無線局が同時送信を行うため、上記に符合する評価として、空間多重数が最大となる場合における送信電力の和を導出する。

上記A) 及びB) と既存の共用検討の対応付けは、表4.2.3.3-1のとおりとなる。

表4.2.3.3-1 共用検討対象システム毎のモデル種別

周波数帯	共用検討対象システム		共用検討モデル種別
5. 2GHz帯 (5150-5250MHz)	①固定衛星 (MSSフィーダリンク ; Globalstar)	5091-5250MHz	A)
	②a気象レーダー	5250-5372.5MHz	A)
5. 3GHz帯 (5250-5350MHz)	②b気象レーダー	5250-5372.5MHz	A)
	③地球探査衛星	5250-5350MHz	A)
5. 6GHz帯 (5470-5725MHz)	④各種レーダー	5470-5725MHz	A), B)
	⑤無人移動体画像伝送システム	5650-5755MHz	B)

これら2種類のモデルにおいてUL MU伝送を用いてユーザ多重を行った場合について、行わない場合（一対一通信の評価）を基準値とした与干渉量の相対評価を行った。

#### (1) 広域エリアの合計干渉量評価

広域エリアの合計干渉量評価を実施するに当たり、はじめに端末局の分布を定義する必要がある。既存モデルでは無線機の種別（基地局あるいは端末）が明示的に分類されていない（基地局の送信電力が与干渉に対して支配的であると考えられていたため）が、UL MU伝送の干渉量进行评估するためには端末の分布モデルが必要となる。これを定義するに当たり、平成16年度、24年度及び29年度情報通信審議会一部答申において利用されているモデルに着目する。このモデルでは、干渉量の最悪値を見積もるために、干渉エリアとキャリアセンスレベルから、送信機会を最大化する基地局配置を定義しており、セル半径の値として $R=116.5\text{m}$ が用いられている。本評価においてもこの値を適用し、また、セル内に端末が一様分布するものとする。その他、以下のパラメータを用いる。

① 同時送信端末台数:  $N = 3$

(4.2.3.2節(2)におけるITU-R寄与文書<sup>[19]</sup>より)

② 各端末 (STA#n,  $n = 1, 2, \dots, N$ ) の最大送信電力:  $P_{\text{max}}(\#n)$

(80mW/50mW/25mWのいずれか。確率分布は4.5.2節ウを参照)

③ 端末#nの伝搬損失量:  $L(\#n)$ 、自由空間伝搬損失モデル※

※UL MU伝送においては、最大送信電力を用いたとしても基地局側において十分な受信電力を確保できない端末については、メンバに含めることが出来ないため除外される。伝搬損失量のモデルが自由空間伝搬より大きな減衰量となる場合、端末の通信エリアは狭くなるためUL MU伝送のメンバとなることができる端末は基地局近傍に位置するものに限定される。これは、

UL MU伝送を行う機会が減少することを意味する。従って、自由空間伝搬減衰モデルを適用することは、UL MU伝送の同時送信端末数を最大化する点において最悪の場合を想定していることになる。

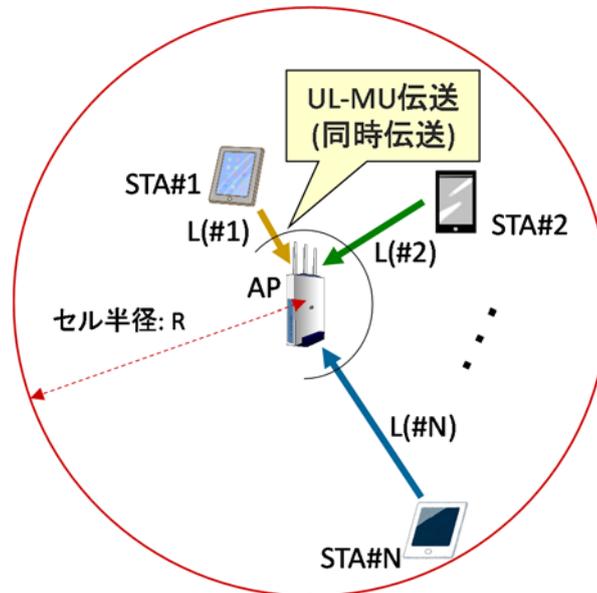


図4. 2. 3. 3-1 広域エリアの合計干渉量評価モデルのイメージ

また、5. 2GHz/5. 3GHz/5. 6GHz帯それぞれにおいて、利用条件の際はあるが無線LANの利用ケースは概ね同じであると考えられるため、本モデルを各周波数帯において共通で用いることが適当である。

干渉量評価の手順を以下に示す。モンテカルロシミュレーションにより、UL MU伝送区間の全端末の送信電力の総和（与干渉量に相当）を導出する。試行回数毎に表4. 2. 3. 3-2に示す手順を実施し、全端末の送信電力の和（Sum\_TxPow）を導出し、十分多い試行回数を実施した上でその平均値を導出する。また、送信電力制御により送信電力が抑制される様子を図4. 2. 3. 3-2に示す。

表4.2.3.3-2 モンテカルロシミュレーション手順

- 
- ・ 試行回数毎に以下を実施する。
    1. 端末をエリア内に一様分布でランダムに配置
    2. 各端末が最大送信電力で送信した場合の基地局の受信電力を計算<sup>1)</sup>
    3. 基地局の受信電力のうち最低値を送信電力制御における基準値 (TargetRSSI) に設定<sup>2)</sup>。併せて、当該端末のインデックスを#n\_ftに設定。  
 $\Rightarrow \text{TargetRSSI} = \text{Pmax}(\#n\_ft) - L(\#n\_ft)$
    4. 端末#nの送信電力TxPow(#n)を以下の形で決定：
      - n=n\_ftの場合：最大電力で送信  
 $\Rightarrow \text{TxPow}(\#n) = \text{Pmax}(\#n\_ft)$
      - n≠n\_ftの場合：基地局における受信電力がTargetRSSIとなるよう、送信電力を下げる  
 $\Rightarrow \text{TxPow}(\#n) = \text{Pmax}(\#n) - \Delta P(\#n) = \text{TargetRSSI} + L(\#n)$   
 $\Delta P(\#n)$ ：STA#nにおける電力低減量<sup>3)</sup>  
 ※電力設定値の誤差は考慮しないものとした。
    5. 全端末の送信電力の和をUL-MU伝送区間における干渉量とみなす：  
 $\Rightarrow \text{Sum\_TxPow} = \text{TxPow}(\#1) + \dots + \text{TxPow}(\#N)$

<sup>1)</sup> 本処理は、TargetRSSIを導出するためにシミュレーション上で実施するものであり、実際の運用で行われる訳ではない。

<sup>2)</sup> 802.11axドラフトD3.0では規定がない（実装依存）。本検討ではセル内の全端末が送信電力を調整する（=低下させる）ことで必ずTargetRSSIに設定可能とする条件を用いた。これは、モンテカルロシミュレーションにおける全ての試行において、必ずUL MU伝送が実現可能となる条件であり、ユーザ多重数を最大化する観点で最悪ケースを検討していることに相当するため、与干渉評価における仮定として適当である。

<sup>3)</sup>  $\Delta P(\#n) = \text{Pmax}(\#n) + L(\#n) - (\text{Pmax}(\#n\_ft) + L(\#n\_ft))$

---

<N=3, #n\_ft=3の場合の例>

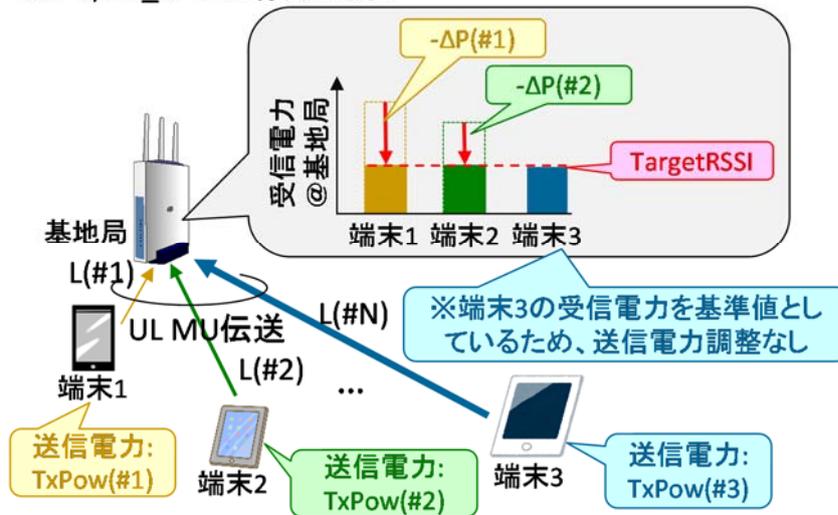


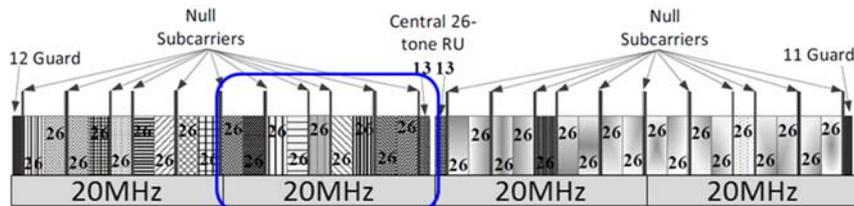
図4. 2. 3. 3-2 送信電力制御により送信電力が抑制される例

上記評価モデル、シミュレーション手順を用いて送信電力の和 (Sum\_TxPow) の平均値を評価した結果、モデルにおける無線局当たりの平均送信電力 (77mW) を基準値 (0dBr) とすると、-0.048dBrという結果が得られた。これにより、UL MU伝送区間における与干渉は、従来の一対一の通信とほぼ同等であることが分かった。すなわち、既存の干渉評価モデルにおいて、1台の無線局により行われることが想定されていた上り伝送が11ax導入によりUL MU伝送に置き換わった場合において、上りリンク伝送の与干渉は従来よりも少なくなるため、従来共用可能としていた検討結果に影響を与えることなく、これまでと同様に共用可能であると結論付けられる。

(2) 最大空間多重数の合計干渉量評価

UL MUを用いた複数端末の同時伝送は、混雑した環境において伝送効率を改善することが期待されている。従って、ユーザ多重数 (同時伝送端末台数) が最大となる場合での評価も併せて行う必要がある。

11axでは、UL-OFDMA伝送における160MHz伝送において、74個のRUが規定されており、これに対して個別に端末割り当てた場合、20MHzチャンネル当たりの最大ユーザ多重数は10となる (図4. 2. 3. 3-3参照)。一方、UL MU-MIMOは最大ユーザ多重を8としている。従って、以降、UL OFDMA (のプリアンブル部分) における10ユーザ多重を最悪ケースとして評価を行う。



(↑左図はこの部分に着目)  
802.11axのRU配置\* (160MHzのうちの80MHz分)

\* LAN/MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, IEEE P802.11ax™ D3.0, Figure 28-7, pp. 416, June 2018.

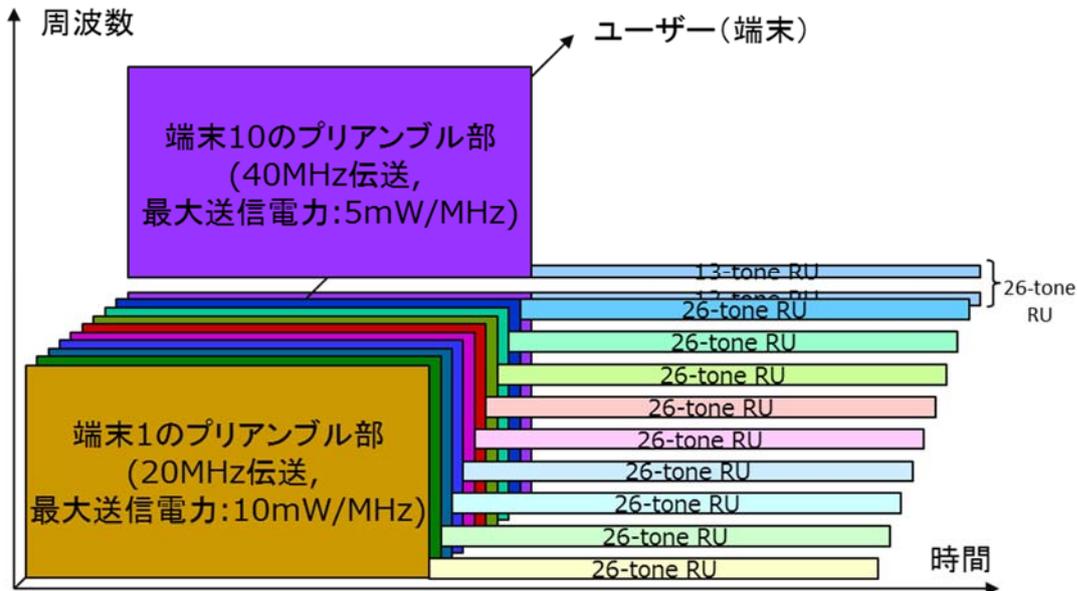


図4. 2. 3. 3-3 UL-OFDMAにおけるユーザ多重数が最大となる場合のRU配置

シミュレーションパラメータを以下に示す。

- ① ユーザ多重数:  $N=10$   
(20MHzチャンネルに10ユーザ多重を行う最悪ケースを想定。1ユーザーのみ40MHz伝送となり、最大電力密度が1/2 (5mW/MHz) となるため、着目する20MHz帯域への与干渉についても1/2に設定)
- ② その他のパラメータ: 「A) 広域エリアの合計干渉量評価」と同一とする。
  - 送信電力分布
  - 基地局/端末分布モデル
  - 伝搬路モデル
  - 送信電力制御方法

上記パラメータを用いて、「A) 広域エリアの合計干渉量評価」において用いたもの(表4. 2. 3. 3-2)と同様にモンテカルロシミュレーションを実施した。その結果、基準となる送信電力を200mW (0dBr) とした場合、UL MU伝送区間の総送信電力の平均値が-1. 20dBrとなることを確認した。この結果より、UL MU伝送区間における送信電力は現行基準における無線局1台当たりの最大送信電力を下回ることから、これまでと同等に、共用可能であると結論付けられる。

#### 4.2.3.4. UL MU伝送のその他の特徴

UL MU伝送の起点となる基地局が送信するTrigger FrameやData Frameはマルチパスフェージング・干渉・雑音の影響を受けるため、これを基準とする送信タイミング調整/AFC/TPCも同様に誤差を含むこととなる。タイミング・搬送波周波数・電力の誤差を含む複数の無線フレームが空間上で合成され受信されるため、基地局ではたとえ受信電力が高い場合であっても、時間長の長い無線フレームを復調する場合、単一の端末からの信号を受信する場合と比較して誤りの影響を受けやすくなる。従って、UL MU伝送において長時間（例：数ms程度）の伝送を行うことは困難である。UL MU伝送が活用される典型的なケースは、DL MU-MIMOあるいはDL OFDMAによる基地局から複数端末に対するデータ伝送に対するBlockACKに代表される、時間長の短い上りリンクの制御フレームを多重伝送する場合であり、その時間率は極めて低くなる。

また、モバイルトラフィックに占める下りリンクの割合が86.8%であるという統計データ<sup>[20]</sup>にも示す<sup>14</sup>とおり、上りリンクのデータトラフィックは下りリンクと比較して比率が極めて低い。

以上の事実より、802.11axで規定されるUL MU伝送は、実利用では主に時間長の短い制御信号を多重伝送するケースが想定され、データ伝送のために利用される頻度は低く、また、データ伝送に利用される場合であってもその時間長は短時間になると結論付けることが適当である。

---

<sup>14</sup>この統計データはセルラシステムの集計結果であるが、無線LANを用いるモバイルデバイスの多くがセルラシステムと同様にスマートフォン・タブレットであること、および、無線LANがセルラシステムのデータをオフロードする利用形態が広く普及していることに鑑みれば、概ね同様の傾向であると推測することが適当である。

## 第5章 無線LANシステムの技術的条件

### 5.1. 次世代高効率無線LANの技術的条件

第3章の要求条件及び第4章の周波数共用条件に基づき、現在、TGaxIにおいて標準化が進められている技術方式を踏まえ、既存の2.4GHz/5GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz高出力データ通信システムへの導入が想定される「次世代高効率無線LAN」の技術的条件を示す。

#### 5.1.1. 一般的条件（2.4GHz帯小電力データ通信システム）

##### 5.1.1.1. 無線周波数帯

無線周波数帯は、既存の小電力データ通信システムと同様に、2400～2483.5MHzとすることが適当である。

##### 5.1.1.2. 周波数チャンネル配置

周波数チャンネルの配置は、2.4GHz帯小電力データ通信システムにあっては既存のものと同様とすることが適当である。

なお、無線LANは既存のチャンネル幅をベースとしたサブキャリアを追加する可能性があることから、規定に当たっては、将来的なマイナーチェンジが不要となるように対応することが適当である。

##### 5.1.1.3. 周波数チャンネル使用順位

周波数チャンネルの使用順位については、無線LANがキャリアセンスによる周波数を共用するシステムであり、また、機器製造の柔軟性を確保する必要があることも考慮すると、メーカーや運用者が個別に対応することが適当であると考えられるため、特段規定しないことが適当である。

##### 5.1.1.4. 周波数の使用条件

周波数の使用条件については、平成18年度情報通信審議会一部答申「高速無線LANの技術的条件」に準ずることが適当である。

##### 5.1.1.5. 信号伝送速度（周波数利用効率）

特段規定しないことが適当である。

##### 5.1.1.6. 通信方式

通信方式は、現行どおり、単向通信方式、単信方式、同報通信方式、半複信方式又は複信方式とすることが適当である。

##### 5.1.1.7. 接続方式

接続方式は、現行どおり、各20MHzチャンネルを基本とした送信権の獲得を公平にし、共存を実現できることが適当である。

#### 5.1.1.8. 変調方式

変調方式は、直交周波数分割多重（OFDM；Orthogonal Frequency Division Multiplex）方式とすることが適当である。

#### 5.1.1.9. 監視制御機能システム設計上の条件

監視制御機能システム設計上の条件は、平成18年度情報通信審議会一部答申「高速無線LANの技術的条件」に準じ、以下のとおりとすることが適当である。

##### （1）誤り訂正機能

回線の信頼性の向上のためには一般的に具備することが望ましいが、再送制御による高レイヤでの品質向上を図る場合、伝搬距離が短い場合で誤り訂正符号を使用しなくともサービスに必要な回線の信頼度が得られる場合、アプリケーションによっては高速性を優先するため誤り訂正における符号化率を最小限にする場合等があることから、運用の柔軟性を確保するためにも誤り訂正符号を義務づけないことが適当である。

