

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）

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
「800MHz 帯広帯域小電力無線システムに係る技術的条件」

諮問第 2033 号

「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち
「3次元測位システムに係る技術的条件」

令和 7 年 月 日

陸上無線通信委員会報告

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
「800MHz 帯広帯域小電力無線システムに係る技術的条件」

諮問第 2033 号

「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち
「3次元測位システムに係る技術的条件」

I	検討事項	5
II	委員会及び作業班の構成	5
III	検討経過	5
IV	検討概要	7
第1章	検討の背景	7
1. 1	1. 1 検討の背景	7
第2章	新システムの概要	9
2. 1	2. 1 3次元測位システム	9
2. 1. 1	2. 1. 1 システムの概要	9
2. 1. 2	2. 1. 2 システムの要求条件等	9
2. 1. 3	2. 1. 3 3次元測位システムのニーズ等	10
2. 1. 4	2. 1. 4 3次元測位システムに関する国際動向	11
2. 2	2. 2 800MHz 帯広帯域小電力無線システム (IEEE 802.11ah システム)	13
2. 2. 1	2. 2. 1 システムの概要	13
2. 2. 2	2. 2. 2 システムの要求条件等	14
2. 2. 3	2. 2. 3 IEEE 802.11ah システムのニーズ等	15
2. 2. 4	2. 2. 4 IEEE 802.11ah システムに関する国際動向	17
2. 3	2. 3 800MHz 帯の利用状況	19
2. 3. 1	2. 3. 1 800MHz 帯の周波数の分配状況	19
2. 3. 2	2. 3. 2 800MHz 帯の国内の使用状況	19
第3章	技術的条件に関する検討	21
3. 1	3. 1 周波数共用検討の方法及び各システムの諸元	21

3. 1. 1	検討対象となる無線システムの組合せ	21
3. 1. 2	周波数共用検討の方法	22
3. 1. 3	検討に用いた各システムの諸元	25
3. 2	3次元測位システムと既存システムとの周波数共用検討の結果	27
3. 2. 1	3次元測位システムと携帯電話（上り）との共用検討（3.1.1項①）	27
3. 2. 1. 1	3次元測位システム（与干渉）、携帯電話（上り）（被干渉）	27
3. 2. 1. 2	携帯電話（上り）（与干渉）、3次元測位システム（被干渉）	28
3. 2. 1. 3	3次元測位システムと携帯電話（上り）との共用条件まとめ	28
3. 2. 2	3次元測位システムと携帯電話（下り）との共用検討（3.1.1項②）	28
3. 2. 2. 1	3次元測位システム（与干渉）、携帯電話（下り）（被干渉）	28
3. 2. 2. 2	携帯電話（下り）（与干渉）、3次元測位システム（被干渉）	29
3. 2. 2. 3	3次元測位システムと携帯電話（下り）との共用条件まとめ	29
3. 2. 3	3次元測位システムとデジタルMCAとの共用検討（3.1.1項⑥）	29
3. 2. 3. 1	3次元測位システム（与干渉）、デジタルMCA（被干渉）	29
3. 2. 3. 2	デジタルMCA（与干渉）、3次元測位システム（被干渉）	30
3. 2. 3. 3	3次元測位システムとデジタルMCAとの共用条件まとめ	30
3. 3	802.11ahシステムと既存システムとの周波数共用検討の結果	32
3. 3. 1	802.11ahシステムと携帯電話（上り）との共用検討（3.1.1項③）	32
3. 3. 1. 1	802.11ahシステム（与干渉）、携帯電話（上り）（被干渉）	32
3. 3. 1. 2	携帯電話（上り）（与干渉）、802.11ahシステム（被干渉）	34
3. 3. 1. 3	802.11ahシステムと携帯電話（上り）との共用条件まとめ	35
3. 3. 2	802.11ahシステムと携帯電話（下り）との共用検討（3.1.1項④）	35
3. 3. 2. 1	802.11ahシステム（与干渉）、携帯電話（下り）（被干渉）	35
3. 3. 2. 2	携帯電話（下り）（与干渉）、802.11ahシステム（被干渉）	37
3. 3. 2. 3	802.11ahシステムと携帯電話（下り）との共用条件まとめ	38
3. 3. 3	802.11ahシステムとデジタルMCAとの共用検討（3.1.1項⑦）	39
3. 3. 3. 1	802.11ahシステム（与干渉）、デジタルMCA（被干渉）	39
3. 3. 3. 2	デジタルMCA（与干渉）、802.11ahシステム（被干渉）	42
3. 3. 3. 3	802.11ahシステムとデジタルMCAとの共用条件まとめ	42
3. 4	新システム同士の周波数共用検討の結果	44
3. 4. 1	802.11ahシステム（与干渉）、3次元測位システム（被干渉）（3.1.1項⑤a）	44
3. 4. 2	3次元測位システム（与干渉）、802.11ahシステム（被干渉）（3.1.1項⑤b）	44
3. 4. 3	新システム同士の周波数共用条件まとめ	45
3. 5	周波数共用検討結果のまとめ及び周波数割当て	45
3. 5. 1	共用検討結果に基づく共用条件（まとめ）	45
3. 5. 2	共用条件を踏まえた周波数割当て	47

3. 5. 3	800MHz 帯広帯域小電力無線システム (IEEE 802.11ah システム) の導入イメージ	47
3. 5. 4	今後の課題等について.....	47
第4章	3次元測位システムの技術的条件	49
4. 1	一般的条件	49
4. 2	技術的条件	50
4. 3	測定方法	52
第5章	800MHz 帯広帯域小電力データ通信システムの技術的条件 (IEEE 802.11ah)	54
5. 1	一般的条件	54
5. 2	技術的条件	56
5. 3	測定方法	58
別表1	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	61
別表2	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 900MHz 帯 自営用無線システム高度化作業班構成員	62

I 検討事項

陸上無線通信委員会は、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）のうち、「800MHz 帯広帯域小電力無線システムに係る技術的条件」及び諮問第 2033 号「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」（平成 25 年 5 月 17 日）のうち「3 次元測位システムに係る技術的条件」について検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成については、別表 1 のとおり。

なお、検討の促進を図るため、本委員会の下に 900MHz 帯自営用無線システム高度化作業班を設けて検討を行った。900MHz 帯自営用無線システム高度化作業班の構成については、別表 2 のとおり。

III 検討経過

1 委員会

① 第 85 回（令和 6 年 3 月 7 日）

デジタル MCA サービス終了後の空き周波数帯における新システム導入について、検討開始の報告を行った。

② 第 回（令和 年 月 日）

③ 第 回（令和 年 月 日）

2 作業班

① 第 6 回（令和 6 年 4 月 5 日）

デジタル MCA サービス終了後の空き周波数帯における検討を開始し、過年度に実施した周波数共用検討の結果を確認し、新たに導入するシステムについて検討を行った。

② 第 7 回（令和 6 年 12 月 20 日）

3 次元測位システムの諸元の変更及び周波数共用の検討を行った。

③ 第 8 回（令和 7 年 3 月 3 日から 3 月 11 日）【メール審議】

委員会報告案の構成について検討を行った。

④ 第 9 回（令和 7 年 7 月 4 日）

802.11ah システムの諸元の変更及び委員会報告案について検討を行い、報告案を取りまとめた (P)。

IV 検討概要

第1章 検討の背景

1. 1 検討の背景

平成6年に導入されたデジタルMCAシステムは、数十km程度の比較的大きい通信エリアをカバーする自営用無線通信システムとして、様々な業務分野における業務連絡や車両情報管理、民間や国・地方公共団体等におけるBCP対策等に利用されてきた。一方で、デジタルMCAシステムには第二世代携帯電話相当の技術が使用されており、保守や維持管理の継続が困難となった等の理由から、令和11年5月末でのサービス終了が公表されている。

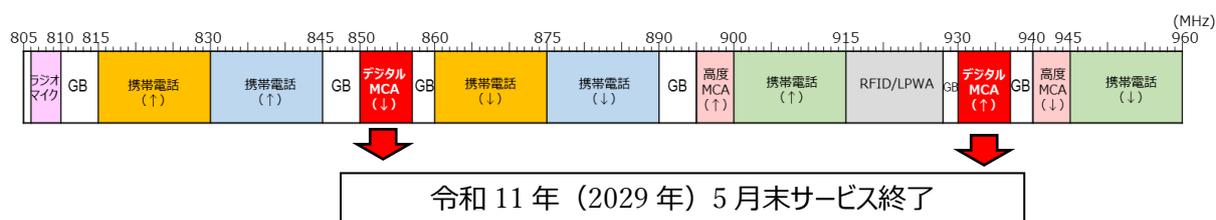


図 1.1-1 800MHz 帯及び 900MHz 帯の周波数の使用状況

このデジタル MCA サービス終了後に生じる空き周波数帯（845～860MHz 及び 928～940MHz）の利用については、新たな無線システムの技術的条件等の検討に資するため、令和元年度に「900MHz 帯を使用する新たな無線利用に係る調査」（令和元年12月6日～令和2年1月15日）が行われており、当該調査において、以下の提案が提出された。

表 1.1-1 900MHz 帯を使用する新たな無線利用に係る調査の結果

提案周波数帯	提案
845～860MHz	3次元屋内外測位システムでの利用
845～860MHz 928～940MHz	LPWA システムの双方向化
845～860MHz 928～940MHz	IEEE 802.11ah システム
928～940MHz	無人航空機等の位置情報共有システム
928～940MHz	パッシブ型 RFID の利用拡大
928～940MHz	IEEE 802.15.4x 方式による IoT 無線通信システム (Wi-SUN)

これらの提案に対しては、外部の有識者の意見を踏まえ、総務省において取りまとめられた調査検討の方向性に基づき、令和2年度及び令和3年度に周波数共用検討等のための調査検討が実施された。その結果、800MHz 帯の周波数に限り、提案システム（「3次元測位システム」「IEEE 802.11ah システム（以下「802.11ah システム」という。）」「LPWA システム双方向化」）について、デジタル MCA サービス期間中を含めた新たな無線利用の可能性が認められた。なお、「LPWA システム双方向化」については、現時点での導入が未定であるとして提案が取り下げられている。

こうした状況を踏まえ、デジタル MCA 終了後の空き周波数帯のうち 845～860MHz 帯について、「3 次元測位システム」と「802.11ah システム」の 2 つのシステムについて技術的条件の検討を行った。

第2章 新システムの概要

2. 1 3次元測位システム

2. 1. 1 3次元測位システムの概要

位置情報は、従来からカーナビや業務用の動態管理等に活用されてきたが、近年では、デバイスの小型化により、小型のタグやスマートフォンにも GNSS (Global Navigation Satellite System: 全地球航法衛星システム) の信号を受信するデバイスが標準で搭載されるようになっており、自身や対象物の位置の確認や追跡、周辺情報の取得、目的地までのルート案内等、様々な分野において、位置・航法・時刻 (PNT: Positioning・Navigation・Timing) サービスの利活用が一般化している。

こうしたサービスのインフラとしての重要性が高まる中、サービスの基盤となる GNSS の不感エリアや通信障害等の課題解決に向け、これらに対応するための GNSS 補完 (又は代替) システムの検討が進められている。

3次元測位システムは、GNSS の補完システムとして検討されているシステムであり、屋内浸透力の高い 1GHz 以下の周波数を使用し、携帯電話基地局と同様に、地上高所に設置した基地局から GNSS と同様の信号を送信して測位を行うことで、GNSS では困難だった屋内や地下街といった閉鎖空間における位置情報の取得を可能とするシステムである。また、3次元測位システムの電波は、衛星から送信される GNSS よりも受信電力が高いものとなるため、妨害に強く、こうした特性から、GNSS の課題を解決する方法の一つとされている。