##### （2）監視制御機能

監視制御のための補助信号は、無線主信号に内挿して伝送するものとし、特殊なキャリア又は変調等を使用しないものであることが適当である。

##### （3）システム設計上の条件

違法使用を防止するための対策のため、本システムが情報処理機器に組み込まれて利用される場合を考慮して、送信装置の主要な部分（空中線系を除く高周波部及び変調部）は容易に開けることができない構造とすることが適当である。

##### （4）同一システム間の共用方策

小電力データ通信システム間の共用方策に関しては、キャリアセンスレベル等について、現行どおりとすることが適当である。

## 5.1.2. 無線設備の技術的条件 (2.4GHz帯小電力データ通信システム)

### 5.1.2.1. 送信装置

#### (1) 周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、現行どおり、 $\pm 50\text{ppm}$ とすることが適当である。

#### (2) 占有周波数帯幅の許容値

##### ア 26MHzシステム

802.11axで規格化される26MHzシステムの送信スペクトルは、

- ① データ及びパイロットサブキャリア数：242本
- ② 送信スペクトル内のヌルサブキャリア数：3本

により構成される（参考資料5）。OFDMAのサブキャリア間隔は0.078125MHzであり、26MHzシステムのサブキャリアの構成から、両端のサブキャリアの周波数差は19.0625MHz、理論値占有周波数帯幅は19.140625MHzと試算され、現行の許容値である26MHzに包含される。よって、26MHzシステムにあっては、現行どおり、26MHzとすることが適当である。

なお、802.11axで規定される26MHzシステムの送信モードとしては、高効率伝送を行うHEモード34以外にも、従来の802.11bのフォーマットを連続した20MHzのチャンネルのそれぞれにコピーして送信するモードである、non-HT duplicatedモード35があるが、これについてもHEモードとほぼ同等のサブキャリア配置となるため、26MHzシステムと同様に扱うことが適当である。

##### イ 40MHzシステム

802.11axで規格化される40MHzシステムの送信スペクトルは、

- ① データ及びパイロットサブキャリア数484本
- ② 送信スペクトル内のヌルサブキャリア数：5本

により構成される。OFDMAのサブキャリア間隔は0.078125MHzであり、40MHzシステムのサブキャリアの構成から、両端のサブキャリアの周波数差は38.125MHz、理論値占有周波数帯幅は38.203125MHzと試算される。しかし、現実には、占有周波数帯幅は無線機器の製造品質等により個々に異なり、フィルタや回路等による信号成分劣化等をマージンとして見込む必要があるため、占有周波数帯幅の許容値は、40MHzとすることが適当である。

表5.1.2.1-1 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅	占有周波数帯幅の許容値
26MHz以下	26MHz
26MHzを超え40MHz以下	40MHz

#### (3) 空中線電力

送信装置の空中線電力については、直交周波数分割多重方式（周波数ホッピングとの複合方式を除く。）を用いるものにあっては、次のとおりとすることが適当である。

表5.1.2.1-2 送信装置の空中線電力

占有周波数帯幅	送信装置の空中線電力
26MHz以下	10mW/MHz以下
26MHzを超え40MHz以下	5mW/MHz以下

(4) 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差については、平成18年度情報通信審議会一部答申「高速無線LANの技術的条件」に準じ、現行どおりとすることが適当である。

(5) 送信空中線

ア 送信空中線利得

送信空中線利得は、現行どおりとし、12.14dBi以下とすることが適当である。

イ 送信空中線の主輻射の角度の幅

送信空中線の主輻射の角度の幅については、平成18年度情報通信審議会一部答申「高速無線LANの技術的条件」に準じ、現行どおり、送信空中線の水平面及び垂直面の主輻射の角度の幅が、 $360/A$ 度以下（Aは、等価等方輻射電力を絶対利得2.14dBの送信空中線に平均電力が10mWの空中線電力を加えたときの値で除したもの（1を下回るときは1）。）とすることが適当である。

(6) 等価等方輻射電力

等価等方輻射電力については、現行どおり、特段規定しないことが適当である。ただし、空中線電力の最大値と送信空中線の利得を基にして間接的に定義されている。

(7) 隣接チャネル漏えい電力

隣接チャネル漏えい電力については、現行どおり、特段規定しないことが適当である。

(8) 周波数チャネル当たりのスペクトラム特性

周波数チャネル当たりのスペクトラム特性については、現行どおり、特段規定しないことが適当である。

(9) 帯域外漏えい電力

帯域外漏えい電力については、現行どおり、特段規定しないことが適当である。

(10) 不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値については、現行どおりとすることが適当である。

#### 5.1.2.2. 受信装置（副次的に発する電波等の限度）

副次的に発する電波等の限度は、現行どおりとすることが適当である。

#### 5.1.2.3. 電気通信回線設備との接続

電気通信回線設備との接続は、識別符号を利用し、符号長は48ビット以上であること。また、システム設計条件（送信バースト長は8ms以下とすること、キャリアセンスを行うこと等）に適合すること。

#### 5.1.2.4. 混信防止機能

混信防止機能については、平成18年度情報通信審議会一部答申「高速無線LANの技術的条件」に準じ、識別符号を自動的に送信し、又は受信する機能を有すること。

#### 5.1.2.5. その他

(1)送信バースト長については、現行どおり、特段規定しないことが適当である。

(2)キャリアセンスについては、占有周波数帯幅が26MHzを超え40MHz以下であって直交周波数分割多重方式（周波数ホッピングとの複合方式を除く。）を用いるものにあつては、平成18年度情報通信審議会一部答申に準じ、電界強度レベルのキャリアセンス機能を行なうことが適当である。ただし、具体的な手法やキャリアセンスを行なう電界強度レベルの閾値について、特段規定しないことが適当である。

### 5.1.3. 一般的条件（5GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システム）

#### 5.1.3.1. 無線周波数帯

無線周波数帯は、5150～5350MHz及び5470～5730MHzとすることが適当である。

#### 5.1.3.2. 周波数チャネル配置

周波数チャネルの配置は、3.1.4節を踏まえ、図5.1.3.2のとおりとすることが適当である。

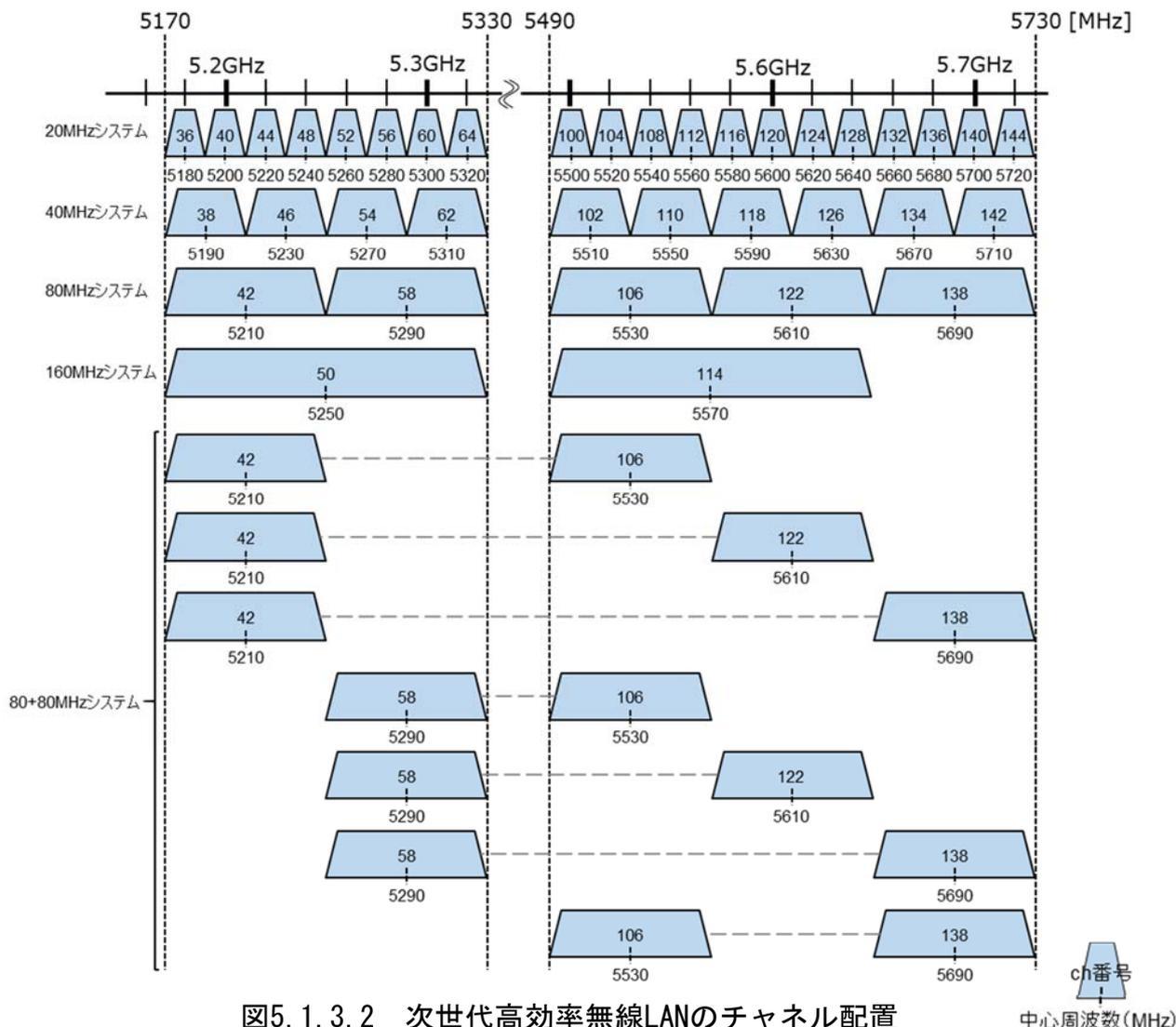


図5.1.3.2 次世代高効率無線LANのチャネル配置

なお、無線LANは既存のチャネル幅をベースとしたサブキャリアを追加する可能性があることから、規定に当たっては、将来的なマイナーチェンジに対応できるようにすることが適当である。

#### 5.1.3.3. 周波数チャネル使用順位

周波数チャネルの使用順位については、無線LANがキャリアセンスによる周波数を共用するシステムであり、また、機器製造の柔軟性を確保する必要があることも考慮すると、メーカーや運用者が個別に対応することが適当であると考

えられるため、特段規定しないことが適当である。

#### 5.1.3.4. 周波数の使用条件

##### (1) 小電力データ通信システム

5. 2GHz帯の使用にあつては、MSSフィーダリングとの周波数共用条件に従い、できる限り平均17dB以上の遮蔽効果を有する屋内に限るものとする。ただし、登録局制度により管理される条件下において、屋内に加えて屋外での利用を可能とし、この場合にはEIRP 1Wまで可能とする。

5. 3GHz帯の使用にあつては、無線標定業務、地球探査衛星及び宇宙研究業務との周波数共用条件に従い、できる限り平均17dB以上の遮蔽効果を有する屋内に限るものとする。

5. 6GHz帯の使用にあつては、平成29年度情報通信審議会一部答申に準ずることが適当である。

##### (2) 5. 2GHz帯高出力データ通信システム

平成29年度情報通信審議会一部答申に準ずることが適当である。

#### 5.1.3.5. 信号伝送速度（周波数利用効率）

##### (1) 小電力データ通信システム

信号伝送速度は、3.1.4を踏まえ、以下のとおりとすることが適当である。

表5.1.3.5 次世代高効率無線LANの伝送速度

占有周波数帯幅	伝送速度
20MHz以下	20Mbps以上
20MHzを超え40MHz以下	40Mbps以上
40MHzを超え80MHz以下	80Mbps以上
80MHzを超え160MHz以下	160Mbps以上

##### (2) 5. 2GHz帯高出力データ通信システム

平成29年度情報通信審議会一部答申にならい、「ア 小電力データ通信システム」と同様とすることが適当である。

#### 5.1.3.6. 通信方式

通信方式は、現行どおり、単向通信方式、単信方式、同報通信方式、半複信方式又は複信方式とすることが適当である。

#### 5.1.3.7. 接続方式

接続方式は、現行どおり、各20MHzチャンネルを基本とした送信権の獲得を公平にし、共存を実現できることが適当である。

#### 5.1.3.8. 変調方式

変調方式は、直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplex）方式とすることが適当である。

なお、1MHzの帯域幅当たりの搬送波の数が1以上であることとする。

#### 5.1.3.9. 監視制御機能システム設計上の条件

監視制御機能システム設計上の条件は、平成24年度及び29年度情報通信審議会一部答申に準じ、以下のとおりとすることが適当である。

##### （1）誤り訂正機能

回線の信頼性の向上のためには一般的に具備することが望ましいが、再送制御による高レイヤでの品質向上を図る場合、伝搬距離が短い場合で誤り訂正符号を使用しなくともサービスに必要な回線の信頼度が得られる場合、アプリケーションによっては高速性を優先するため誤り訂正における符号化率を最小限にする場合等があることから、運用の柔軟性を確保するためにも誤り訂正符号を義務づけないことが適当である。

##### （2）監視制御機能

監視制御のための補助信号は、無線主信号に内挿して伝送するものとし、特殊なキャリア又は変調等を使用しないものであることが適当である。

##### （3）システム設計上の条件

違法使用を防止するための対策のため、本システムが情報処理機器に組み込まれて利用される場合を考慮して、送信装置の主要な部分（空中線系を除く高周波部及び変調部）は容易に開けることができない構造とすることが適当である。

##### （4）陸上移動局の制御（5.2GHz帯）

5.2GHz帯高出力データ通信システムの陸上移動局については、5.2GHz帯小電力データ通信システム、5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局により陸上移動局の周波数チャンネル選択及び送信を制御することが適当である。

##### （5）動的周波数選択機能（5.3GHz帯及び5.6GHz帯）

ア 親局（他の無線局から制御されることなく送信を行い、一の通信系内の他の無線局が使用する電波の周波数の設定その他の当該他の無線局の制御を行う無線局をいう。以下同じ。）の無線設備は、平成18年度情報通信審議会一部答申「高速無線LANの技術的条件」に準じ、現行どおり、動的周波数選択機能を具備することが適当である。

ただし、5.3GHz帯小電力データ通信システムの親局については、3.3節を踏まえ、5.2.2節で後述する連続したパルスの集合（以下「パルス群」という。）を検出するものとし、当該パルス群の検出確率、検出閾値及び測定方

は5.2.2節のとおりとすることが適当である。

イ 5.3GHz帯及び5.6GHz帯小電力データ通信システムについては、現行どおり、親局により子局の周波数チャンネル選択及び送信を制御することが適当である。

(6) 同一システム間の共用方策

小電力データ通信システム間及び小電力データ通信システムと5.2GHz帯高出力データ通信システムとの間の共用方策に関しては、キャリアセンスレベル等について、現行どおりとすることが適当である。

#### 5.1.4. 無線設備の技術的条件（5GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システム）

##### 5.1.4.1. 送信装置

###### （1）周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、現行どおり、 $\pm 20\text{ppm}$ とすることが適当である。

###### （2）占有周波数帯幅の許容値

###### ア 20MHzシステム

5.1.2.1節（2）アと同様の理由により、理論値占有周波数帯幅は19.140625MHzと試算される。しかし、現実には、占有周波数帯幅は無線機器の製造品質等により個々に異なり、フィルタや回路等による信号成分劣化等をマージンとして見込む必要があるため、占有周波数帯幅の許容値は、20MHzとすることが適当である。

###### イ 40MHzシステム

5.1.2.1節（2）イと同様の理由により、占有周波数帯幅の許容値は、40MHzとすることが適当である。

###### ウ 80MHzシステム

802.11axで規格化される80MHzシステムの送信スペクトルは、

- ① データ及びパイロットサブキャリア数996本
- ② 送信スペクトル内のヌルサブキャリア数：5本

により構成される。OFDMAのサブキャリア間隔は0.078125MHzであり、80MHzシステムのサブキャリアの構成から、両端のサブキャリアの周波数差は78.125MHz、理論値占有周波数帯幅は78.203125MHzと試算される。しかし、現実には、占有周波数帯幅は無線機器の製造品質等により個々に異なり、フィルタや回路等による信号成分劣化等をマージンとして見込む必要があるため、占有周波数帯幅の許容値は、80MHzとすることが適当である。

###### エ 160MHzシステム

802.11axで規格化される160MHzシステムの送信スペクトルは、

- ① データ及びパイロットサブキャリア数1992本
- ② 送信スペクトル内のヌルサブキャリア数：33本

により構成される。OFDMAのサブキャリア間隔は0.078125MHzであり、160MHzシステムのサブキャリアの構成から、両端のサブキャリアの周波数差は158.125MHz、理論値占有周波数帯幅は158.203125MHzと試算される。しかし、現実には、占有周波数帯幅は無線機器の製造品質等により個々に異なり、フィルタや回路等による信号成分劣化等をマージンとして見込む必要があるため、占有周波数帯幅の許容値は、160MHzとすることが適当である。

表5.1.4.1-1 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅	占有周波数帯幅の許容値
20MHz以下	20MHz
20MHzを超え40MHz以下	40MHz
40MHzを超え80MHz以下	80MHz
80MHzを超え160MHz以下	160MHz

(3) 空中線電力

送信装置の空中線電力については、直交周波数分割多重方式を用いる小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムにあつては、次のとおりとすることが適当である。

表5.1.4.1-2 送信装置の空中線電力

システムの種別	占有周波数帯幅	送信装置の空中線電力
・5GHz帯小電力データ通信システム	20MHz以下	10mW/MHz以下
	20MHzを超え40MHz以下	5mW/MHz以下
・5.2GHz帯高出力データ通信システムの陸上移動局	40MHzを超え80MHz以下	2.5mW/MHz以下
	80MHzを超え160MHz以下	1.25mW/MHz以下
5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局	20MHz以下	10mW/MHz以下かつ200mW以下
	20MHzを超え40MHz以下	5mW/MHz以下かつ200mW以下
	40MHzを超え80MHz以下	2.5mW/MHz以下かつ200mW以下

(4) 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差については、平成24年度及び29年度情報通信審議会一部答申に準じ、現行どおりとすることが適当である。

(5) 送信空中線の利得

送信空中線利得については、これまでと同様に規定しないことが適当である。ただし、5GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムについてはEIRPの最大値と空中線電力を基にして間接的に定義されている。

(6) 等価等方輻射電力

等価等方輻射電力については、平成24年度情報通信審議会一部答申に準じ、5.2GHz帯高出力データ通信システムにあつては、平成29年度情報通信審議会一部答申に準じ、それぞれ以下のとおりとすることが適当である。

表5.1.4.1-3 5GHz帯小電力データ通信システムの等価等方輻射電力

占有周波数帯幅	等価等方輻射電力
20MHz以下	10mW/MHz以下
20MHzを超え40MHz以下	5mW/MHz以下
40MHzを超え80MHz以下	2.5mW/MHz以下
80MHzを超え160MHz以下	1.25mW/MHz以下

表5.1.4.1-4 5.2GHz帯高出力データ通信システムのうち基地局及び陸上移動中継局の等価等方輻射電力

占有周波数帯幅	仰角 (θ)	等価等方輻射電力
20MHz以下	8° 未満	-13dBW/MHz (50mW/MHz) 以下
	8° 以上40° 未満	-13 - 0.716(θ - 8) dBW/MHz以下
	40° 以上45° 未満	-35.9 - 1.22(θ - 40) dBW/MHz以下
	45° 以上	-42dBW/MHz (0.063mW/MHz) 以下
20MHzを超え 40MHz以下	8° 未満	-16dBW/MHz (25mW/MHz) 以下
	8° 以上40° 未満	-16 - 0.716(θ - 8) dBW/MHz以下
	40° 以上45° 未満	-38.9 - 1.22(θ - 40) dBW/MHz以下
	45° 以上	-45dBW/MHz (0.0315mW/MHz) 以下
40MHzを超え 80MHz以下	8° 未満	-19dBW/MHz (12.5mW/MHz) 以下
	8° 以上40° 未満	-19 - 0.716(θ - 8) dBW/MHz以下
	40° 以上45° 未満	-41.9 - 1.22(θ - 40) dBW/MHz以下
	45° 以上	-48dBW/MHz (0.0158mW/MHz) 以下

表5.1.4.1-5 5.2GHz帯高出力データ通信システムのうち陸上移動局の等価等方輻射電力

占有周波数帯幅	等価等方輻射電力
20MHz以下	10mW/MHz以下
20MHzを超え40MHz以下	5mW/MHz以下
40MHzを超え80MHz以下	2.5mW/MHz以下

(7) 隣接チャネル漏えい電力等

5GHz帯小電力データ通信システムのうち160MHzシステム以外のもの及び5.2GHz帯高出力データ通信システムにあつては、以下のとおりとすることが適当である。

さらに、5GHz帯小電力データ通信システムのうち160MHzシステムについては、1つの周波数セグメントを用いる場合は、隣接チャネルの指定ができないため定義は行わず、2つの周波数セグメントを用いる場合は、80MHzシステムと同様とすることが適当である。

なお、互いに隣接チャネルとなる周波数セグメントの組み合わせは、以下のとおりである。

- ・ 5. 2GHz帯の周波数セグメントと5. 3GHz帯の周波数セグメント
- ・ 5. 6GHz帯の周波数セグメント同士

表5. 1. 4. 1-6 隣接チャネル漏えい電力等

占有周波数帯幅	隣接チャネル漏えい電力等
20MHz以下	搬送波の周波数から20MHz及び40MHz離れた周波数の(±)10MHzの帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力よりそれぞれ25dB及び40dB以上低い値
20MHzを超え40MHz以下	搬送波の周波数から40MHz及び80MHz離れた周波数の(±)20MHzの帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力よりそれぞれ25dB及び40dB以上低い値
40MHzを超え80MHz以下	搬送波の周波数から80MHz離れた周波数の(±)40MHzの帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力よりそれぞれ25dB以上低い値

注 空中線系の給電線に供給される電力(規定点:送信機出力端)

(8) 周波数チャネル当たりのスペクトラム特性

周波数チャネル当たりのスペクトラム特性は、無線LANの帯域内では隣接チャネル漏えい電力で規定されているため、周波数チャネル当たりのスペクトラムマスクは現行どおり、規定しないものとする。

(9) 不要発射の強度

スプリアス領域及び帯域外領域における不要発射の強度の許容値は、次のとおりとすることが適当である。

ア 帯域外領域

表5. 1. 4. 1-7 5GHz帯小電力データ通信システム及び5. 2GHz帯高出力データ通信システムの帯域外領域

システム種別	占有周波数帯幅	帯域外領域の対象範囲
・ 5. 2GHz帯小電力データ通信システム ・ 5. 2GHz帯高出力データ通信システム	20MHz以下	5150MHz未満及び5250MHz以上
	20MHzを超え40MHz以下	5150MHz未満及び5250MHz以上
	40MHzを超え80MHz以下	5150MHz未満及び5250MHz以上
	80MHzを超え160MHz以下 <sup>注</sup>	5150MHz未満及び5250MHz以上
5. 3GHz帯小電力データ通信システム	20MHz以下	5250MHz未満及び5350MHz以上
	20MHzを超え40MHz以下	5250MHz未満及び5350MHz以上
	40MHzを超え80MHz以下	5250MHz未満及び5350MHz以上
	80MHzを超え160MHz以下 <sup>注</sup>	5250MHz未満及び5350MHz以上
5. 6GHz帯小電力データ通信システム	20MHz以下	5470MHz未満及び5730MHz以上
	20MHzを超え40MHz以下	5470MHz未満及び5730MHz以上
	40MHzを超え80MHz以下	5470MHz未満及び5730MHz以上
	80MHzを超え160MHz以下	5470MHz未満及び5725MHz以上

注 5. 6GHz帯小電力データ通信システムと組み合わせて計160MHz幅で利用する場合については、後述する「(11) 5. 2GHz帯又は5. 3GHz帯及び5. 6GHz帯の組合せ利用」とおり。

イ 不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値については、5GHz帯小電力データ通信システムにあっては平成24年度情報通信審議会一部答申に準じ、5.2GHz帯高出力データ通信システムにあっては平成29年度情報通信審議会一部答申に準じ、それぞれ以下のとおりとすることが適当である。なお、本見直しにあわせて、帯域外漏えい電力に関する基準を不要発射の強度の許容値に関する基準に統合する。

表5.1.4.1-8 5.2/5.3GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムの陸上移動局の不要発射の強度の許容値

占有周波数帯幅	基準チャンネル	周波数帯	不要発射の強度の許容値 (任意の1MHzの帯域幅における等価等方輻射電力)	備考： 基準チャンネルからの差の周波数 (f)	
20MHz以下	5180MHz	5142MHz以下	2.5 $\mu$ W以下	38MHz以上	
		5142MHzを超え 5150MHz以下	15 $\mu$ W以下	30MHz以上 38MHz未満	
	5240MHz	5250MHz以上 5250.2MHz未満	$10^{1-(8/3)(f-9.75)}$ mW以下	10MHz以上 10.2MHz未満	
		5250.2MHz以上 5251MHz未満	$10^{1-(f-9)}$ mW以下	10.2MHz以上 11MHz未満	
		5251MHz以上 5260MHz未満	$10^{-1-(8/90)(f-11)}$ mW以下	11MHz以上 20MHz未満	
		5260MHz以上 5266.7MHz未満	$10^{-1.8-(6/50)(f-20)}$ mW以下	20MHz以上 26.7MHz未満	
		5266.7MHz以上	2.5 $\mu$ W以下	26.7MHz以上	
	5260MHz	5233.3MHz以下	2.5 $\mu$ W以下	26.7MHz以上	
		5233.3MHzを超え 5240MHz以下	$10^{-1.8-(6/50)(f-20)}$ mW以下	20MHz以上 26.7MHz未満	
		5240MHzを超え 5249MHz以下	$10^{-1-(8/90)(f-11)}$ mW以下	11MHz以上 20MHz未満	
		5249MHzを超え 5249.8MHz以下	$10^{1-(f-9)}$ mW以下	10.2MHz以上 11MHz未満	
		5249.8MHzを超え 5250MHz以下	$10^{1-(8/3)(f-9.75)}$ mW以下	10MHz以上 10.2MHz未満	
	5320MHz	5350MHz以上	2.5 $\mu$ W以下	30MHz以上	
	20MHzを超え 40MHz以下	5190MHz	5141.6MHz以下	2.5 $\mu$ W以下	48.4MHz以上
			5141.6MHzを超え 5150MHz以下	15 $\mu$ W以下	40MHz以上 48.4MHz未満
5230MHz		5250MHz以上 5251MHz未満	$10^{-(f-20)+\log(1/2)}$ mW以下	20MHz以上 21MHz未満	
		5251MHz以上 5270MHz未満	$10^{-(8/190)(f-21)-1+\log(1/2)}$ mW以下	21MHz以上 40MHz未満	
		5270MHz以上 5278.4MHz未満	$10^{-(3/50)(f-40)-1.8+\log(1/2)}$ mW以下	40MHz以上 48.4MHz未満	
5270MHz		5278.4MHz以上	2.5 $\mu$ W以下	48.4MHz以上	
	5221.6MHz以下	2.5 $\mu$ W以下	48.4MHz以上		
		5221.6MHzを超え 5230MHz以下	$10^{-(3/50)(f-40)-1.8+\log(1/2)}$ mW以下	40MHz以上 48.4MHz未満	

		5230MHzを超え 5249MHz以下	$10^{-(8/190)(f-21)-1+\log(1/2)}$ mW以下	21MHz以上 40MHz未満	
		5249MHzを超え 5250MHz以下	$10^{-(f-20)+\log(1/2)}$ mW以下	20MHz以上 21MHz未満	
	5310MHz	5350MHz以上 5358.4MHz未満	15 $\mu$ W以下	40MHz以上 48.4MHz未満	
		5358.4MHz以上	2.5 $\mu$ W以下	48.4MHz以上	
40MHzを超え 80MHz以下	5210MHz	5123.2MHz以下	2.5 $\mu$ W以下	86.8MHz以上	
		5123.2MHzを超え 5150MHz以下	15 $\mu$ W以下	60MHz以上 86.8MHz未満	
		5250MHz以上 5251MHz未満	$10^{-(f-40)+\log(1/4)}$ mW以下	40MHz以上 41MHz未満	
		5251MHz以上 5290MHz未満	$10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/4)}$ mW以下	41MHz以上 80MHz未満	
		5290MHz以上 5296.7MHz未満	$10^{-(3/100)(f-80)-1.8+\log(1/4)}$ mW以下	80MHz以上 86.7MHz未満	
		5296.7MHz以上	2.5 $\mu$ W以下	86.7MHz以上	
	5290MHz	5203.3MHz以下	2.5 $\mu$ W以下	86.7MHz以上	
		5203.3MHzを超え 5210MHz以下	$10^{-(3/100)(f-80)-1.8+\log(1/4)}$ mW以下	80MHz以上 86.7MHz未満	
		5210MHzを超え 5249MHz以下	$10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/4)}$ mW以下	41MHz以上 80MHz未満	
		5249MHzを超え 5250MHz以下	$10^{-(f-40)+\log(1/4)}$ mW以下	40MHz以上 41MHz未満	
		5350MHz以上 5376.8MHz未満	15 $\mu$ W以下	60MHz以上 86.8MHz未満	
		5376.8MHz以上	2.5 $\mu$ W以下	86.8MHz以上	
	80MHzを超え 160MHz以下	5250MHz	5099.6MHz以下	2.5 $\mu$ W以下	150.4MHz以上
			5099.6MHzを超え 5150MHz以下	15 $\mu$ W以下	100MHz以上 150.4MHz未満
5350MHz以上 5400.4MHz未満			15 $\mu$ W以下	100MHz以上 150.4MHz未満	
5400.4MHz以上			2.5 $\mu$ W以下	150.4MHz以上	

注 fは、基準チャンネルからの差の周波数とし、単位はMHzとする。

表5.1.4.1-9 5.2GHz帯高出力データ通信システムのうち基地局及び陸上移動中継局の不要発射の強度の許容値

占有周波数帯幅	基準チャンネル	周波数帯	不要発射の強度の許容値 (任意の1MHzの帯域幅における 等価等方輻射電力)	備考： 基準チャンネルからの差の 周波数 (f)
20MHz 以下	5180MHz	5142MHz以下	12.5 μW以下	38MHz以上
		5142MHzを超え 5150MHz以下	75 μW以下	30MHz以上38MHz未満
	5240MHz	5250MHz以上 5250.2MHz未満	$10^{1+\log(5)-(8/3)-(f-9.75)}$ mW以下	10MHz以上10.2MHz未満
		5250.2MHz以上 5251MHz未満	$10^{1+\log(5)-(f-9)}$ mW以下	10.2MHz以上11MHz未満
		5251MHz以上 5260MHz未満	$10^{-1+\log(5)-(8/90)-(f-11)}$ mW以下	11MHz以上20MHz未満
		5260MHz以上 5266.7MHz未満	$10^{-1.8+\log(5)-(6/50)-(f-20)}$ mW以下	20MHz以上26.7MHz未満
5266.7MHz以上	12.5 μW以下	26.7MHz以上		
20MHz を超え 40MHz 以下	5190MHz	5141.6MHz以下	12.5 μW以下	48.4MHz以上
		5141.6MHzを超え 5150MHz以下	75 μW以下	40MHz以上48.4MHz未満
	5230MHz	5250MHz以上 5251MHz未満	$10^{\log(5)-(f-20)+\log(1/2)}$ mW以下	20MHz以上21MHz未満
		5251MHz以上 5270MHz未満	$10^{\log(5)-(8/190)-(f-21)-1+\log(1/2)}$ mW以下	21MHz以上40MHz未満
		5270MHz以上 5278.4MHz未満	$10^{\log(5)-(3/50)-(f-40)-1.8+\log(1/2)}$ mW以下	40MHz以上48.4MHz未満
5278.4MHz以上	12.5 μW以下	48.4MHz以上		
40MHz を超え 80MHz 以下	5210MHz	5123.2MHz以下	12.5 μW以下	86.8MHz以上
		5123.2MHzを超え 5150MHz以下	75 μW以下	60MHz以上86.8MHz未満
		5250MHz以上 5251MHz未満	$10^{\log(5)-(f-40)+\log(1/4)}$ mW以下	40MHz以上41MHz未満
		5251MHz以上 5290MHz未満	$10^{\log(5)-(8/390)-(f-41)-1+\log(1/4)}$ mW以下	41MHz以上80MHz未満
		5290MHz以上 5296.7MHz未満	$10^{\log(5)-(3/100)-(f-80)-1.8+\log(1/4)}$ mW以下	80MHz以上86.7MHz未満
		5296.7MHz以上	12.5 μW以下	86.7MHz以上

注 fは基準チャンネルからの差の周波数とし、単位はMHzとする。

表5. 1. 4. 1-10 5. 6GHz帯小電力データ通信システムの不要発射の強度の許容値

占有周波数帯幅	周波数帯	不要発射の強度の許容値 (任意の1MHzの帯域幅における 等価等方輻射電力)
20MHz以下	5460MHz未満	2.5 μW以下
	5460MHz以上5470MHz以下 及び5745MHz以上5765MHz以下	12.5 μW以下
	5765MHzを超えるもの	2.5 μW以下
20MHzを超え 40MHz以下	5460MHz以下	12.5 μW以下
	5460MHzを超え5470MHz以下	50 μW以下
	5770MHz以上	12.5 μW以下
40MHzを超え 80MHz以下	5460MHz以下	12.5 μW以下
	5460MHzを超え5469.5MHz以下	50 μW以下
	5469.5MHzを超え5470MHz以下	51.2 μW以下
	5770MHz以上	12.5 μW以下
80MHzを超え 160MHz以下	5419.6MHz以下	12.5 μW以下
	5419.6MHzを超え5470MHz以下	50 μW以下
	5725MHz以上	12.5 μW以下

(10) 帯域外漏えい電力

帯域外漏えい電力は、スプリアス領域及び帯域外領域における不要発射の強度の許容値で規定されているため規定しないものとする。

(11) 5. 2GHz帯又は5. 3GHz帯及び5. 6GHz帯の組合せ利用

ア 5. 2/5. 3GHz帯小電力データ通信システム及び5. 2GHz帯高出力データ通信システムの技術的条件

5. 6GHz帯小電力データ通信システムと組み合わせて計160MHz幅で利用する場合の5. 2/5. 3GHz帯小電力データ通信システム及び5. 2GHz帯高出力データ通信システムの空中線電力、等価等方輻射電力、不要発射の強度の許容値は、(3)、(6) 及び(9) に代え、以下のとおりとすることが適当である。なお、帯域外漏えい電力は、(10) と同様に規定しないものとする。

(ア) 空中線電力

1. 25mW/MHz以下であること。

(イ) 等価等方輻射電力

平成24年度及び29年度情報通信審議会一部答申に準じ、5. 2/5. 3GHz帯小電力データ通信システム及び5. 2GHz帯高出力データ通信システムの陸上移動局にあつては(6) と同様とし、5. 2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局にあつては以下のとおりとする。

表5.1.4.1-11 5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局の等価等方輻射電力(5.6GHz帯小電力データ通信システムと組み合わせて計160MHz幅で利用する場合)

占有周波数帯幅	仰角 (θ)	等価等方輻射電力
40MHzを超え 80MHz以下	8° 未満	-22dBW/MHz (6.25mW/MHz) 以下
	8° 以上40° 未満	-22 - 0.716(θ - 8) dBW/MHz以下
	40° 以上45° 未満	-44.9 - 1.22(θ - 40) dBW/MHz以下
	45° 以上	-51dBW/MHz (0.0079mW/MHz) 以下

(ウ) 不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値については、周波数セグメント毎に80MHzシステム同様の帯域外領域を導出し、以下のように2つの周波数セグメントそれぞれに対する帯域外領域を重ねあわせた形で定義し、平成24年度及び29年度情報通信審議会一部答申に準じ、5.2/5.3/5.6GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムの陸上移動局にあつては表5.1.4.1-12のとおりとし、5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局にあつては表5.1.4.1-14のとおりとする。

表5.1.4.1-12 5.2/5.3/5.6GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムの陸上移動局の不要発射の強度の許容値(2つの80MHz幅を持つ周波数セグメントを組み合わせて計160MHz幅で利用する場合)

○5210MHz及び5530MHz、5610MHz又は5690MHzの周波数の電波を同時に使用する場合

基準チャンネル	周波数帯	不要発射の強度の許容値 (任意の1MHzの帯域幅における 等価等方輻射電力)	備考： 基準チャンネルからの差 の周波数 (f)
5210MHz	5134.8MHz以下	2.5 μW	75.2MHz以上
	5134.8MHzを超え 5150MHz以下	162.5 μW	60MHz以上75.2MHz未満
	5250MHz以上 5251MHz未満	$10^{-(f-40)+\log(1/8)} \text{mW}$	40MHz以上41MHz未満
	5251MHz以上 5285.2MHz未満	$10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/8)} \text{mW}$	41MHz以上75.2MHz未満
	5285.2MHz以上 5370MHz未満	2.5 μW	75.2MHz以上 160MHz未満
5530MHz	5370MHz以上 5454.8MHz以下	2.5 μW ただし、5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局の5210MHzの周波数の電波と同時に使用する場合には、12.5 μW	75.2MHz以上 160MHz以下
	5454.8MHzを超え 5470MHz以下	15 μW ただし、5.2GHz帯高出力データ	60MHz以上

		通信システムの基地局又は陸上移動中継局の5210MHzの周波数の電波と同時に使用する場合にあつては、50 μW	75.2MHz未満
5610MHz	5730MHz以上	15 μW	120MHz以上
5690MHz	5770MHz以上	15 μW	80MHz以上