2. 1. 2 システムの要求条件等

3次元測位システムは、ビルの屋上等の高所に複数の基地局を設置し、これらの基地局からの同期信号を受信することにより、測位を行うシステムである。

GNSS と同様の原理での測位方法であり、端末は4箇所以上の基地局からの時刻同期信号を同時に受信し、それぞれの基地局から発信された時刻と端末に到達した時刻の時間差を計測して距離を計算し、緯度経度や高さを特定するため、測位端末 (受信機) が4局以上の基地局からの信号を受信できるように、基地局を配置する必要がある。

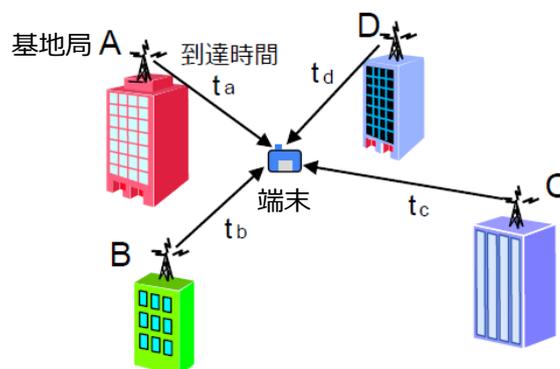


図 2.1-1 3次元測位システムの構成

3次元測位システムのサービス提供エリアは、主に都心部が想定されており、高層ビルが密集する場所では数km以下の半径、その他の場所では数km～十数km程度の半径で基地局の配置が必要となる。また、地下街等、屋外設置の基地局からの電波が届かない可能性がある場所においては、エリア化のために屋内基地局の設置も必要となる。

基地局の技術的な諸元は、携帯電話基地局の諸元と同等であり、一部の基地局には気象計測のための機器が設置され、その場所の気圧等の気象情報を取得している。基地局から送信される時刻同期信号には、測位計算に必要な基地局の位置情報のほか気象情報も含まれ、端末に搭載された気圧センサ情報との比較による垂直方向の位置精度の向上に活用される。

また、屋内の測位においては信号の帯域幅が広いほどマルチパスを分離する分解能が高くなるため位置精度が向上する。米国における実測では、帯域幅5MHzの信号で屋内の位置精度において5～10m程度の実力値が示され、この精度であればビル内の所在位置において概ね部屋を特定できる測位が期待できる。一方、帯域幅3MHzの信号で測位を行うと2～3倍精度が劣化し、上記の性能が期待できなくなるため、屋内測位においては帯域幅5MHz以上の信号で測位することが必要である。

なお、測位で用いる時刻同期信号を利用した屋内同期においては、帯域幅3MHzの信号でも100ナノ秒程度の同期精度（光速距離30m相当）が得られることから、受信機やケーブル長等のその他誤差を入れても1μ秒程度の同期精度を提供することができ、帯域幅3MHzでは一般的なPTP（Precision Time Protocol）サービスとして利用することが可能である。

このほか、基地局からは、低速であるが、適宜、個別のデータを送信することも可能であり、端末に対してページャのように一方向のデータ通信を行うことも想定されている。

なお、基地局からの送信は一方向の単向通信となるため、緊急通報など、端末から基地局への送信が必要な場合は携帯電話等の別の通信システムを用いて行われる。端末は受信専用であり、基地局からの同じ電波を受けて動作するため基地局当たりの収容端末数の制限は特になく、キャパシティの問題は発生しない。

2. 1. 3 3次元測位システムのニーズ等

位置測位ソリューションの市場は年々拡大しており、その市場規模は2028年度で約1,001億円と予想¹されており、屋内測位を用いたアプリケーションの利用も更に進展することが期待されている。

3次元測位システムは、個別の建物内の特別な装置の設置や建物内の環境を事前測定する必要がないため、都市部の屋内外の広い範囲での利用が可能となっており、また、気圧分析を組み合わせることで高精度な垂直測位ができるなど、従来の屋内測位システムにはない特徴を有しており、屋内測位の精度を全体的に向上させることができる。また、特定のエリアについては本方式とビーコン等を使用した既存の屋内測位方式と組み合わせ

¹ デロイトトーマツミック経済研究所 位置情報ソリューション市場の現状と展望 2024年度版

ることにより、それぞれのニーズにあった測位システムを構築することが可能となり、屋内測位全般の需要拡大が期待できる。

屋内測位のアプリケーションとしては、マンション内のロボットによる個別配送や建築用資材の管理といった業務用途での利用、位置情報に基づく各種情報の提供や広告配信、施設内ナビゲーション、水害、火災等の災害時の避難誘導や救助者・救助隊員等の位置情報の取得等リアルタイム位置情報利用のほか、人流のビッグデータ分析による商業利用や都市政策への利用など、様々な分野への展開が想定される。

3次元測位システムは、GNSSと同様の時刻同期信号を送信しているため、安価な屋内同期システムを構築することができ、特に1 μ s以下の高精度な同期が必要となる5G基地局等において、同システムの活用により屋内設置の普及が期待できる。

また、近年のICTの進歩により我が国の重要インフラはGNSS同期やGNSS測位を前提としたシステムが多く、GNSSに障害が生じた場合にデジタル社会基盤が機能不全に陥るなど影響が大きいと想定される。防衛においても信頼できる正確な位置情報の安定的な取得が不可欠でありGNSS妨害・欺瞞に晒された場合、国家安全保障にも深刻な影響が及ぶ。このような事態に備えてGNSSのバックアップシステムを構築することが重要であり、この3次元測位システムがその一翼を担うことも期待される。

2. 1. 4 3次元測位システムに関する国際動向

諸外国、特に欧米においては、GNSSに障害等が発生した場合や屋内等のGNSSサービスの利用が困難な場所等を念頭に、GNSSの脆弱性対策及びPNTのバックアップや補完用のシステムに関する検討が進められている。