注 fは基準チャンネルからの差の周波数とし、単位はMHzとする。

○5290MHz及び5530MHz、5610MHz又は5690MHzの周波数の電波を同時に使用する場合

基準チャンネル	周波数帯	不要発射の強度の許容値 (任意の1MHzの帯域幅における等価等方輻射電力)	備考： 基準チャンネルからの差の周波数 (f)
5290MHz	5214.8MHz以下	2.5 μW	75.2MHz以上
	5214.8MHzを超え 5249MHz以下	$10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/8)}$ mW	41MHz以上75.2MHz未満
	5249MHzを超え 5250MHz以下	$10^{-(f-40)+\log(1/8)}$ mW	40MHz以上41MHz未満
	5350MHz以上 5365.2MHz未満	15 μW	60MHz以上75.2MHz未満
	5365.2MHz以上 5410MHz未満	2.5 μW	75.2MHz以上 120MHz未満
5530MHz	5410MHz以上 5454.8MHz以下	2.5 μW	75.2MHz以上 120MHz以下
	5454.8MHzを超え 5470MHz未満	15 μW	60MHz以上 75.2MHz未満
5610MHz	5730MHz以上	15 μW	120MHz以上
5690MHz	5770MHz以上	15 μW	80MHz以上

注 fは基準チャンネルからの差の周波数とし、単位はMHzとする。

○5530MHz及び5690MHzの周波数の電波を同時に使用する場合

周波数帯	不要発射の強度の許容値 (任意の1MHzの帯域幅における等価等方輻射電力)
5419.6MHz以下	12.5 μW以下
5419.6MHzを超え5470MHz以下	50 μW以下
5770MHz以上	15 μW以下

表5.1.4.1-13 5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局の帯域外領域 (5.6GHz帯小電力データ通信システムと組み合わせて計160MHz幅で利用する場合)

システム種別	帯域外領域の対象範囲
5.2GHz帯と5.6GHz帯の双方を用いるシステム	5010MHz以上5150MHz未満、 5250MHz以上5470MHz以下、 5730MHz以上5890MHz以下

表5.1.4.1-14 5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局の不要発射の強度の許容値（5.6GHz帯小電力データ通信システムと組み合わせて計160MHz幅で利用する場合）

基準チャンネル	周波数帯	不要発射の強度の許容値 (任意の1MHzの帯域幅における 等価等方輻射電力)	備考： 基準チャンネルからの差 の周波数（f）
5210MHz	5134.8MHz以下	12.5 μW	75.2MHz以上
	5134.8MHzを超え 5150MHz以下	62.5 μW	60MHz以上75.2MHz未満
	5250MHz以上 5251MHz未満	$10^{\log(5)-(f-40)+\log(1/8)}$ mW	40MHz以上41MHz未満
	5251MHz以上 5285.2MHz未満	$10^{\log(5)-(8/390)(f-41)-1+\log(1/8)}$ mW	41MHz以上75.2MHz未満
	5285.2MHz以上	12.5 μW	75.2MHz以上

注 fは基準チャンネルからの差の周波数とし、単位はMHzとする。

#### イ 5.6GHz帯小電力データ通信システム

5.2GHz帯高出力データ通信システムと組み合わせて計160MHz幅で利用する場合の5.6GHz帯小電力データ通信システムの等価等方輻射電力、不要発射の強度の許容値は、（6）及び（9）に代え、以下のとおりとすることが適当である。なお、帯域外漏えい電力は、（10）と同様に規定しないものとする。

##### （ア）等価等方輻射電力

平成29年度情報通信審議会一部答申に準じ、以下のとおりとする。

表5.1.4.1-15 5.6GHz帯小電力データ通信システムの等価等方輻射電力  
（5.2GHz帯高出力データ通信システムと組み合わせて計160MHz幅で  
利用する場合）

5.6GHz帯小電力データ通信システムの等価等方輻射電力（5.2GHz帯高出力データ通信システムと組み合わせて計160MHz幅で利用する場合）
6.25mW/MHz以下 （TPCを具備しない場合は3.125mW/MHz以下）

##### （イ）不要発射の強度の許容値

4.2.2.7.（3）の共用検討の結果を踏まえつつ、平成29年度情報通信審議会一部答申に準じ、表5.1.4.1-12のとおりとする。

#### 5.1.4.2. 受信装置（副次的に発する電波等の限度）

副次的に発する電波等の限度は、現行どおりとすることが適当である。

#### 5.1.4.3. 電気通信回線設備との接続

電気通信回線設備との接続は、識別符号を利用し、符号長は19ビット以上であること。また、システム設計条件（送信バースト長は8ms以下とすること、キャリアセンスを行うこと等）に適合すること。

#### 5.1.4.4. 混信防止機能

混信防止機能については、平成18年度、24年度及び29年度情報通信審議会一部答申に準じ、識別符号を自動的に送信し、又は受信する機能を有すること。

#### 5.1.4.5. その他

- (1) バースト状の断続的なデータ送信を基本とすることが適当であり、送信バースト長は8ms以下とすること。
- (2) 無線設備は、新たな送信に先立ち、キャリアセンスによる干渉確認を実行した後に送信を開始すること。ただし、この新たな送信を行う無線設備を主とし、主局のキャリアセンスによる判断に従い送信を行う無線設備を従として、主及び従の相互間でこのキャリアセンスを起点として行われる通信に関しては、最大8msの間、主と従の無線設備におけるキャリアセンスは省略できるものとする。
- (3) キャリアセンスは、受信空中線の最大利得方向における電界強度が100mV/m以上であることをもって、干渉を検出したチャンネルと同一のチャンネルでの電波の発射を停止させるものであること。
- (4) 屋内利用限定の表示については、現在、5GHz帯小電力データ通信システムの子局は、5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局と陸上移動中継局と通信する場合を除き屋内利用限定である旨の表示を付すこととなっているが、次世代高効率無線LANの導入に際しても、引き続き同様の表示を付すことが適当である。

なお、5GHz帯小電力データ通信システムの親局については、5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局と通信することが想定されないため、当該システムについては、屋内利用限定である旨の表示を付すことが適当である。

さらに、5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局については、通信の相手方が同システムの陸上移動中継局、5GHz帯小電力データ通信システムの子局に限られることから、特段の表示を求めないことが適当である。

また、これらの表示は、無線設備本体への表示が原則となっているが、今後各種センサー等と一体となった超小型モジュール等に適切な表示を行いやすいようにするため、ディスプレイを持たない無線設備であって、本体への表示が難しいものは、取扱説明書、包装、容器への記載を可能とすることが望ましい。

#### 5.1.5. 電波防護指針

電波防護指針については、空中線電力及び空中線の絶対利得に変更がないため、これまでと同様である。

### 5.1.6. 測定法

本測定方法は空中線測定端子あり（試験用端子を含む）のある無線設備と、空中線測定端子なし（アンテナ一体型）の無線設備の測定法の概要を示したものである。

各測定項目において、測定に用いるスペクトル分析器はデジタルストレージ型を使用することが適当である。ただし、FFT方式スペクトル分析器（リアルタイム方式）にあつては、解析帯域幅（掃引周波数帯幅を含む。）を占有周波数帯幅の許容値の3倍程度以上に設定できるものは測定に使用してもよい。

測定用空中線端子ありの場合、無線設備の特性インピーダンスは50Ωとすることが適当である。

空中線測定端子なしの場合、測定距離3mの床面を含む6面反射波を抑圧した電波暗室を用いることが適当である。その他の条件は空中線測定端子ありの場合と同様に測定することが適当である。この場合、テストサイトの測定用空中線は指向性のものを用いることが適当である。また、被測定対象機器の大きさが60cmを超える場合は、遠方界となる十分な測定距離で測定を行うことが適当である。

なお、複数の空中線を有する空間多重方式（MIMO）及び空間分割多重方式（アダプティブアレーアンテナ）等を用いるものにあつては、技術基準の許容値が電力の絶対値で定められているものについて、各空中線端子で測定した値を加算して総和を求めることが適当である。

#### 5.1.6.1. 2.4GHz帯小電力データ通信システム

準ミリ波帯の周波数を利用する無線LANシステムに関する測定方法については、国際的に統一されたものはないが、諸外国の動向を考慮しながら国内で適応されている総務大臣が定める測定法（平成16年総務省告示第88号）に準ずることが適当である。今後、IEC等の国際的な動向を踏まえて測定法の整合を図るなどの対応をすることが望ましい。

##### （1）送信装置

###### ア 周波数の偏差

###### （ア）空中線測定端子ありの場合

スペクトラム拡散方式の場合は拡散変調を停止した無変調波、また、その他の方式については無変調波（搬送波）を送信した状態で、周波数計を用いて平均値（バースト波にあつてはバースト内の平均値）を測定することが適当である。なお周波数計の測定確度は、規定の許容偏差の1/10以下のものを用いて測定することが適当である。

無変調に出来ない場合は、標準符号化試験信号（符号長511ビットの2値疑似雑音系列：PN9パターンという。以下同じ。）を入力信号とし、バースト内の平均値を、周波数計を用いて測定することが適当である。

###### （イ）空中線測定端子なしの場合

###### A 空中線ごとに測定する場合

周波数計をRF結合器又は空中線で結合し、（ア）と同様にして測定することが適当である。なお複数の空中線を有する場合は、それぞれの空中線ごとに送信状態として測定することが適当である。

## B 空中線ごとに測定することが困難な場合

全ての空中線から送信する状態として(イ) Aと同様にして測定することが適当である。

## イ 占有周波数帯幅及び拡散帯域幅

### (ア) 空中線測定端子ありの場合

各空中線測定端子において、標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトル分析器等により測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和がそれぞれ全電力の0.5%となる周波数幅を、スペクトル分析器を用いて測定することが適当である。この場合スペクトル分析器は、分解能帯域幅及びビデオ帯域幅を占有周波数帯幅の規格値の1%又はそれ以下で同程度に、掃引幅を規格値の2~3.5倍に設定し、バースト波にあっては、掃引時間を1サンプル当たり1個以上のバーストが入るように設定することが適当である。連続波にあっては、振幅の平均操作を5回以上として測定することが適当である。

### (イ) 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、(ア)と同様にして測定することが適当である。なお複数の空中線を有する場合は、それぞれの空中線ごとに送信状態として測定することが適当である。

## ウ 空中線電力の偏差

### (ア) 空中線測定端子ありの場合

#### A スペクトラム拡散方式

連続送信状態又は継続的(一定周期、一定バースト長)バースト送信状態として、1MHzの帯域幅における平均電力をスペクトル分析器のIF出力部又はビデオ出力部に波形記録計を接続したものをを用いて測定することが適当である。各拡散帯域幅が1MHz以下の場合は、1MHzとして求めることが適当である。

#### B その他の方式

スペクトラム拡散方式以外の方式にあっては、標準符号化試験信号の入力信号として加え連続送信状態又は継続的(一定周期、一定バースト長)バースト送信状態として平均電力計を用いて測定することが適当である。バースト波の場合は送信時間率からバースト内の平均電力を算出し測定値とすることが適当である。なお周波数ホッピング方式(直接拡散又は直交周波数分割多重との複合方式を含む)でありホッピング周波数分布が均一かつ出現確率が均一の場合は、平均電力計で求めた総電力を拡散帯域幅で除し、1MHz当たりの平均電力とすることが適当である。

### (イ) 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、(ア)と同様にして測定することが適当である。なお複数の空中線を有する場合は、それぞれの空中線ごとに送信状態として測定することが適当である。

## エ スプリアス発射又は不要発射の強度

スプリアス発射又は不要発射の強度の測定を行う周波数範囲については、可

能な限り9kHzから110GHzまでとすることが望ましい。ただし、当面の間は30MHzから5.2GHz以下の周波数においては第5次高調波までとすることが出来る。

(ア) 空中線測定端子ありの場合

各空中線端子において、標準符号化試験信号を入力信号として加えたときの不要発射の平均電力（バースト波にあってはバースト内の平均電力）を、スペクトル分析器等を用いて分解能帯域幅を1MHzとして測定し、それぞれの測定値の総和を不要発射の強度とすることが適当である。なお複数の空中線測定端子を有する場合であっても空中線選択方式のダイバーシティ等で同時に電波を発射しない場合は、同時に電波を発射する空中線端子のみを測定することが適当である。

(イ) 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、(ア)と同様にして測定することが適当である。なお複数の送信空中線を有する場合は、同時に送信機に接続される空中線のみを測定することが適当である。

オ 拡散率

拡散率の測定は、スプレッドスペクトラム拡散方式を行う場合に限定する。イで求めた拡散帯域幅を変調信号の送信速度に等しい周波数で除して拡散率とすることが適当である。

(2) 受信装置（副次的に発する電波等の限度）

ア 空中線測定端子ありの場合

全時間にわたり連続的に受信状態として、各空中線端子においてスペクトル分析器を用いて、測定周波数が1GHz未満のときは分解能帯域幅を100kHz、1GHz以上のとき1MHzとして測定し、技術基準に定める帯域ごとに測定値をもとめ副次的に発する電波等の限度とすることが適当である。なお、複数の空中線端子を有する場合は、それぞれの空中線端子の測定値の総和を求めることが適当である。

イ 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、アと同様にして測定することが適当である。なお複数の受信空中線を有する場合は、同時に受信機に接続される空中線のみを測定することが適当である。

### (3) 混信防止機能

#### ア 空中線測定端子ありの場合

複数の送受信装置を有する無線設備については、一体となって機能する送信装置の総体を無線設備の単位とし、当該無線設備から送出される識別符号について、代表する信号入出力端子（送信装置にそれぞれ信号入出力端子のある場合においては代表する端子）における送受信を確認することが適当である。

#### イ 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、アと同様にして測定することが適当である。

### (4) キャリアセンス機能

#### ア 空中線測定端子ありの場合

無線設備の代表する空中線測定端子と、分配器等を介して干渉源用信号発生器とスペクトル分析器を接続し、干渉源用信号発生器から規定の信号を入り切りし無線設備の送信操作を行い、無線設備からの送信の有無をスペクトル分析器で確認することが適当である。無線設備の送信に対向器が必要な場合は、分配器に対向器となる外部試験装置を接続して回線接続を行い確認することが適当である。

#### イ 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、アと同様にして測定することが適当である。

## 5.1.6.2. 5GHz帯小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムの陸上移動局

5GHz帯小電力データ通信システム等に関する測定方法については、国際的に統一されたものはないが、諸外国の動向を考慮しながら国内で適応されている総務大臣が定める測定法（平成16年総務省告示第88号）に準ずることが適当である。今後、IEC等の国際的な動向を踏まえて測定法の整合を図るなどの対応をすることが望ましい。

複数の送受信空中線（複数の送信増幅部を有するもの）を有する単一の送受信装置の場合においては、以下のとおりとすることが適当である。

なお、160MHzシステムにおいて周波数セグメントを2つ同時利用する場合は、2つのセグメントを同時に送信した状態で各々のセグメント毎に測定を行うことが適当である。ただし、占有周波数帯幅の測定を除く。

### (1) 送信装置

#### ア 周波数の偏差

##### (ア) 空中線測定端子ありの場合

各空中線測定端子において、無変調波（搬送波）を送信した状態で、周波数計を用いて平均値（バースト波にあってはバースト内の平均値）を測定し、それぞれの測定値のうち周波数の偏差が最大であるものを周波数の偏差とすることが適当である。なお周波数計の測定確度は、規定の許容偏差の1/10

以下のものを用いて測定することが適当である。

(イ) 空中線測定端子なしの場合

A 空中線ごとに測定する場合

周波数計をRF結合器又は空中線で結合し、(ア)と同様にして測定することが適当である。なお複数の空中線を有する場合は、それぞれの空中線ごとに送信状態として測定することが適当である。

B 空中線ごとに測定することが困難な場合

全ての空中線から送信する状態として、(イ) Aと同様にして測定することが適当である。

イ 占有周波数帯幅

(ア) 空中線測定端子ありの場合

各空中線測定端子において、標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトル分析器等により測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和がそれぞれ全電力の0.5%となる周波数幅を、スペクトル分析器を用いて測定することが適当である。この場合スペクトル分析器は、分解能帯域幅及びビデオ帯域幅を占有周波数帯幅の規格値の1%又はそれ以下で同程度に、掃引幅を規格値の2~3.5倍に設定し、バースト波にあっては、掃引時間を1サンプル当たり1個以上のバーストが入るように設定することが適当である。連続波にあっては、振幅の平均操作を5回以上として測定することが適当である。

(イ) 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、(ア)と同様にして測定することが適当である。

ウ 空中線電力の偏差

(ア) 空中線測定端子ありの場合

A スペクトラム拡散方式

連続送信状態又は継続的(一定周期、一定バースト長)バースト送信状態として、1MHzの帯域幅における平均電力をスペクトル分析器のIF出力部又はビデオ出力部に波形記録計を接続したものを用いて測定することが適当である。各拡散帯域幅が1MHz以下の場合は、1MHzとして求めることが適当である。

B その他の方式

各空中線測定端子において、標準符号化試験信号を入力信号として加え連続送信状態又は継続的(一定周期、一定バースト長)バースト送信状態として平均電力を、スペクトル分析器、高周波電力計等を用いて測定し、それぞれの空中線端子において測定した測定値の総和を空中線電力とすること。この場合において、スペクトル分析器の分解能帯域幅を1MHzとし、その帯域幅における平均電力を、平均電力が最大となる周波数において測定すること。また、連続送信波により測定することが望ましいが、バースト送信波において測定する場合は、送信時間率が最大となるバースト繰り返し周期よりも十分長い期間における平均電力を測定し、その測定値に最

大の送信時間率の逆数を乗じて平均電力とすることが適当である。

(イ) 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、(ア)と同様にして測定することが適当である。なお複数の空中線を有する場合は、それぞれの空中線ごとに送信状態として測定することが適当である。ただし、複数の空中線の間隔のうち、最も離れる間隔が13cmを超える場合、空中線の種類及び利得が異なる場合においては、供試機器の空中線配置の中心を放射中心と仮定して測定し、偏波面が同一でない場合は、直交する偏波面についてそれぞれ測定した値の加算値を空中線電力とすること。

エ 隣接チャネル漏えい電力等

(ア) 空中線測定端子ありの場合

各空中線端子において、標準符号化試験信号を入力信号とし、バースト波にあつては規定の隣接及び次隣接チャネル帯域内の電力を、スペクトル分析器等を用いて、掃引速度が1サンプル点当たり1個以上のバーストが入るようにし、ピーク検波、マックスホールドモードで測定し、それぞれの測定値の総和を隣接及び次隣接チャネル漏えい電力とすることが適当である。連続波にあつては、スペクトル分析器等を用いて規定の隣接及び次隣接チャネル帯域の電力を測定し、それぞれの測定値の総和を隣接及び次隣接チャネル漏えい電力とすることが適当である。

(イ) 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、(ア)と同様にして測定することが適当である。なお複数の空中線を有する場合は、実運用状態で同時に送信状態となる全ての空中線を送信状態として測定することが適当である。

オ 不要発射の強度

参照帯域幅は1MHzとし、不要発射の強度の測定を行う周波数範囲については、可能な限り9kHzから110GHzまでとすることが望ましい。ただし、当面の間は30MHzから5.2GHz以下の周波数においては第5次高調波及び5.2GHzを超える周波数においては26GHzまでとすることができる。

(ア) 空中線測定端子ありの場合

各空中線端子において、標準符号化試験信号を入力信号として加え連続送信状態又は継続的(一定周期、一定バースト長)バースト送信状態として不要発射の平均電力(バースト波にあつてはバースト内の平均電力)を、スペクトル分析器等を用いて測定し、それぞれの測定値の総和を不要発射の強度とすること。なお複数の空中線測定端子を有する場合であっても空中線選択方式のダイバーシティ等で同時に電波を発射しない場合は、同時に電波を発射する空中線端子のみを測定することが適当である。

(イ) 空中線測定端子なしの場合

空中線測定端子ありの場合の条件で測定を行うことが適当である。なお複数の空中線を有する場合は、実運用状態で同時に送信状態となる全ての空中線を送信状態として測定することが適当である。

## カ 拡散率

5GHz帯小電力データ通信システムとしては、40MHzシステムにはスペクトル拡散方式は導入しない（OFDMのみ）ため、規定する必要はない。

### （2）受信装置（副次的に発射する電波等の限度）

各空中線端子において、スペクトル分析器を用いて測定し、それぞれの測定値の総和を副次的に発射する電波等の強度とすることが適当である。IEC Pub. 60489-3に準ずること。この場合、スペクトル分析器の分解能帯域幅は、1MHzに設定することが適当である。なお、空中線端子がない場合は、スプリアス領域における不要発射の強度の測定法の空中線測定端子なしの場合に準ずることが適当である。

### （3）混信防止機能

#### ア 空中線測定端子ありの場合

複数の送受信装置を有する無線設備については、一体となって機能する送信装置の総体を無線設備の単位とし、当該無線設備から送出される識別符号について、代表する信号入出力端子（送信装置にそれぞれ信号入出力端子のある場合においては代表する端子）における送受信を確認することが適当である。

#### イ 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、アと同様にして測定することが適当である。

### （4）送信バースト長

#### ア 空中線測定端子ありの場合

各空中線端子を供試機器と同型式の機器を使用して校正されたRF結合器で結合し、全ての送信装置からの信号を合成して測定することが適当である。

#### イ 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、アと同様にして測定することが適当である。

### （5）送信電力制御（TPC）

#### ア 空中線測定端子ありの場合

空中線測定端子と分配器等を介して外部試験装置又は対向器とスペクトル分析器を接続し、外部試験装置又は対向器から最大の空中線送信出力となるように設定した場合と、空中線送信出力を低減させるように設定を変更し無線設備から送信し、スペクトル分析器で信号のレベル差を確認することが適当である。複数の空中線端子を有する場合は、それぞれの空中線端子で測定を行うことが適当である。

#### イ 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、アと同様にして測定することが適当である。

(6) キャリアセンス機能

ア 空中線測定端子ありの場合

無線設備の代表する空中線測定端子と、分配器等を介して干渉源用信号発生器とスペクトル分析器を接続し、干渉源用信号発生器から規定の信号(100mV/m)以上を入り切りし無線設備の送信操作を行い送信の有無をスペクトル分析器で確認することが適当である。無線設備の送信に対向器が必要な場合は、分配器に対向器となる外部試験装置を接続して回線接続を行い確認することが適当である。

イ 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、アと同様にして測定することが適当である。

(7) 動的周波数選択機能 (DFS)

ア 空中線測定端子ありの場合

空中線測定端子と分配器等を介して外部試験装置又は対向器とスペクトル分析器及び模擬レーダー信号発生器を接続し、無線設備と外部試験装置又は対向器間の通信が規定の運用中チャンネルを使用する任意の100m秒ごとの送信時間率となるように設定し、規定の信号レベルの模擬レーダー信号発生器の送信の入り切りを行い、スペクトル分析器の波形から無線設備の利用可能チャンネル確認又は運用中チャンネル確認機能の確認を行うことが適当である。

イ 空中線測定端子なしの場合

適当なRF結合器又は空中線で結合し、アと同様にして測定することが適当である。

5.1.6.3. 5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局

5.1.6.2節の5.2GHz帯高出力データ通信システムの陸上移動局の試験方法に加え、5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局でその送信電力が200mWから1Wまでのものにあつては、以下に示す仰角制限の試験を行う。

床面等の反射を抑圧した6面電波暗室で被測定対象物を回転テーブル上に設置し、受信アンテナの偏波面をあわせて遠方界条件を満たす距離に設置し、回転テーブルを360度回転しながら、主ローブについては刻み幅が最大1度に保持しながらスペクトル分析器を用いて受信レベルを記録して仰角パターンを測定することが適当である。

測定された最大EIRPの値と放射パターンから、仰角ごとの仰角マスク値を以下の計算式から算出することが適当である。

$$EIRP = PSD_{MAX} + G_{Norm} + G_{MAX}$$

$PSD_{MAX}$  : 最大伝導性電力密度 (dBW/MHz)

$G_{Norm}$  : dBで表される最大利得で正規化されたアンテナ利得

$G_{MAX}$  : dBiで表される最大アンテナ利得

## 5.2. その他

### 5.2.1. OFDMシステム以外の小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システム

変調方式がOFDM以外の小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システム（OFDMと複合して使用する場合を含む。）にあつては、平成18年度、24年度及び29年度情報通信審議会一部答申に準じ、現行どおりとすることが適当である。

ただし、変調方式がOFDM以外の5.6GHz帯小電力データ通信システムの周波数チャネルの配置及び不要発射の強度の許容値については、3.1.4節を踏まえ、周波数チャネルの配置は図5.2.1のとおりとし、不要発射の強度の許容値は表5.1.4.1-10に準ずることが適当である。

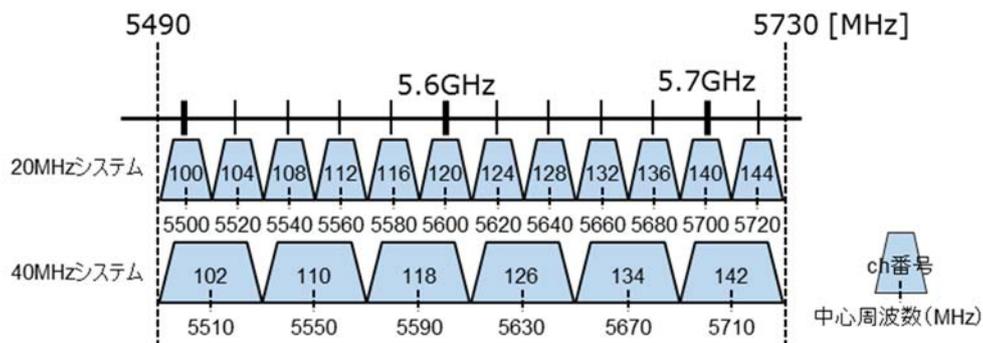


図 5.2.1 OFDM 以外の 5.6GHz 帯小電力データ通信システムのチャネル配置

## 5.2.2. 動的周波数選択（DFS）の技術的条件

5.1.5.2節（7）によるほか、5250～5350MHzの場合にあつては、次によること。

（1）動的周波数選択の測定は、無線設備の送信するチャンネルを、送信設備が使用する周波数帯から無作為に選んだものに設定して行うこと。

（2）測定に使用する連続したパルス群は、次の条件に適合するものであること。

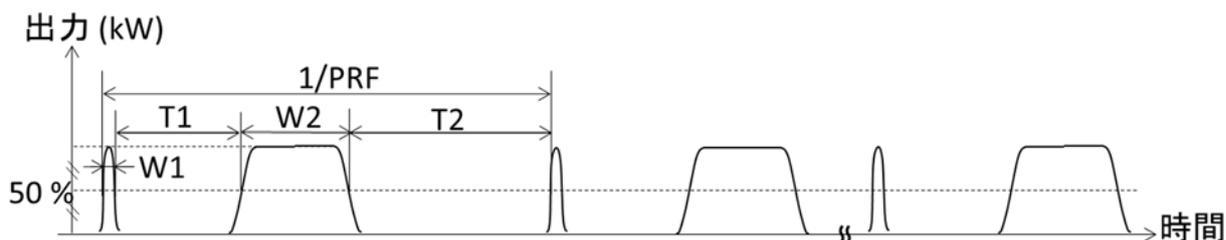
ア パルス群の性質は、次表のとおりであること。

試験信号	パルス幅 (W1) [μs] 注1		パルス繰り返し周波数 (PRF) [Hz]		1バースト当たりのPRF数	1周期当たりのパルス数の最小値	備考
	最小値	最大値	最小値	最大値			
1	0.5	5	200	1000	1	10	
2	0.5	15	200	1600	1	15	
3	0.5	5	200	1000	1	$\min\{\max\{22, [0.026 \times \text{PRF}]\}, 30\}$	注2
4	0.5	15	200	1600	1	$\min\{\max\{22, [0.026 \times \text{PRF}]\}, 30\}$	注2
5	0.5	1.5	1114	1118	1	30	
6	0.5	1.5	928	932	1	25	注3
7	0.5	1.5	886	890	1	24	注3
8	0.5	1.5	738	742	1	20	注3

注1 パルス幅 (W1、W2) は下図に示すとおり半値幅で定義し、パルス間の間隔 (T1、T2) もこのパルス幅に基づいて定義する。

注2 ±0.5～1.0MHzの周波数偏差を有するチャープ変調を使用するものであり、T1及びT2の最小値は70μs、W2の値は20～110μsとする。なお、デューティ比（パルス幅にPRFを乗じて得た値）は10%未満とし、W1とW2の差は15μs以上とする。

注3 ±0.5～1.0MHzの周波数偏差を有するチャープ変調を使用するものであり、T1及びT2の最小値は50μs、W2の値は30～32μs（許容誤差を±5%とする。）とする。



イ パルス群の電力は、現行どおり、無線設備の最大等価等方輻射電力により、以下に示す干渉信号の検出閾値に従うこと。

- ① 最大等価等方輻射電力が200mW未満の場合 -62dBm
- ② 最大等価等方輻射電力が200mW以上の場合 -64dBm

ただし、絶対利得0dBiの空中線の1μs当たりの平均受信電力とする。

ウ パルス群の周波数は、無線設備が使用する周波数とすること。

（3）利用可能チャンネル監視機能の測定は、無線設備の受信部にイに規定される全てのパルス群を各1回入力して、パルス群の検出を確認すること。

- (4) 運用中チャンネル確認機能の測定は、次のとおり行うこと。
- ア イに規定されるすべてのパルス群の検出確率は、60%以上であること。
  - イ 測定の間は、親局から子局に対して、運用中チャンネルを使用する任意の100ミリ秒間における合計の送信時間が30ミリ秒以上である伝送を行うこと。

## 第6章 制度化に向けた諸課題

### 6.1. 5.2GHz帯高出力データ通信システムの運用に係る留意点

5.2GHz帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局は、現行どおり、電波法第76条の2の2の規定に基づく登録局制度の下で運用し、固定衛星業務（MSSフィーダリンク）の無線局との共用のために無線局の台数を管理するとともに、気象レーダーの近傍に5.2GHz帯高出力データ通信システムが設置されないよう登録局の開設区域に留意することが適当である。

また、将来的に小電力データ通信システムへ移行することも想定しておくとともに、WRC-19の検討結果によっては、引き続き登録局制度の活用の見直しを行うことが適当であり、5.2GHz帯高出力データ通信システムの不要発射が5.3GHz帯（5250～5350MHz）で運用する気象レーダーに与える影響の詳細を検討することが望ましい。

### 6.2. 海外から持ち込まれる5GHz帯無線LANシステムに係る留意点

諸外国によっては、無線LANによる5.8GHz帯の使用が認められ、モバイルWi-Fiやスマートフォン等の端末に5.8GHz帯を使用する機能が実装されているものがある。他方、我が国においては、当該周波数帯はDSRCシステムとしてETCサービス等に使用され、無線LANによる使用は認められていない。

適合表示無線設備ではない無線LANについては、端末に限り海外からの持ち込みが認められ、アクセスポイントの持ち込みや我が国における5.8GHz帯の使用を禁止しているが、近年、訪日外国人観光客の急速な増加に伴い、海外から持ち込まれる無線LAN端末の増加が見込まれる。特に屋外や車内での5.8GHz帯無線LANのアクセスポイントの利用により、DSRCシステムとの混信が危惧されるため、使用可能な周波数や区域等について、引き続き周知を行うことが適当である。

## 第7章 今後の検討課題

小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムの今後の一層の普及促進に関する課題を以下に述べる。

- 1 IEEE等の国際標準化機関の動向に注視するとともに、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、必要に応じて技術的条件を見直すことが適当である。
- 2 5150～5250MHzの周波数の電波を使用する固定衛星業務（MSSフィーダリンク）のシステム、5250～5350MHzの周波数の電波を使用する地球探査衛星システム及び5.6GHz帯に隣接する5770～5850MHzの周波数の電波を使用する狭域通信システムとの共用については、当該周波数帯の電波環境の変化、既存システムの利用方法の変更又は新規システムの参入等のように、今回の共用条件に影響を及ぼす事象が生じ、又は生じるおそれがある場合には、必要に応じて当該共用条件等の見直しを図ることが適当である。
- 3 自動車やバス等の車内における小電力データ通信システムによる5.2GHz帯及び5.3GHz帯の周波数の電波の使用については、ITUの動向に注視するとともに、必要に応じて技術的条件を見直すことが適当である。
- 4 気象レーダーにおけるさらなる固体素子型の導入をはじめ、フェーズドアレイ気象レーダーの実用化等各種レーダーの高度化に伴い、またチップセットの対応や諸外国におけるDFSの技術基準を踏まえた無線LANシステムの設計・開発状況により、今回のDFSの測定条件に影響を及ぼす事象が生じ、又は生じるおそれがある場合には、必要に応じてDFSの技術的条件の見直しを図ることが適当である。また、当該技術的条件の見直しに当たっては、あらかじめ今回のDFSの測定条件に影響を及ぼす事象が生じ得るか検証し、必要に応じて対応策を協議することが適当である。
- 5 無線LANによる144chの使用が可能となった場合、海外から持ち込まれた5.6GHz帯無線LAN端末（IEEE規格に適合したものに限る。）の不要発射の強度は、適合表示無線設備に適用される不要発射の強度の許容値よりも最大2dB程度上回る可能性があるが、グローバルな無線LANの無線設備はIEEE規格を踏まえ、各国の規定を遵守する形で設計されていることから、製品は不要発射の強度の許容値よりも一定のマージンを有し、実力値を考慮することで実際に発射される不要発射の強度は国内で適用される許容値を満足することが期待できる。  
しかしながら、引き続き5.6GHz帯無線LAN（国内外の機器）とDSRCの共存を維持する観点から、今後、5.6GHz帯無線LANの利用シーンの動向に注視しつつ、双方の無線設備の実力値等を十分調査した上で、過度な負担とならないよう考慮し、技術基準の見直しも視野に入れて検討を行うことが適当である。

## 情報通信審議会 情報通信技術分科会

## 陸上無線通信委員会 構成員

(平成31年1月11日現在 敬称略)

	氏名	所属
(主査) 委員	安藤 真	独立行政法人国立高等専門学校機構 理事
(主査代理) 専門委員	浜口 清	(国研)情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 総合研究センター長
委員	森川 博之	東京大学大学院 工学系研究科 教授
専門委員	飯塚 留美	(一財)マルチメディア振興センター 電波利用調査部 研究主幹
〃	市川 武男	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長
〃	伊藤 数子	特定非営利活動法人STAND 代表理事
〃	大寺 廣幸	(一社)日本民間放送連盟 常勤顧問
〃	小花 貞夫	電気通信大学 情報理工学研究科 教授
〃	河野 隆二	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授 兼 同大学 未来情報通信医療社会基盤センター長
〃	鈴木 薫	(一社)全国陸上無線協会 専務理事
〃	薄田 由紀	日本電気(株) 電波・誘導事業部 情報システム部 マネージャ
〃	高田 政幸	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部長
〃	田丸 健三郎	日本マイクロソフト(株) 技術統括室 業務執行役員 ナショナルテクノロジー オフィサー
〃	日野岳 充	(一社)日本アマチュア無線連盟 専務理事
〃	藤野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
〃	本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
〃	松井 房樹	(一社)電波産業会 代表理事・専務理事・事務局長
〃	松尾 綾子	(株)東芝 本部企画部 兼 研究開発センター 研究企画部 参事
〃	三谷 政昭	東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授
〃	吉田 貴容美	日本無線(株) 研究所 新領域開発企画部 エキスパートリーダー

情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会  
5GHz帯無線LAN作業班 構成員

(平成31年4月8日現在 敬称略)

氏 名	所 属
(主任) 梅比良 正弘	茨城大学 工学部 メディア通信工学領域 教授・副学部長
(主任代理) 村上 誉	(国研)情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 スマートワイヤレス研究室 主任研究員
浅井 裕介	日本電信電話(株) アクセスサービスシステム研究所 無線アクセスプロジェクト 主幹研究員
足立 朋子	(株)東芝 研究開発センター 主任研究員
市川 麻里	(国研)宇宙航空研究開発機構 周波数管理室 室長
伊藤 泰成	KDDI(株) 技術統括本部 技術企画本部 電波部 管理グループ マネージャー
上原 光太郎	国土交通省 道路局 道路交通管理課 高度道路交通システム (ITS) 推進室 課長補佐
小山 祐一	ソフトバンク(株) モバイル技術本部 伝送企画統括部 伝送ネットワーク部長
梶原 佑介	気象庁 観測部 観測課 調査官
金子 富	沖電気工業(株) 情報通信事業本部 社会インフラソリューション事業部 コンポーネント開発第2部 部長
小嶋 正一	国土交通省 大臣官房 技術調査課 電気通信室 企画専門官
近藤 毅幸	(一社)電波産業会 研究開発本部 移動通信グループ
齋藤 一	(株)テレビ東京 技術局 技術推進部 部長
城田 雅一	クアルコムジャパン(同) 標準化部長
津田 喜秋	三菱電機(株) 鎌倉製作所 ITシステム部 主席技師長
鈴木 健児	日本放送協会 技術局 計画管理部 副部長
成瀬 廣高	(株)バッファロー ネットワーク事業部 BBS第一開発課 HW開発係
野島 友幸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター 技術部 副部長
羽田 利博	日本無線(株) ソリューション事業部 水インフラ技術部 気象レーダシステムグループ 担当課長
前田 則行	(株)NTTドコモ 電波部 電波技術担当課長 (第16回から)
前原 朋実	無線LANビジネス推進連絡会 技術・調査委員会 副委員長 (第14回から)
八木 宏樹	(株)NTTドコモ 電波部 電波技術担当課長 (第15回まで)
北條 博史	無線LANビジネス推進連絡会 会長 (第13回まで)
松田 圭太	防衛省 整備計画局 情報通信課 防衛部員
山田 正英	NTTアドバンステクノロジー(株) ソリューション第二事業本部 ネットワークソリューションビジネスユニット 主任技師