(1) 米国の動向

米国では、ロシア、ウクライナ、中東を始めとする軍事紛争や事象を契機として、GPS等のジャミング・スプーフィング攻撃に対する耐性の低さがもたらす安全性・信頼性リスクは脅威として広く認知されるようになった。また、GPSに障害等が発生した場合、米国経済に1日あたり10億米ドルもの損失をもたらすと試算²が国立標準技術研究所(NIST)から出されており、国家的・経済的安全保障の対策として、GPSの補完システムの確保についての大統領令³が2020年に発出されている。

これを受けて、米国政府はGPSを補完する測位システムの社会実装を進めるため「補完的PNT導入に向けた行動計画」を2023年に発表し、各種の補完的PNT技術の評価、導入、政府調達方針などを定め、取組を進めている。

こうした状況において、米国NextNav社では、920MHz帯において周波数ライセンスを保有し、3次元測位システムと同じシステムでのサービス開始を予定しており、米国における補完的PNTの有力候補となっている。

² Economic Benefits of the Global Positioning System (GPS)

³ Executive Order 13905 of Feb. 12, 2020 “Strengthening National Resilience Through Responsible Use of Positioning, Navigation, and Timing Services”

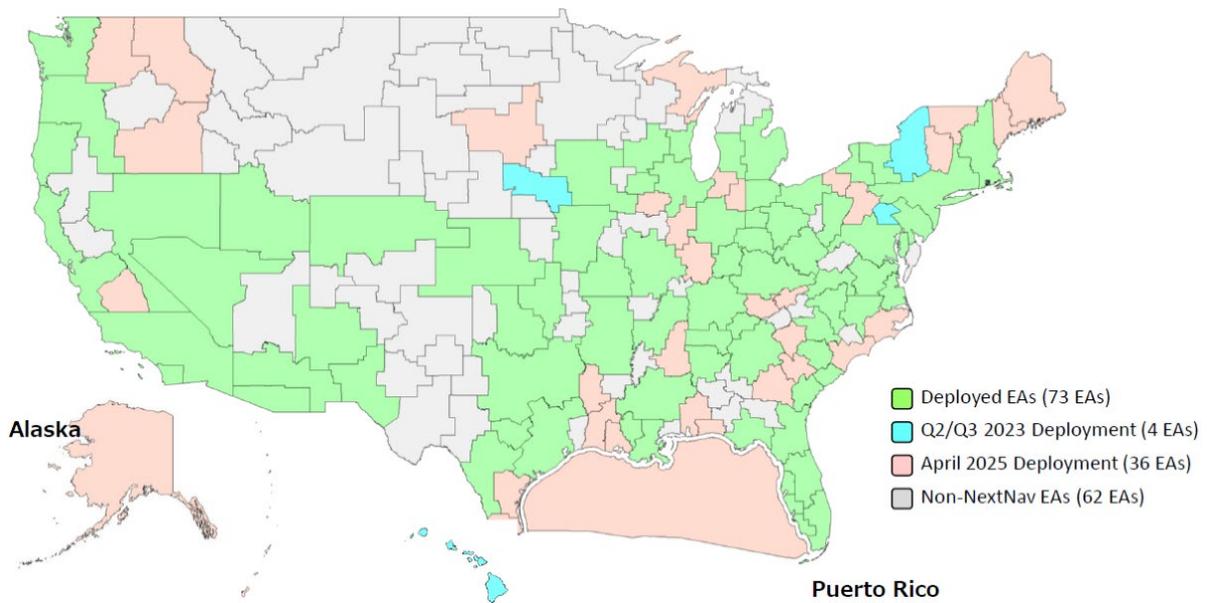


図 2.1-2 NextNav 社の基地局展開地域（2023 年 4 月現在）

なお、米国において、3次元測位システムの利用が見込まれる領域としては、PNTサイバーセキュリティ、通信事業者のPNTサービス補完、都市交通（自動車、ドローン）、屋内在庫管理、産業安全、公共安全、高精度時刻同期（電力網、データセンター）が挙げられる。

(2) 欧州の動向

EU 及び英国においても GNSS の障害に関する影響について議論がなされている。

EU においては、欧州委員会が、宇宙ベースの位置・航法・時刻 (PNT) を経済安全保障のための非常に重要な技術として特定しているが、2023 年 3 月、EU が諮問していた共同研究センター JRC (Joint Research Center) から A-PNT (Alternative Positioning, Navigation and Timing) に関して、対 GNSS 脆弱性対応のために、地上測位システムに周波数を割当てべきとの報告⁴がなされており、今後、欧州でも地上測位システムへの周波数割当ての議論が活発化することが想定される。

英国では、GNSS 停止が国の重大リスクであるとの認識のもと、英国政府が 2023 年に PNT 政策フレームワークを発表している。

⁴ JRC132737 “Assessing Alternative Positioning, Navigation, and Timing Technologies for Potential Deployment in the EU”

2. 2 800MHz 帯広帯域小電力無線システム (802.11ah システム)

2. 2. 1 800MHz 帯広帯域小電力無線システムの概要

規格としての IEEE 802.11ah : Wi-Fi HaLow) は、IEEE 802 委員会 (IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee) において、2017 年 5 月に策定され、国内では、920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムのうち免許不要な特定小電力無線局である空中線電力 20mW 以下の中出力型アクティブ系システムとして、令和 4 年に制度化された。

表 2.2-1 920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの主な技術基準

周波数	920.5~923.5MHz	920.5~928.1MHz	
無線チャネル占有周波数帯幅	200kHz × n (n=1~15)	200kHz × n (n=1~20)	
空中線電力	20mW 以下 (13dBm)		
空中線利得	3dBi 以下		
隣接チャネル漏洩電力	-15dBm 以下		
帯域外不要発射	周波数帯	不要発射の強度の許容値 (平均電力)	参照帯域幅
	710MHz 以下	-36dBm	100kHz
	710MHz を超え 900MHz 以下	-55dBm	1MHz
	900MHz を超え 915MHz 以下	-55dBm	100kHz
	915MHz を超え 930MHz 以下 (無線チャネルの中心からの離調が (200+100×n) kHz 以下を除く。)	-36dBm	100kHz
	930MHz を超え 1GHz 以下	-55dBm	100kHz
	1GHz を超え 1.215GHz 以下	-45dBm	1MHz
	1.215GHz を超えるもの	-30dBm	1MHz
n は、一の無線チャネルとして同時に使用する単位チャネルの数			
キャリアセンス	必要		
送信時間	4s 以内	400ms 以内	
休止時間	50ms 以上	2ms 以上	
送信時間の総和	—	360s/時以下 (Duty 10%)	

802.11ah システムは、920MHz 帯を共用する Wi-SUN や LoRa、Sigfox などの低伝送レート無線システムよりも高速で、既存の無線 LAN である IEEE 802.11ac (5GHz 帯) や IEEE 802.11ax (2.4GHz/5GHz 帯) よりも広いサービスエリアの確保が可能といった、これらのシステムの中間的な特徴を有しており、主に IoT サービス向けの通信システムとして、映像伝送や比較的大容量なデータ伝送等が必要とされる社会インフラの監視や農業、水産分野等のスマート化などの用途での活用が期待されている。

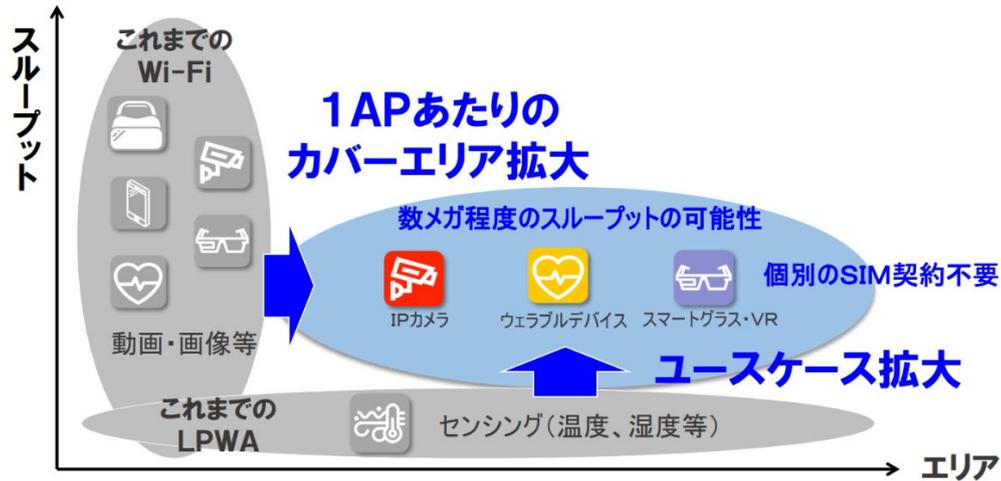


図 2. 2-1 802. 11ah システムの位置づけ

一方で、920MHz 帯は、数多くのアクティブ系やパッシブ系の小電力無線通信システムが周波数を共用する帯域であり、多数の無線局の共存を実現するために、伝送帯域幅や送信時間率に一定の制限（デューティー比 10%以下）が設けられている。そのため、データを連続して送信する用途では、実効通信速度が技術規格上の上限から大きく低下しており、映像データをデバイス側で送信間隔を細かく区切ったり、画質を抑えたりするなどの工夫も必要となっており、解決できるユースケースにも限界があることから、802. 11ah 規格が備える高速性・広帯域性を十分に発揮できるようなシステムの導入が求められている。

2. 2. 2 システムの要求条件等

ユーザ毎に構築する自営システムでの利用を想定しており、802. 11ah 規格に準拠した無線モジュールを組み込んだアクセスポイント（AP）（親局）と端末（子局）で構成される。

中継伝送機能（Relay Access Point）によりマルチホップ通信にも対応しており、アクセスポイント間の中継伝送も可能。子局である端末については、親局である AP の制御の下で通信を行うとともに、端末間の通信は行わない。

なお、802. 11ah システムの AP（親局）は、そのユースケースから、指向性のあるアンテナを用い、特定しない場所に停止して運用する無線局としての利用が想定されている。また、端末（子局）については、将来のドローン等での利用を視野に入れ、上空での利用も想定している。