※第9回以降の構成員について記載。

## 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会

## 5GHz帯無線LAN作業班 アドホックグループ 構成員

(平成30年12月27日現在 敬称略)

氏 名	所 属
(リーダー) 杉山 隆利	工学院大学 情報学部 情報通信工学科 教授
(サブリーダー) 村上 誉	(国研)情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 スマートワイヤレス研究室 主任研究員
浅井 裕介	日本電信電話(株) アクセスサービスシステム研究所 無線アクセスプロジェクト 主幹研究員
足立 朋子	(株)東芝 研究開発センター 主任研究員
安藤 哲雄	(株)高速道路総合技術研究所 施設研究部 ETC研究室長
出雲 秀一	シスコシステムズ(同) グローバル政策・政府渉外本部長
伊東 克俊	ソニー(株) R&Dセンター 要素技術開発部門 コネクティビティ技術開発部 統括部長
稲見 敏之	国土交通省 大臣官房 技術調査課 電気通信室 電気通信第一係長
梅内 誠	無線LANビジネス推進連絡会 技術・調査委員会委員
梶原 佑介	気象庁 観測部 観測課 調査官
金子 富	沖電気工業(株) 交通・防災ソリューション事業部 コンポーネント開発部 先端無線研究チーム チームマネージャー
狩野 雄一	東日本高速道路(株) 管理事業本部 施設部 調査役
川辺 俊和	(国研)宇宙航空研究開発機構 周波数管理室
小林 佳和	日本電気(株) システムプラットフォームビジネスユニット 技術主幹
佐藤 英樹	ノキアソリューションズ&ネットワークス(株) E2Eセールスソリューション部 技術担当部長
城田 雅一	クアルコムジャパン(同) 標準化部長
瀬川 倉三	(一社)電波産業会 研究開発本部ITSグループ担当部長
鷹取 泰司	(一社)電波産業会 無線LANシステム開発部会 副委員長
津田 喜秋	三菱電機(株) 鎌倉製作所 ITシステム部 首席技師長
富樫 浩行	(株)ディーエスピーリサーチ 認証部 技術開発部 部長
中川 義克	インテル(株) 政策推進本部 主幹研究員
中村 一成	国土交通省 道路局 道路交通管理課 ITS推進室 情報システム係長
中村 順一	ITS情報通信システム推進会議 5GHz帯路車間通信検討WG主査
成瀬 廣高	(株)バッファロー ネットワーク事業部 BBS第一開発課 HW開発係
西堀 正人	日本無線(株) 交通インフラ技術部 映像システムグループ (担当課長)
野島 友幸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター 技術部 副部長
花土 弘	(国研)情報通信研究機構 電磁波研究所 リモートセンシング研究室 研究マネージャー
藤本 浩	(一社)日本自動車工業会 安全・環境技術委員会ITS技術部会 移動体通信分科会長
和田 将一	東芝インフラシステムズ(株) 電波システム事業部 電波応用技術主幹

## 【参考文献】

- [1] 電気通信技術審議会一部答申「無線LANシステムの技術的条件」のうち「準マイクロ波帯の周波数を利用するスペクトル拡散方式の無線LANシステム及び準ミリ波帯の周波数を利用する無線LANシステムの技術的条件」(H4. 7. 27)
- [2] 電気通信技術審議会一部答申「無線LANシステムの技術的条件」のうち「準マイクロ波帯の周波数を利用する無線LANシステムの高度化のための技術的条件」(H11. 3. 27)
- [3] 電気通信技術審議会答申「5 GHz帯の周波数を利用する広帯域無線アクセスシステムの技術的条件」(H11. 9. 27)
- [4] 情報通信審議会答申「2. 4GHz帯を使用する無線システムの高度化に必要な技術的条件」(H13. 9. 25)
- [5] 情報通信審議会一部答申「5 GHz帯の無線アクセス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等」(H16. 11. 29)
- [6] 情報通信審議会一部答申「5 GHz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」(H18. 12. 21)
- [7] 情報通信審議会一部答申「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「次世代高速無線LANの導入のための技術的条件」(H24. 11. 28)
- [8] 情報通信審議会一部答申「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「5GHz 帯無線LANの周波数帯拡張等に係る技術的条件」のうち「5. 2GHz帯及び5. 6GHz帯を使用する無線LANの技術的条件」(H30. 2. 13)
- [9] 総務省「電波利用状況調査」  
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/ref/research/tool/result/index.htm>
- [10] 「訪日外国人旅行者の国内における受入環境整備に関するアンケート」結果(2017/2/7)
- [11] 総務省「我が国のインターネットにおけるトラヒックの集計・試算(2018年11月分)」  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban04\\_02000148.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban04_02000148.html)
- [12] ICT総研 公衆無線LANサービス利用者動向調査(2018年)  
<http://ictr.co.jp/report/20181012.html>
- [13] 総務省「電波有効利用成長戦略懇談会報告書」(H30. 8. 31)  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban09\\_02000273.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000273.html)
- [14] 総務省「周波数再編アクションプラン」(平成30年11月改定版)  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000584116.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000584116.pdf)
- [15] IEEE「IEEE P802.11ax」IEEE Draft standard for Information Technology  
[https://www.techstreet.com/ieee/standards/ieee-p802-11ax?product\\_id=2019792](https://www.techstreet.com/ieee/standards/ieee-p802-11ax?product_id=2019792)
- [16] Wi-Fi Alliance「Wi-Fi 6: High performance, next generation Wi-Fi®」  
[https://www.wi-fi.org/downloads-registered-guest/Wi-Fi\\_6\\_White\\_Paper\\_20181003.pdf/35680](https://www.wi-fi.org/downloads-registered-guest/Wi-Fi_6_White_Paper_20181003.pdf/35680)
- [17] ETSI EN 301 893 V2.1.1(2017-05) Annex D(normative) : DFS parameters
- [18] 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報告 参考資料 2-12「航空機内に搭載したDFS機能の動作確認」(H18. 12. 21)  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/joho\\_tsusin/policyreports/joho\\_tsusin/bunkakai/pdf/061221\\_1\\_2-2s.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/bunkakai/pdf/061221_1_2-2s.pdf)
- [19] ITU-R WP5A寄与文書(WRC-19 議題1.16)“5 GHz RLAN ACTIVITY AND BUSY HOUR FACTOR CONSIDERATIONS”, European Union (Joint Research Centre) (H28. 5. 3)
- [20] 総務省「わが国の移動通信トラヒックの現状」  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin06.html>

# 参 考 資 料

- 参考資料 1 世界無線通信会議 決議第 229 (WRC-12 改)
- 参考資料 2 平成 19 年総務省告示第 48 号「小電力データ通信システムの無線局の無線設備の技術的条件を定める件」
- 参考資料 3 成田空港の気象レーダ (5335MHz) に対する W53 無線 LAN の干渉量評価
- 参考資料 4 W53 帯における DFS パルスパターンの暫定的な修正案
- 参考資料 5 上りリンクマルチユーザ (UL MU) 伝送におけるサブキャリア配置



## RESOLUTION 229 (Rev.WRC-12)

**Use of the bands 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz and  
5 470-5 725 MHz  
by the mobile service for the implementation of wireless access systems  
including radio local area networks**

The World Radiocommunication Conference (Geneva, 2012),

*considering*

- a) that WRC-03 allocated the bands 5 150-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz on a primary basis to the mobile service for the implementation of wireless access systems (WAS), including radio local area networks (RLANs);
- b) that WRC-03 decided to make an additional primary allocation for the Earth exploration-satellite service (EESS) (active) in the band 5 460-5 570 MHz and space research service (SRS) (active) in the band 5 350-5 570 MHz;
- c) that WRC-03 decided to upgrade the radiolocation service to a primary status in the 5 350-5 650 MHz band;
- d) that the band 5 150-5 250 MHz is allocated worldwide on a primary basis to the fixed-satellite service (FSS) (Earth-to-space), this allocation being limited to feeder links of non-geostationary-satellite systems in the mobile-satellite service (No. **5.447A**);
- e) that the band 5 150-5 250 MHz is also allocated to the mobile service, on a primary basis, in some countries (No. **5.447**) subject to agreement obtained under No. **9.21**;
- f) that the band 5 250-5 460 MHz is allocated to the EESS (active) and the band 5 250-5 350 MHz to the SRS (active) on a primary basis;
- g) that the band 5 250-5 725 MHz is allocated on a primary basis to the radiodetermination service;
- h) that there is a need to protect the existing primary services in the 5 150-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz bands;
- i) that results of studies in ITU-R indicate that sharing in the band 5 150-5 250 MHz between WAS, including RLANs, and the FSS is feasible under specified conditions;
- j) that studies have shown that sharing between the radiodetermination and mobile services in the bands 5 250-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz is only possible with the application of mitigation techniques such as dynamic frequency

selection;

k) that there is a need to specify an appropriate e.i.r.p. limit and, where necessary, operational restrictions for WAS, including RLANs, in the mobile service in the bands 5 250-5 350 MHz and 5 470-5 570 MHz in order to protect systems in the EESS (active) and SRS (active);

l) that the deployment density of WAS, including RLANs, will depend on a number of factors including intrasystem interference and the availability of other competing technologies and services,

*further considering*

a) that the interference from a single WAS, including RLANs, complying with the operational restrictions under *resolves* 2 will not on its own cause any unacceptable interference to FSS receivers on board satellites in the band 5 150-5 250 MHz;

b) that such FSS satellite receivers may experience an unacceptable effect due to the aggregate interference from these WAS, including RLANs, especially in the case of a prolific growth in the number of these systems;

c) that the aggregate effect on FSS satellite receivers will be due to the global deployment of WAS, including RLANs, and it may not be possible for administrations to determine the location of the source of the interference and the number of WAS, including RLANs, in operation simultaneously,

*noting*

a) that, prior to WRC-03, a number of administrations have developed regulations to permit indoor and outdoor WAS, including RLANs, to operate in the various bands under consideration in this Resolution;

b) that, in response to Resolution **229 (WRC-03)**, ITU-R developed Report ITU-R M.2115, which provides testing procedures for implementation of dynamic frequency selection,

*recognizing*

a) that in the band 5 600-5 650 MHz, ground-based meteorological radars are extensively deployed and support critical national weather services, according to footnote No. **5.452**;

b) that the means to measure or calculate the aggregate pfd level at FSS satellite receivers specified in Recommendation ITU-R S.1426 are currently under study;

c) that certain parameters contained in Recommendation ITU-R M.1454

related to the calculation of the number of RLANs tolerable by FSS satellite receivers operating in the band 5 150-5 250 MHz require further study;

d) that the performance and interference criteria of spaceborne active sensors in the EESS (active) are given in Recommendation ITU-R RS.1166;

e) that a mitigation technique to protect radiodetermination systems is given in Recommendation ITU-R M.1652;

f) that an aggregate pfd level has been developed in Recommendation ITU-R S.1426 for the protection of FSS satellite receivers in the 5 150-5 250 MHz band;

g) that Recommendation ITU-R RS.1632 identifies a suitable set of constraints for WAS, including RLANs, in order to protect the EESS (active) in the 5 250-5 350 MHz band;

h) that Recommendation ITU-R M.1653 identifies the conditions for sharing between WAS, including RLANs, and the EESS (active) in the 5 470-5 570 MHz band;

i) that the stations in the mobile service should also be designed to provide, on average, a near-uniform spread of the loading of the spectrum used by stations across the band or bands in use to improve sharing with satellite services;

j) that WAS, including RLANs, provide effective broadband solutions;

k) that there is a need for administrations to ensure that WAS, including RLANs, meet the required mitigation techniques, for example, through equipment or standards compliance procedures,

*resolves*

1 that the use of these bands by the mobile service will be for the implementation of WAS, including RLANs, as described in the most recent version of Recommendation ITU-R M.1450;

2 that in the band 5 150-5 250 MHz, stations in the mobile service shall be restricted to indoor use with a maximum mean e.i.r.p.<sup>1</sup> of 200 mW and a maximum mean e.i.r.p. density of 10 mW/MHz in any 1 MHz band or equivalently 0.25 mW/25 kHz in any 25 kHz band;

3 that administrations may monitor whether the aggregate pfd levels given

---

<sup>1</sup> In the context of this Resolution, "mean e.i.r.p." refers to the e.i.r.p. during the transmission burst which corresponds to the highest power, if power control is implemented.

in Recommendation ITU-R S.1426<sup>2</sup> have been, or will be exceeded in the future, in order to enable a future competent conference to take appropriate action;

4 that in the band 5 250-5 350 MHz, stations in the mobile service shall be limited to a maximum mean e.i.r.p. of 200 mW and a maximum mean e.i.r.p. density of 10 mW/MHz in any 1 MHz band. Administrations are requested to take appropriate measures that will result in the predominant number of stations in the mobile service being operated in an indoor environment. Furthermore, stations in the mobile service that are permitted to be used either indoors or outdoors may operate up to a maximum mean e.i.r.p. of 1 W and a maximum mean e.i.r.p. density of 50 mW/MHz in any 1 MHz band, and, when operating above a mean e.i.r.p. of 200 mW, these stations shall comply with the following e.i.r.p. elevation angle mask where  $\theta$  is the angle above the local horizontal plane (of the Earth):

$-13 \text{ dB(W/MHz)}$	for $0^\circ \leq \theta < 8^\circ$
$-13 - 0.716(\theta - 8) \text{ dB(W/MHz)}$	for $8^\circ \leq \theta < 40^\circ$
$-35.9 - 1.22(\theta - 40) \text{ dB(W/MHz)}$	for $40^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
$-42 \text{ dB(W/MHz)}$	for $45^\circ < \theta$ ;

5 that administrations may exercise some flexibility in adopting other mitigation techniques, provided that they develop national regulations to meet their obligations to achieve an equivalent level of protection to the EESS (active) and the SRS (active) based on their system characteristics and interference criteria as stated in Recommendation ITU-R RS.1632;

6 that in the band 5 470-5 725 MHz, stations in the mobile service shall be restricted to a maximum transmitter power of 250 mW<sup>3</sup> with a maximum mean e.i.r.p. of 1 W and a maximum mean e.i.r.p. density of 50 mW/MHz in any 1 MHz band;

7 that in the bands 5 250-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz, systems in the mobile service shall either employ transmitter power control to provide, on average, a mitigation factor of at least 3 dB on the maximum average output power of the systems, or, if transmitter power control is not in use, then the maximum mean e.i.r.p. shall be reduced by 3 dB;

---

<sup>2</sup>  $-124 - 20 \log_{10} (h_{SAT}/1\ 414) \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 1 \text{ MHz))}$ , or equivalently,  $-140 - 20 \log_{10} (h_{SAT}/1\ 414) \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 25 \text{ kHz))}$ , at the FSS satellite orbit, where  $h_{SAT}$  is the altitude of the satellite (km).

<sup>3</sup> Administrations with existing regulations prior to WRC-03 may exercise some flexibility in determining transmitter power limits.

8 that, in the bands 5 250-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz, the mitigation measures found in Annex 1 to Recommendation ITU-R M.1652-1 shall be implemented by systems in the mobile service to ensure compatible operation with radiodetermination systems,

*invites administrations*

to adopt appropriate regulation if they intend to permit the operation of stations in the mobile service using the e.i.r.p. elevation angle mask in *resolves* 4, to ensure the equipment is operated in compliance with this mask,

*invites ITU-R*

1 to continue work on regulatory mechanisms and further mitigation techniques to avoid incompatibilities which may result from aggregate interference into the FSS in the band 5 150-5 250 MHz from a possible prolific growth in the number of WAS, including RLANs;

2 to continue studies on mitigation techniques to provide protection of EESS from stations in the mobile service,

3 to continue studies on suitable test methods and procedures for the implementation of dynamic frequency selection, taking into account practical experience.



## ○小電力データ通信システムの無線局の無線設備の技術的条件を定める件

(平成十九年一月三十一日)

(総務省告示第四十八号)

無線設備規則（昭和二十五年電波監理委員会規則第十八号）第四十九条の二十第三号ヲ及び第三号の二の二の規定に基づき、小電力データ通信システムの無線局の無線設備の技術的条件を次のように定める。

なお、平成十七年総務省告示第五百八十号（無線設備規則第四十九条の二十第三号ヲの規定に基づき、小電力データ通信システムの無線局の無線設備の技術的条件を定める件）は廃止する。

- 一 キャリアセンスは、通信の相手方以外の無線局の無線設備から発射された電波を受信し、受信空中線の最大利得方向における電界強度が毎メートル一〇〇ミリボルトを超える場合に、当該無線局の無線設備が発射する周波数の電波と同一の周波数の電波の発射を行わないものであること。
- 二 無線設備は、キャリアセンスを行った後、送信を開始するものであること。ただし、他の無線設備から送受信を制御されている場合及び送信を行った無線設備がキャリアセンス後四ミリ秒以内に送信を再開する場合は、キャリアセンスを行うことを省略することができる。
- 三 五、一五〇MHzを超え五、三五〇MHz以下の周波数の電波を使用する無線局の無線設備は、次の各号のいずれかに適合すること。
  - 1 筐体<sup>きょうたい</sup>の見やすい箇所に、当該無線設備の送信は五・二GHz帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局と通信する場合を除き屋内においてのみ可能である旨が表示されていること。
  - 2 電磁的方法（電子的方法、磁気的方法その他の人の知覚によって認識することができない方法をいう。）により当該無線設備の送信は五・二GHz帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局と通信する場合を除き屋内においてのみ可能である旨を当該無線設備に記録し、特定の操作によって当該無線設備の映像面に表示することができるものであること。この場合において、当該特定の操作について、書類等により明らかにするものとする。
- 四 五、二五〇MHz以上五、三五〇MHz以下又は五、四七〇MHzを超え五、七二五MHz以下の周波数の電波を使用する無線局の無線設備は、次に掲げる条件に適合すること。
  - 1 親局（証明規則別表第二号第三注12（5）に規定する無線局をいう。以下同じ。）の無線設備は、次のとおりであること。
    - （一） 無線設備が送信しようとしている場合には、送信しようとしている周波数の占有周波数帯幅内において、レーダーが送信する電波の有無を六〇秒間確認（以下「利用可能チャンネル確認」という。）すること。
    - （二） 無線設備が送信している場合には、送信している周波数の占有周波数帯幅内

において、レーダーが送信する電波の有無を連続的に監視（以下「運用中チャンネル監視」という。）すること。

(三) 利用可能チャンネル確認又は運用中チャンネル監視により無線設備が検出するレーダーが送信する電波及び当該電波を検出する確率（以下「検出確率」という。）は、次のとおりであること。

(1) 五、二五〇MHz以上五、三五〇MHz以下の周波数の電波を使用する無線設備は、別表第一号によること。

(2) 五、四七〇MHzを超え五、七二五MHz以下の周波数の電波を使用する無線設備は、別表第二号から別表第四号までによること。

(四) 利用可能チャンネル確認又は運用中チャンネル監視により無線設備が検出するレーダーが送信する電波に対する親局の受信電力は、絶対利得〇デシベルの空中線で受信するレーダー波送信期間中の平均電力において、次のとおりであること。

(1) 無線設備の最大等価等方輻射電力が〇・二ワット未満の場合

(一) 六二デシベル（一ミリワットを〇デシベルとする。）以上

(2) 無線設備の最大等価等方輻射電力が〇・二ワット以上の場合

(一) 六四デシベル（一ミリワットを〇デシベルとする。）以上

(五) 無線設備は、利用可能チャンネル確認又は運用中チャンネル監視によりレーダーが送信する電波を検出した場合には、当該電波を検出してから三〇分の間、当該電波が検出された周波数の電波の送信を行ってはならない。

(六) 無線設備は、運用中チャンネル監視によりレーダーが送信する電波を検出した場合には、無線設備及びそれに従属する子局（証明規則別表第二号第三注12（5）に規定する無線局をいう。以下同じ。）の無線設備が送信する当該電波が検出された周波数の電波の送信を一〇秒以内に停止しなければならない。この場合において、全ての無線設備の送信時間の合計は、二六〇ミリ秒以下とする。

2 子局の無線設備は、親局からの制御によって自動的に送信する周波数を選択し、送信を行い、送信を停止する機能を備えること。

附 則 （平成三十年六月二十九日総務省告示第二百十五号）

（施行期日）

1 この告示は、公布の日から施行する。

（経過措置）

2 この告示の施行の際現にされている小電力データ通信システムの無線局の無線設備に係る電波法（昭和二十五年法律第百三十一号）第三十八条の二の二第一項に規定する技術基準適合証明及び同法第三十八条の二十四第一項に規定する工事設計認証の求めの審査は、なお従前の例による。

3 この告示による改正前の第三項の規定により屋内においてのみ送信可能である旨が表

示された又は表示することができる適合表示無線設備については、改正後の同項の規定により五・二GHz帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局と通信する場合を除き屋内においてのみ可能である旨が表示された又は表示することができるものとみなす。

別表第一号 変調方式がパルス変調のうち無変調パルス列のレーダーが送信する電波及び  
当該電波の検出確率

レーダーが送信する電波				検出確率
種別	パルス幅 (マイクロ秒)	繰り返し周波数 (Hz)	連続するパルスの数	
一	一	七〇〇	一八	六〇パーセント以上
二	二・五	二六〇	一八	六〇パーセント以上

注 検出確率は、親局の無線設備（接続方式がキャリアセンス多元接続方式のものに限る。）から子局の無線設備に対して、誤り訂正及び制御信号を含めない信号伝送速度で、親局の無線設備の最大信号伝送速度の五〇パーセントの伝送を行う場合のものをいう。

別表第二号 変調方式がパルス変調のうち無変調パルス列のレーダーが送信する電波及び当該電波の検出確率

レーダーが送信する電波				検出確率
種別	パルス幅 (マイクロ秒)	繰り返し周波数 (Hz)	連続するパルスの数	
一	〇・五	七二〇	一八	六〇パーセント以上
二	一	七〇〇	一八	六〇パーセント以上
三	二・〇	二五〇	一八	六〇パーセント以上
四	一マイクロ秒以上五マイクロ秒以下の幅のうち一マイクロ秒又は一マイクロ秒に一マイクロ秒の整数倍を加えた幅	四、三四七Hz以上六、六六七Hz以下の間の任意の一の周波数	二三以上二九以下の任意の一の整数	六〇パーセント以上
五	六マイクロ秒以上一〇マイクロ秒以下の幅のうち六マイクロ秒又は六マイクロ秒に一マイクロ秒の整数倍を加えた幅	二、〇〇〇Hz以上五、〇〇〇Hz以下の任意の一の周波数	一六以上一八以下の任意の一の整数	六〇パーセント以上
六	一マイクロ秒以上二〇マイクロ秒以下の幅のうち一マイクロ秒又は一マイクロ秒に一マイクロ秒の整数倍を加えた幅	二、〇〇〇Hz以上五、〇〇〇Hz以下の任意の一の周波数	一二以上一六以下の任意の一の整数	六〇パーセント以上

注1 検出確率は、親局の無線設備（接続方式がキャリアセンス多元接続方式のものに限る。）から子局の無線設備に対して、誤り訂正及び制御信号を含めない信号伝送速度で、親局の無線設備の最大信号伝送速度の一七パーセントの伝送を行う場合のものをいう。

注2 レーダーが送信する電波の種別ごとの検出確率の平均値は、八〇パーセント以上でなければならない。

別表第三号 変調方式がパルス変調のうち変調パルス列（パルスの期間中に搬送波を線形周波数変調するものに限る。）のレーダーが送信する電波及び当該電波の検出確率

レーダーが送信する電波				検出確率
種別	パルス幅（マイクロ秒）	繰り返し周波数 (Hz)	連続するパルスの数	
一	五〇マイクロ秒以上 一〇〇マイクロ秒以下の幅のうち五〇マイクロ秒又は五〇マイクロ秒に一マイクロ秒の整数倍を加えた幅	五〇〇Hz以上一〇〇〇Hz以下の任意の一の周波数	一以上三以下の任意の一の整数	八〇パーセント以上

注1 検出確率は、親局の無線設備（接続方式がキャリアセンス多元接続方式のものに限る。）から子局の無線設備に対して、誤り訂正及び制御信号を含めない信号伝送速度で、親局の無線設備の最大信号伝送速度の一七パーセントの伝送を行う場合のものをいう。

注2 連続するパルスの数の一のまとまり（以下「バースト」という。）は、一二秒間に発射されるものとする。

注3 パルス期間中に線形周波数変調を行うための周波数の偏移幅（以下「チャープ幅」という。）は、五MHz以上二〇MHz以下の周波数幅のうち五MHz又は五MHzに一MHzの整数倍を加えた周波数幅とする。この場合において、チャープ幅は、バーストごとに任意とし、同一バースト内のチャープ幅は等しいものとする。

注4 バースト数は、八以上二〇以下の任意の整数とし、バースト間隔は、一二秒間をバースト数で除した時間とする。

注5 一のバースト内で複数のパルスがある場合、そのパルス幅は等しいものとする。

注6 一のバースト内で複数のパルスがある場合、その繰り返し周波数は、一のパルスの繰り返し周波数と当該パルスの次の一のパルスの繰り返し周波数との間で関連性を有してはならないものとする。

別表第四号 変調方式がパルス変調のうち周波数ホッピング方式のレーダーが送信する電波及び当該電波の検出確率

レーダーが送信する電波				検出確率
種別	パルス幅 (マイクロ秒)	繰り返し周波数 (Hz)	一のバースト内におけるパルスの数	
一	一	三〇〇〇	九	七〇パーセント

注1 検出確率は、親局の無線設備（接続方式がキャリアセンス多元接続方式のものに限る。）から子局の無線設備に対して、誤り訂正及び制御信号を含めない信号伝送速度で、親局の無線設備の最大信号伝送速度の一七パーセントの伝送を行う場合のものをいう。

注2 この表において「バースト」とは、連続するパルスの数の一のまとまりをいう。

注3 周波数ホッピングにおける周波数（以下「ホッピング周波数」という。）は五、二五〇MHzから五、七二四MHzまでの周波数のうち、五、二五〇MHz又は五、二五〇MHzに一MHzの整数倍を加えた周波数のうち任意の周波数とする。

注4 ホッピング周波数の切替間隔は三ミリ秒とし、すべてのホッピング周波数の切替間隔の合計は三〇〇ミリ秒とする。

注5 バースト間隔は、三ミリ秒とする。



# 成田空港の気象レーダー(5335MHz) に対するW53無線LANの干渉量評価

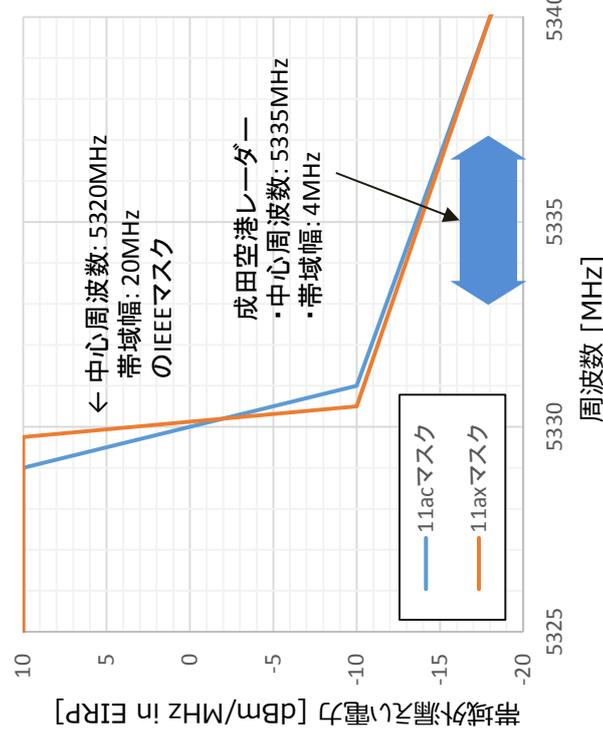
# 成田空港の気象レーダー

- 成田空港の気象レーダーは中心周波数が5335MHz、帯域幅が4MHzである(右下图)。  
⇒ 無線LANの運用チャネル外であるW53右側のガードバンド部分に中心周波数が位置する。そのため、無線LAN機器がこのレーダーからのパルスを受信したとしても、帯域外であるためDFSによる動作停止が期待できない。したがって、これを前提とした共用検討が必要となる。
- 802.11無線LANでは、伝送帯域の拡大に反比例して帯域外のスペクトルマスクのレベルが低下する。5335MHzにおける与干渉の支配的要因は「5320MHzを中心周波数とする20MHzシステム」である。  
⇒ 以降、この20MHzシステムから気象レーダーへの与干渉を評価する。

- 評価モデルは平成29年度情通審(諮問第2014号)一部答申の参考資料2を用いる(本資料別紙)。

⇒ W53の気象レーダーに対してDFSを行わない5.2GHz帯高出カデータ通信システムの無線局が放射する帯域外漏えい電力の影響を評価しており、今回のモデルと符合するため。

- W53無線LANと利用条件が異なるため、以下のパラメータを変更する。
  - EIRP: 200mW (現行のW53の規定より)
  - 遮蔽損失: 17dB (W53は屋内運用となるため)
  - スペクトルマスク: -13.6dBm/MHz  
⇒ 中心周波数5320MHzで運用される802.11ac\*の20MHzシステムの5335MHzにおけるマスク値を参照)



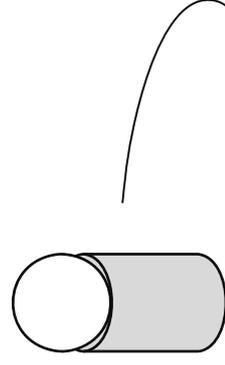
\*スペクトルマスクについては、802.11acの規定が802.11axよりも緩いため(右図)、こちらを基準とした。

# レーダーの諸元・サブエリアモデル

## ●レーダーの諸元

- 中心周波数: 5335MHz
- アンテナ利得: 47dBi
- RF系損: 4.7dB
- 空中線海拔高: 78.2m
- 許容干渉レベル: -111dBm/MHz
- 最低仰角: 0.7°
- 設置位置: 東経140° 22' 55" 北緯: 35° 46' 30"

## ●サブエリアモデル(場所ごとの無線局の密度)



空港内: 7 Sys/Km<sup>2</sup>

1km

東関東エリア  
(千葉・茨城・東京湾):  
20 Sys/Km<sup>2</sup>, WAS高30m

エリア半径: 36.4km

(空中線海拔高より定義される(別紙参照))

人口集中地区が多く含まれるため、評価モデルにおける最高密度を設定

# 評価結果

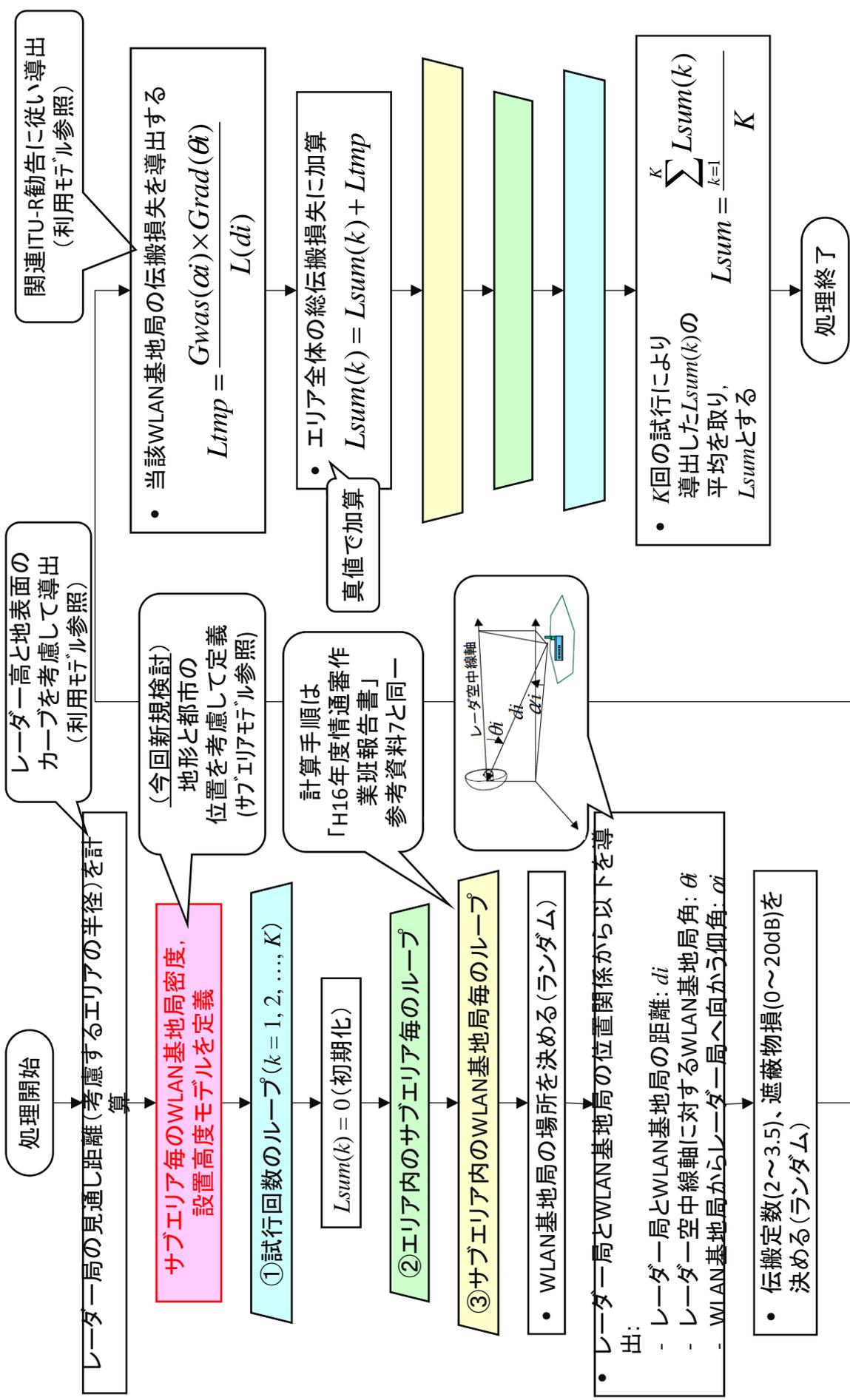
- 評価結果より、有意なマージン(13.1dB)が見込まれる  
⇒ 共用可能であることを確認。

周波数差 (MHz)	レーダー 局	許容干渉レベル (dB m/MHz)	許容I/N* (dB)	レーダー受信 RF系損 (dB)	L <sub>sum</sub> (dB)	遮蔽物損 (dB)	平均/ピーク比 (dB)	許容輻射電力 (dBm/MHz)	802.11スペク トルマスク (dBm/MHz)	マージン (dB)
5	成田空港	-111	-6	4.7	93.6	17	1.2	-0.5	-13.6	13.1

\* 無線通信規則脚注5.447F(5.3GHz帯)及び5.450A(5.6GHz帯)  
⇒ 無線標準及び無線測位は、ITU-R勧告 M.1638-0で規定される干渉基準  
(I/N ≦ -6dB)よりも厳しい保護基準を移動業務に課してはならない。

# 別紙

# モンテカルロシミュレーションによるLsumの導出手順



## 評価モデル (1/3)

- ・レーダー局の見通し距離(エリア半径)  
大気中の電波の屈折を考慮し、レーダー局アンテナ高  $h$ (m)の見通し距離  $d_{horizon}$  (km)を以下の式により導出

$$d_{horizon} = 4.12 \times \sqrt{h}$$

- ・伝搬損失

ITU-R 勧告 M.1652-1 Annex 6の記載に従い、距離  $d_i$  (km)の伝搬損失  $L$  (dB)を以下の式により導出。

$$L(d_i) = 10 \times \beta \times \left( \log \left( \frac{4\pi}{3} \right) + \log(d_i) + \log_{10}(f) + 4 \right) + clutter\ loss$$

$\beta$ : 伝搬定数 (2~3.5でランダム)

$f$ : 周波数 (GHz)

$clutter\ loss$ : 遮蔽物損失 (0~20でランダム) (dB)

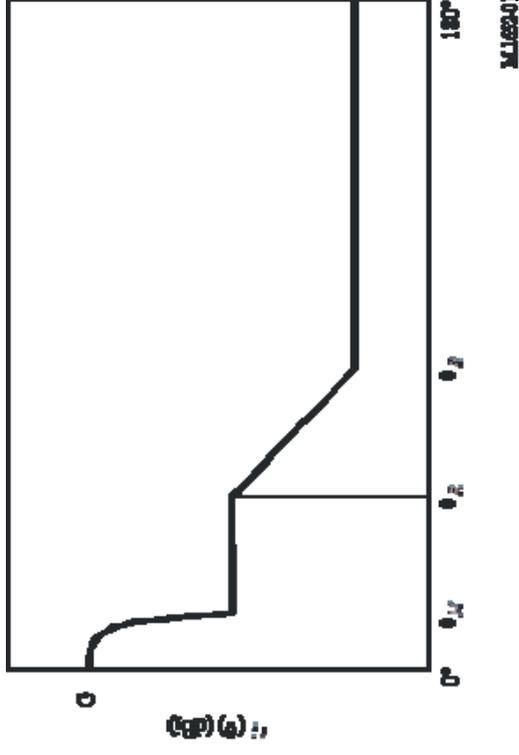
ITU-R 勧告 M.1652-1 Annex 6の記述

For ground-based radars a random propagation factor was utilized in determining the propagation path loss to each WAS device. A value from 20 to 35  $\log D$  was used. In addition a random building/terrain propagation attenuation was used. A value from 0 to 20 dB was used. A uniform distribution was applied in determining these values.