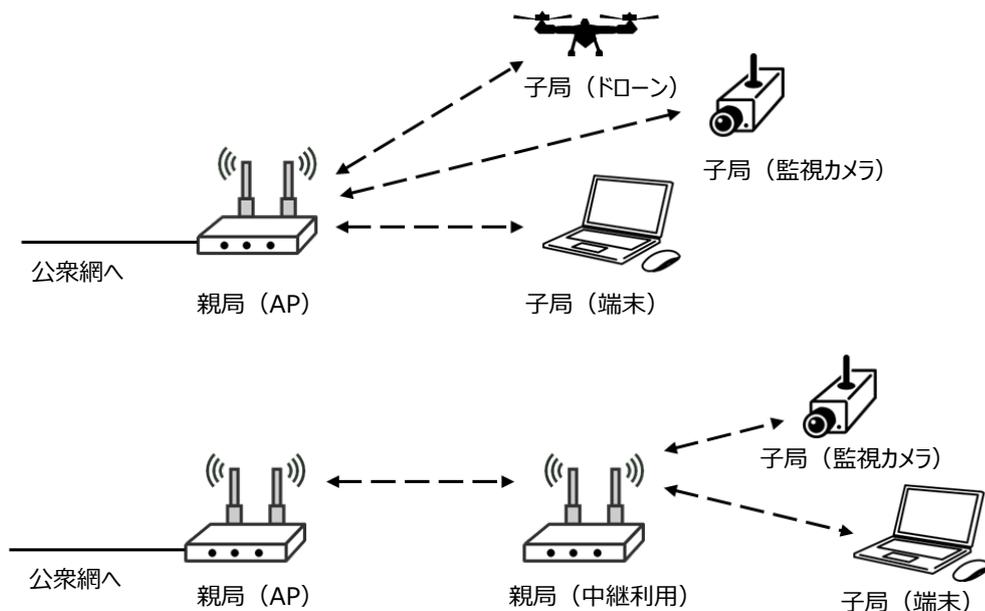


図 2.2-2 想定されるネットワーク構成

802.11ah 規格が有する高速性・広帯域性を活かし、より長距離、大容量の伝送等のニーズに応えるため、920MHz 帯システムにおける出力や送信時間の総和に対する制限等の緩和要望への対応も踏まえ、800MHz 帯では、送信出力の上限を 200mW とし、送信時間率の制限（1 時間あたりの送信時間の総和制限）についても、現状においては設けない方向とした。

2. 2. 3 802.11ah システムのニーズ等

800MHz 帯 802.11ah システムは、既に導入済みの 920MHz 帯システムからユースケースに大きな違いはないが、前項の要求条件とすることで、主に①広帯域・高画質伝送、②長距離通信、③干渉の少ないエリアの拡充 の効果が期待できる。

(1) 広帯域・高画質伝送

より広帯域かつ高速な伝送が可能となることで、高画質の映像伝送や複数のカメラやセンサを組み合わせた高度な施設監視、防災の利用などへの活用が期待されている。また、工場や物流倉庫における DX 等への対応として、高速化による中継利用や端末のソフトウェアアップデートなどへの活用など、運用面、保守面を含めた様々なユースケースが期待されているほか、次世代スマートホームとして、家周辺のセキュリティ監視や、快適ホームエンターテイメント、健康管理などへの活用や、山間部の物流ドローンなど目視外飛行用途の活用などが期待されている。

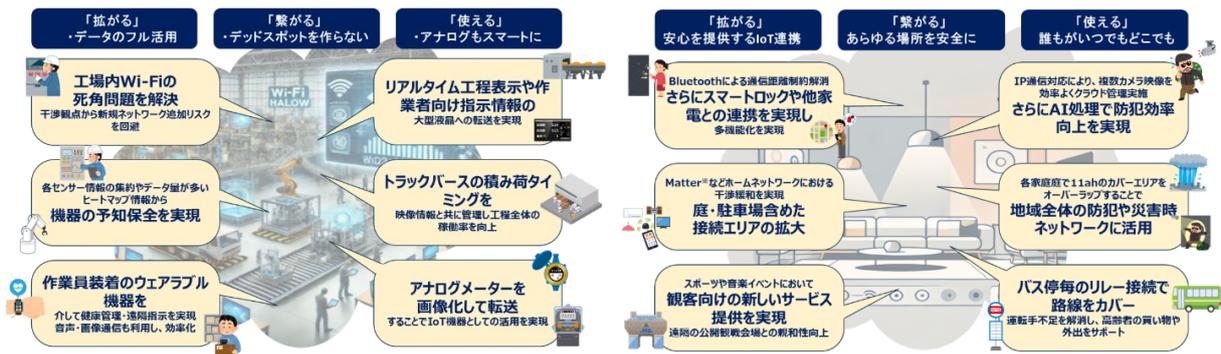
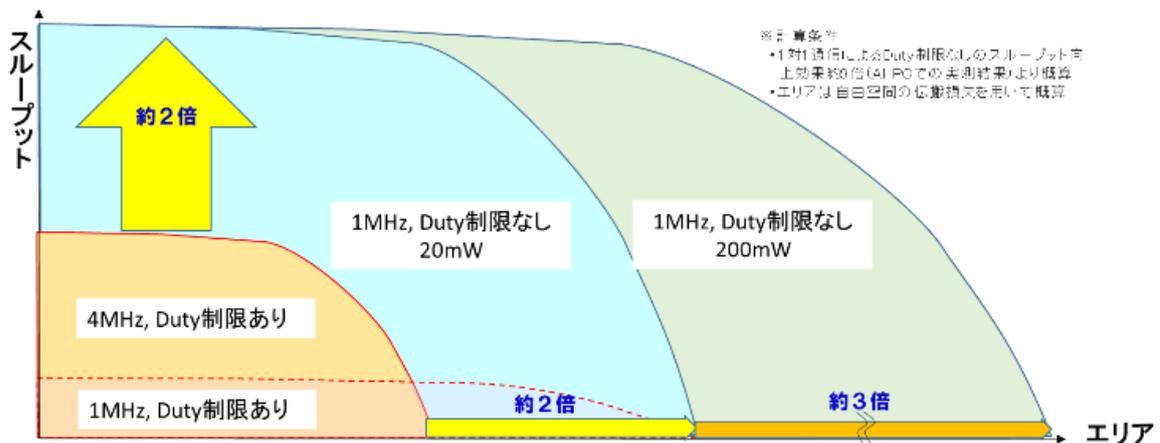


図 2.2-3 工場・物流倉庫における新たな産業 DX (左)・スマートホーム (右)
 (「802.11ah の“Future MAP” (AHPC 第 7 回総会) 資料」から抜粋)

(2) 長距離通信

送信電力が 20mW の 920MHz 帯システムに対して、800MHz 帯では送信電力を 200mW とすることで、通信エリアは約 3 倍に拡大する。これにより、モバイル不感地帯の山間部や農地、工場等、より広い範囲での映像利用やセンシングが可能となるほか、中継機能の利用や基地局アンテナを高所に設置する必要がなくなり、設置コストの低減が期待できる。

1対1通信、1MHz帯域伝送の条件におけるDuty制限なしの場合、現行の920 MHz帯の最高スループットモード(4MHz帯域伝送)と比較して、最高スループットは約2倍に向上し、エリアも約2倍に拡大することが期待できる。さらに、空間線電力を200mWとした場合、自由空間においては約3倍のエリア拡大が期待できる。



「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
 900MHz 帯自営用無線システム高度化作業班 (第 6 回) 資料 06-4」を元に一部編集

図 2.2-4 800MHz 帯システムと 920MHz 帯システムの比較イメージ

(3) 干渉の少ないエリアの拡充 (点から面への展開)

使用可能なチャネル数が増えることで、利用形態に合わせたチャネルの選択や幅広い利用シーンで活用が可能となる。802.11ah システムは、複数のチャネルを束ねて運

用することが可能なシステムであり、例えば、高品質な映像伝送を行うチャンネル（広帯域）と大量のセンサを収容するチャンネル（狭帯域）を分けて利用するなど、干渉の少ない安定したインフラ整備が可能となる。

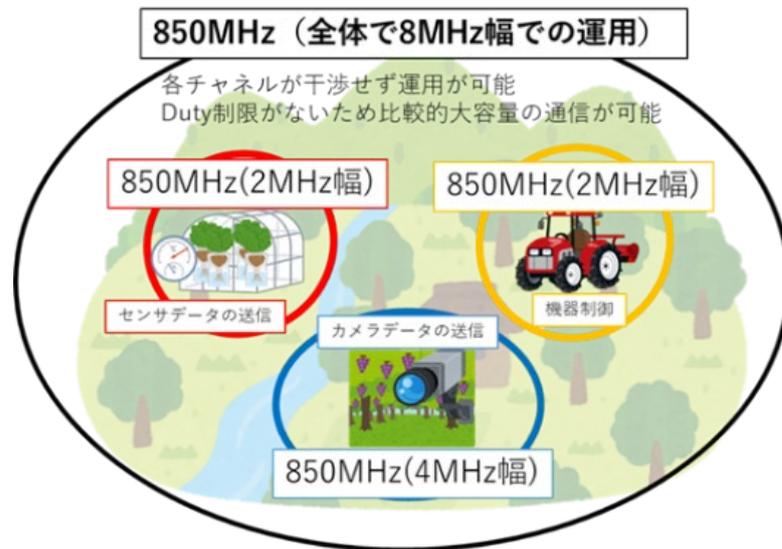


図 2.2-5 エリアの拡充イメージ

2. 2. 4 802.11ah システムに関する国際動向

802.11ah 規格は追加規格 (Amendment) として 2016 年 12 月に標準化が完了し、その後、既存規格をマージしたベースライン規格である IEEE 802.11-2020 に包含された (2020 年 12 月標準化完了)。

追加規格のベースライン規格への包含及びベースライン規格自体の改訂においては、新たな機能が追加される議論も行われており、最新のベースライン規格である IEEE 802.11-2024 (2024 年 12 月標準化完了) では、802.11ah 規格に対応する規定として、変調方式に 1024QAM の定義や日本における 802.11ah 規格の利用チャンネル定義などが新たに追加されている。

802.11ah システムで利用される周波数帯は各国で利用可能な周波数が割り当てられており、米国及びカナダでは 902-928MHz の 26MHz 幅において、免許不要、登録不要での運用が行われている。また、韓国、豪州においても 920MHz 帯を利用可能であるほか、欧州では 920MHz 帯に加えて 863MHz 帯においても利用可能である。