## 評価モデル (2/3)

- ・レーダーアンテナパターン:  $G_{rad}(\theta)$
- ITU-R 勧告M.1652-1 Annex 6 Appendix 1よりアンテナ利得Gおよび主軸からの離角 $\theta$ を用いて以下の式から導出(アンテナ利得Gが22~48dBiの場合)。

Angular interval (degrees)	Gain (dBi)
0 to $\theta_M$	$G - 4 \times 10^{-4} (10^{G/10}) \theta^2$
$\theta_M$ to $\theta_R$	$0.75 G - 7$
$\theta_R$ to $\theta_B$	$53 - (G/2) - 25 \log(\theta)$
$\theta_B$ to 180	$11 - G/2$



$\theta_M$ 、 $\theta_R$ 、 $\theta_B$ の定義は以下の通り

High-gain ( $22 < G < 48$ dBi)
$\theta_M = 50 (0.25 G + 7)^{0.5} / 10^{G/20}$
$\theta_R = 250 / 10^{G/20}$
$\theta_B = 48$

## 評価モデル (3/3)

・RLAN アンテナパターン  $G_{was}(\varphi)$

ITU-R 勧告 M.1652-1 Annex 6 Appendix 1に記載される Table 11の値を利用。

水平方向: オムニ

垂直方向: 下表参照( $\varphi$ : アンテナ仰角)

Elevation angle, $\varphi$ (degrees)	Gain (dBi)
$45 < \varphi \leq 90$	-4
$35 < \varphi \leq 45$	-3
$0 < \varphi \leq 35$	0
$-15 < \varphi \leq 0$	-1
$-30 < \varphi \leq -15$	-4
$-60 < \varphi \leq -30$	-6
$-90 < \varphi \leq -60$	-5



# W53帯におけるDFSパルスパターンの暫定的な修正案

- 5GHz無線LAN作業班にて気象庁より提案したW53帯DFSパルスパターン修正案について、無線LAN各社による検証試験の結果、一部チップベンダーのDFSのアルゴリズムでは対応できないことがわかった。
- 当面、現行の気象レーダーにDFSが対応するよう暫定的なパルスパターン規格案を提案する。
- 数年後に、気象レーダーが今後使用する予定のパルスパターンにもDFSが対応できるよう、検討を求める。

## 数年後に対応が必要なW53帯DFSパルスパターンの規格案

Table D.4: Parameters of radar test signals

Radar test signal # (see note 1 to note 3)	Pulse width W (μs)		Pulse repetition frequency PRF (PPS)		Number of different PRFs	Pulses per burst for each PRF (PPB) (see note 5)
	Min	Max	Min	Max		
1'	0,5	5	200 (see note 7)	1 000 (see note 7)	1	10 (see note 8)
2'	0,5	15	200 (see note 7)	1 600 (see note 7)	1	15 (see note 8)

NOTE 1 ~ 4 (略)

NOTE 5: The total number of pulses in a burst is equal to the number of pulses for a single PRF multiplied by the number of different PRFs used.

NOTE 6: For the CAC and Off-Channel CAC requirements, the minimum number of pulses (for each PRF) for any of the radar test signals to be detected in the band 5 600 MHz to 5 650 MHz shall be 18.

NOTE 7: A modulated long pulse which width is 20 - 400 μs (which has an accuracy of ±5%) is also emitted after at least 20 μs since emitting the normal pulse. The modulation to be used is a linear (or non-linear) chirp modulation with a ±0,5 - 1,0 MHz frequency deviation. See Figure D.6.

NOTE 8: This means minimum value.

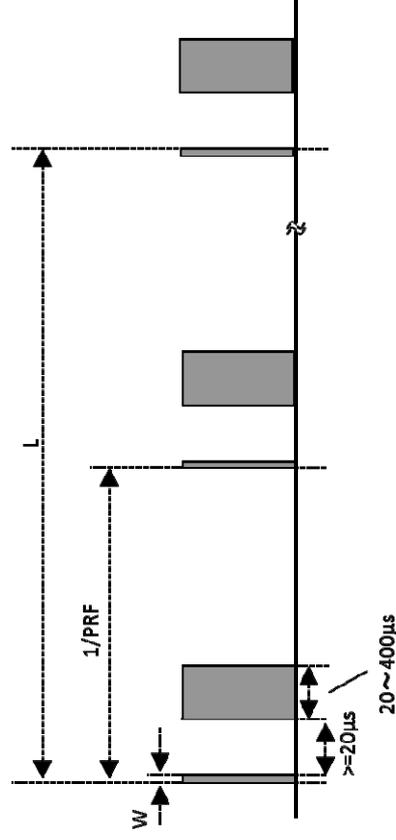


Figure D.6: General structure of a single burst/constant PRF based solid-state radar test signal

# W53帯におけるDFSパルスパターンの暫定的な修正案

## 暫定的なW53帯DFSパルスパターンの規格案

Radar test signal # (see note 1 to note 3)	W1 Pulse width (μs) (see note 9)		PRF Pulse repetition frequency (PPS)		Number of different PRFs	Minimum number of pairs of pulses per burst for each PRF (PPB) (see note 5)	Remarks
	Min	Max	Min	Max			
1'	0,5	5	200	1000	1	10	Short pulse only radar
2'	0,5	15	200	1600	1	15	
1''	0,5	5	200	1000	1	$\min(A1, \max(A2, \text{ceil}(S * PRF)))$	(see note 7')
2''	0,5	15	200	1600	1	$\min(A1, \max(A2, \text{ceil}(S * PRF)))$	
13'	0,5	1,5	1114	1118	1	30	(see note 8')
14'	0,5	1,5	928	932	1	25	
13''	0,5	1,5	886	890	1	24	
14''	0,5	1,5	738	742	1	20	

Short and Long pulse combined

NOTE 1 ~ 4 (omitted)

NOTE 5: The total number of pulses in a burst is equal to the number of pulses for a single PRF multiplied by the number of different PRFs used.

NOTE 6: (omitted).

NOTE 7': A modulated long pulse which width W2 is 20 - 110 μs is also emitted after emitting the normal pulse. The blank times between the normal pulse and the modulated long pulse (T1 and T2) are at least 70 μs. The modulation to be used is a linear (or non-linear) chirp modulation with a ±0,5 - 1,0 MHz frequency deviation. Duty (which is pulse width multiplied by PRF) is less than 10 %. W2 - W1 is at least 15 μs. See Fig. D.6'.

The min(PPB), L, is defined per the equation where A1=30, A2=22 and S=0.026. See Fig. D.7'. However, these parameters A1, A2 and S are proposed preliminary values and the final values to be finalized by the WLAN vendors after testing is performed with 30% channel loading.

NOTE 8': A modulated long pulse which width W2 is 30 - 32 μs (which has an accuracy of ±5%) is also emitted after emitting the normal pulse. The blank times between the normal pulse and the modulated long pulse (T1 and T2) are at least 50 μs. The modulation to be used is a linear (or non-linear) chirp modulation with a ±0,5 - 1,0 MHz frequency deviation. See Fig. D.6'.

NOTE 9: Pulse width is defined as transmit pulse half power width.

L pairs of pulses

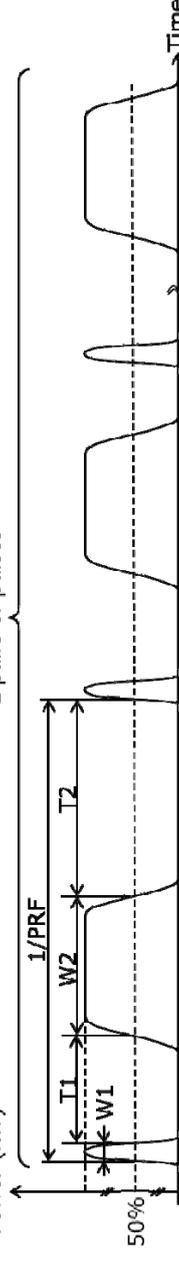


Figure D.6': General structure of a single burst/constant PRF based solid-state radar test signal

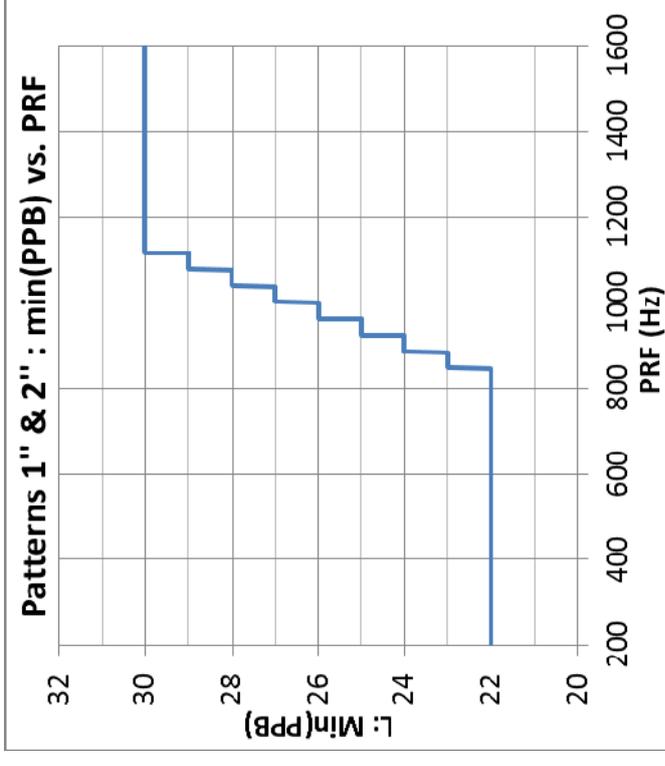
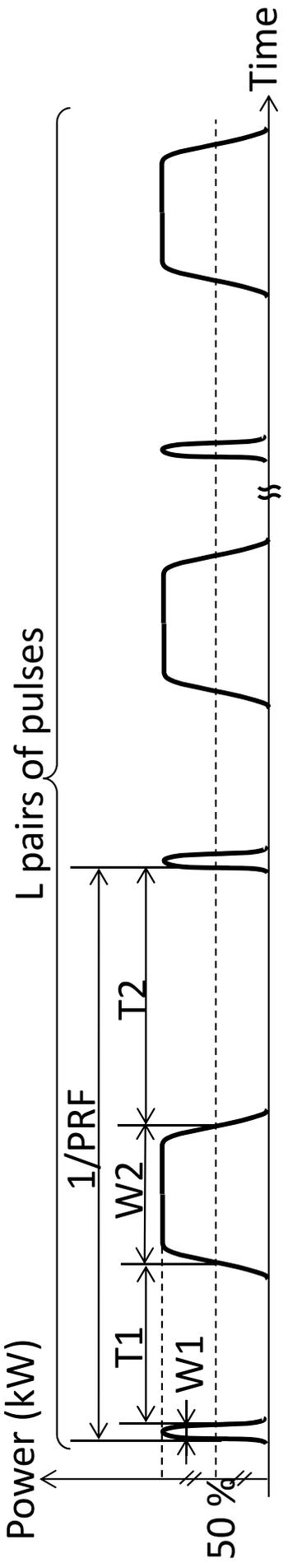


Figure D.7': Relation between PPB and PRF for test signal #1' and #2'.

# 暫定規格案に対応して検証に使用するレーザーパターンの修正例

No.	時間 [μs]				長パルス波形形状			パルス組数 PPB (L pairs)	PRF [Hz]	タイプ	備考	PPB/PRF [sec]	Duty ratio	W2-W1 [μs]	Channel Loading
	短パルス幅 (W1)	ブランク1 (T1)	長パルス幅 (W2)	ブランク2 (T2)	α	γ	B(MHz)								
1	1.0	0.0	0.0	1062.8	-	-	-	27	940	気象庁一般クライストロン		0.029	0.1%	-	30%
2	1.0	0.0	0.0	1328.8	-	-	-	21	752	気象庁一般クライストロン		0.028	0.1%	-	30%
3	1.0	0.0	0.0	1189.5	-	-	-	24	840	気象庁DRAWクライストロン		0.029	0.1%	-	30%
4	2.0	0.0	0.0	3844.2	-	-	-	10	260	国交省クライストロン		0.038	0.1%	-	30%
5	2.0	0.0	0.0	2379.0	-	-	-	15	420	国交省クライストロン		0.036	0.1%	-	30%
6	2.5	0.0	0.0	3027.8	-	-	-	10	330	気象庁一般クライストロン		0.030	0.1%	-	30%
7	1.0	0.0	0.0	891.9	-	-	-	32	1120	気象庁DRAWクライストロン		0.029	0.1%	-	30%
8	0.5	80.0	64.0	875.9	0.45	1.48	2	26	980	固体化(短い短パルス)		0.027	6.3%	63.5	30%
9	1.0	72.0	64.0	1064.9	0	1.48	1.2	23	832	気象庁DRAW固体化		0.028	5.4%	63.0	30%
10	1.0	108.0	100.0	2116.6	0	1.48	1.67	23	430	国交省固体化		0.053	4.3%	99.0	30%
11	1.0	108.0	100.0	2568.8	0	1.48	1.67	28	360	国交省固体化		0.078	3.6%	99.0	30%
12	1.0	108.0	100.0	3263.2	0	1.48	1.67	22	288	国交省固体化		0.076	2.9%	99.0	30%
13	1.1	56.2	30.5	808.7	0.89	1.48	1.63	30	1116	気象庁DRAW固体化		0.027	3.5%	29.4	30%
14	1.1	235.2	30.5	808.7	0.89	1.48	1.63	25	930	気象庁DRAW固体化		0.027	2.9%	29.4	30%
15	1.0	61.0	32.0	1032.0	1.1	1.2	2	24	888	気象庁固体化		0.027	2.9%	31.0	30%
16	1.0	61.0	32.0	1257.0	1.1	1.2	2	20	740	気象庁固体化		0.027	2.4%	31.0	30%
17	2.0	74.0	69.0	1521.7	0.45	1.48	2	22	600	固体化(長い短パルス)		0.037	4.3%	67.0	30%
18	5.0	120.0	110.0	4765.0	0.45	1.48	2	22	200	固体化(長い短/長パルス)		0.110	2.3%	105.0	30%
19	0.5	70.0	20.0	534.5	0.45	1.48	2	30	1600	固体化(短い短/長パルス)		0.019	3.3%	19.5	30%
20	1.0	72.0	64.0	824.5	0	1.48	1.2	28	1040	気象庁DRAW固体化		0.027	6.8%	63.0	30%
21	2.0	75.0	64.0	525.7	0.45	1.48	2	30	1500	固体化(長い短パルス)		0.020	9.9%	62.0	30%
22	5.0	75.0	64.0	588.6	0.45	1.48	2	30	1365	固体化(長い短パルス)		0.022	9.4%	59.0	30%
23	10.0	100.0	80.0	790.4	0.45	1.48	2	27	1020	固体化(長い短パルス)		0.026	9.2%	70.0	30%
24	15.0	120.0	110.0	4755.0	0.45	1.48	2	22	200	固体化(長い短パルス)		0.110	2.5%	95.0	30%

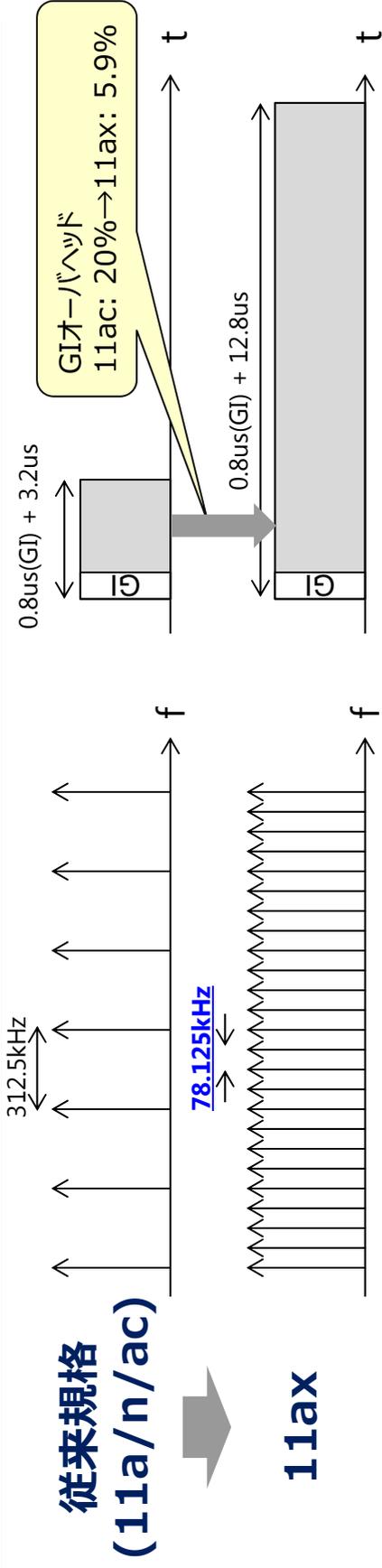
Power (kW)





# 上りリンクマルチユーザ(UL MU)伝送におけるサブキャリア配置

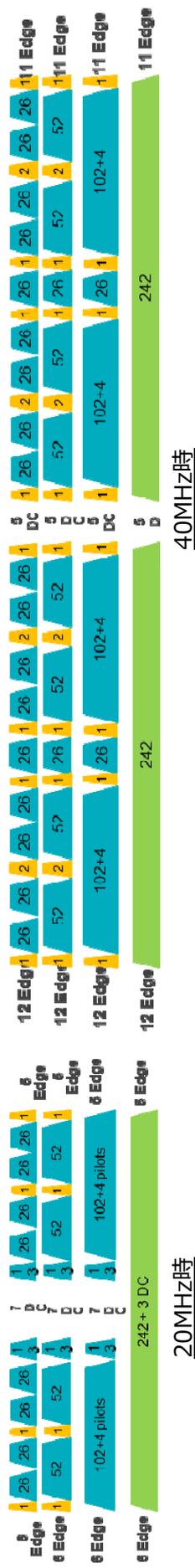
## サブキャリア(トーン)配置の稠密化: 従来比4倍



サブキャリア密度が4倍 → きめ細かなRU割当\*が可能  
 シンボル長を4倍 → GI\*の時間率を削減、伝送効率改善  
 GI長拡大オプション(最大3.2us) → 屋外環境に対応

\* RU: Resource Unit.  
 \* GI: Guard Interval.  
 OFDM/OFDMA伝送において、マルチパスフェージングによるシンボルの冗長信号の影響を緩和するための冗長信号。

## ● サブキャリア配置(20MHzと40MHzの例)



実装と効率のトレードオフを加味した上で規定

Ref Doc.: IEEE802.11-16/132r17

DC : 直流成分 (Direct Current) サブキャリアのこと。数値はその本数。  
 Edge : ガードバンドサブキャリアのこと。数値はその本数。