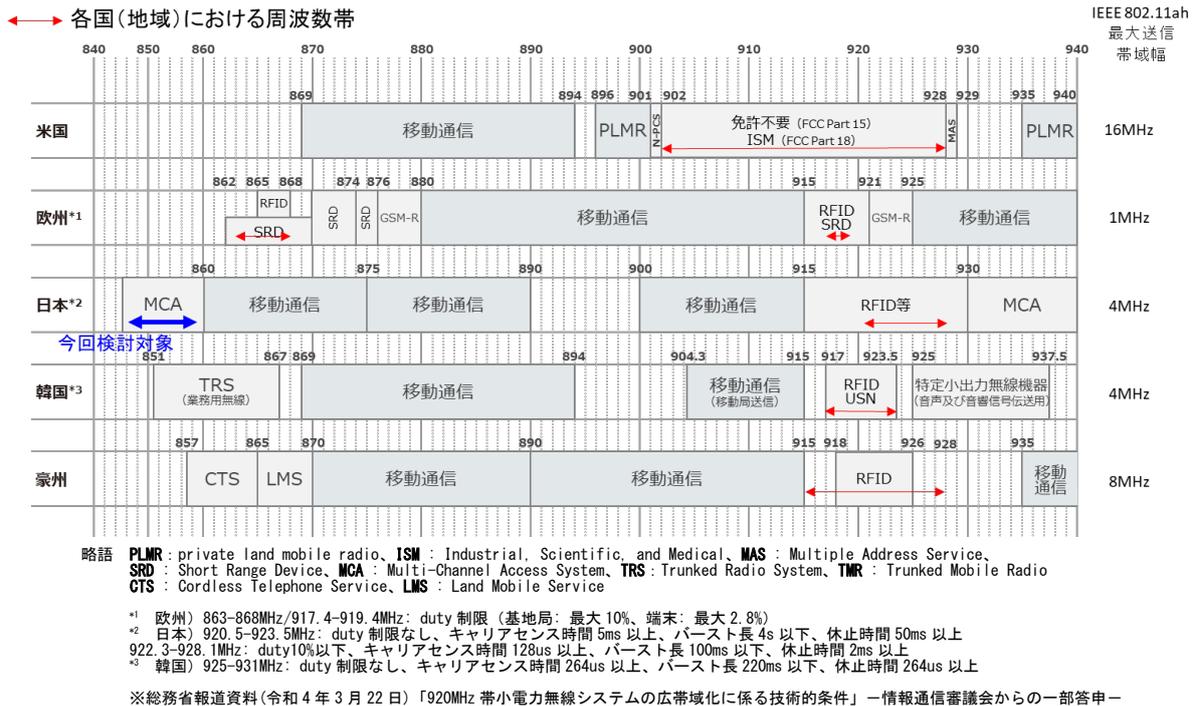


図 2.2-6 802.11ah システムの各国のプランバンド

2021 年 11 月からは Wi-Fi Alliance において Wi-Fi HaLow としての認証が開始され、台湾を中心に ODM ベンダも急速に拡大しつつあり、センサなどを含めた多様な製品の商用化が始まっている。また、多数のセンサ端末を収容する形態やメッシュ型ネットワークなど、ネットワーク構成の多様化も進んでおり、様々なユースケースでこうした PoC (Proof of Concept) や商用化が進展し、最新の調査会社の予測によれば、2029 年には全世界で 1 億台以上の Wi-Fi HaLow デバイスが活用される見通しである⁵。

⁵ "ABI Research's latest whitepaper details how Wi-Fi HaLow's unique capabilities are already transforming IoT use cases", MorseMicro 社ホームページ, 2024 年 12 月 17 日

2. 3 800MHz 帯の利用状況

2. 3. 1 800MHz 帯の周波数の分配状況

無線通信規則 (RR : Radio Regulations) における 800MHz 帯付近の周波数の国際的な分配の状況は、以下のとおりである。

表 2. 3-1 800MHz 帯の国際周波数分配

第一地域 (欧州及びアフリカ)	第二地域 (北中南米)	第三地域 (アジア・オセアニア)
		610-890
790-862 固定 移動 (航空移動を除く。) 5. 317A	806-890 固定 移動 5. 317A	固定 移動 5. 313A 5. 317A 放送
862-890 固定 移動 (航空移動を除く。) 5. 317A 放送		5. 320
5. 313A オーストラリア、バングラデシュ、ブルネイ、カンボジア、中華人民共和国、大韓民国、フィジー、インド、インドネシア、日本、キリバス、ラオス、マレーシア、ミャンマー、ニュージーランド、パキスタン、パプアニューギニア、フィリピン、朝鮮民主主義人民共和国、ソロモン、サモア、シンガポール、タイ、トンガ、ツバル、バヌアツ及びベトナムでは、698-790MHz の周波数帯又はその一部は、IMT を導入しようとしている主管庁によって特定される。この特定は、この周波数帯が分配されている業務のアプリケーションによる使用を妨げるものではなく、また、無線通信規則内に優先権を確立するものでもない。		
5. 317A 一次的基礎で移動業務に分配されている第二地域での 698-960MHz の周波数帯、第一地域での 694-790MHz の周波数帯並びに第一地域及び第三地域での 790-960MHz の周波数帯については、IMT を導入しようとする主管庁によって特定される (場合により、決議第 224 (WRC-19、改)、決議第 760 (WRC-19、改) 及び決議第 749 (WRC-19、改) 参照)。この特定は、これらの周波数帯が分配されている業務のアプリケーションによる使用を妨げるものではなく、また、無線通信規則内に優先権を確立するものでもない。		
5. 320 付加分配：第三地域では、806-890MHz 及び 942-960MHz の周波数帯は、無線通信規則第 9. 21 号の規定に従って同意を得ることを条件として、一次的基礎で移動衛星業務 (航空移動衛星 (R) を除く。) にも分配する。この業務による使用は、国境内での運用に限る。この同意を求めるに当たり、有害な混信を生じさせないよう適当な保護が分配表に従って運用する業務に与えられるべきである。		

2. 3. 2 800MHz 帯の国内の分配状況

国内では、845~860MHz の周波数帯は移動業務に分配されており、周波数毎に以下のとおりとなっている。

表 2. 3-2 800MHz 帯の国内周波数分配

周波数	国内分配	周波数の使用に関する条件
810-850 J67	移動 J68	携帯無線通信用
850-860 J67		デジタル MCA 陸上移動通信用
860-895 J67		携帯無線通信用
J67 この周波数帯は、移動業務に密接な関係を有する固定業務の局にも使用することができる。 J68 806-960MHz の周波数帯は、一部を IMT に使用することができる (決議第 224 (WRC-19、改) 及び決議第 749 (WRC-19、改) 参照)。		

また、800MHz 帯の周波数の使用状況は、以下のとおりである。なお、高度 MCA が導入される以前は、857～860MHz もデジタル MCA（↓）が使用していた。



図 2.3-1 800MHz 帯 (843～862MHz 帯) の周波数使用状況

第3章 技術的条件に関する検討

デジタル MCA サービス終了後に生じる空き周波数帯の利用については、新たに導入を希望する新システムと隣接する周波数を使用する携帯電話との周波数共用検討や新システム同士との周波数共用が必要となる。

また、デジタル MCA システムのサービス終了（令和 11 年（2029 年）5 月末）までの間、ガードバンドを含め、デジタル MCA システムが現在使用していない周波数の一部について、デジタル MCA サービス期間中でも先行して使用できる可能性がある。新システムについては、いずれもデジタル MCA サービス期間中での導入を要望していることから、デジタル MCA サービス期間中の使用を想定したデジタル MCA システムと新システムとの周波数共用についても検討が必要となる。

これらを踏まえ、本検討では、845～860MHz 帯を検討対象とし、同周波数帯で運用することを希望する 2 つの新システムと検討対象周波数帯で運用又は隣接して運用されている既存システムとの間で、周波数共用検討を行った。

なお、本検討に当たり、新システムの使用周波数配置については、以下の考え方を基本方針とした。

（周波数配置の基本的な考え方）

- 検討周波数帯域において、2 つの新システムが共存することを前提とする。
- 新システム及び隣接する周波数帯で運用する既存システムの技術基準等を考慮し、3次元測位システムを検討周波数帯域の上側、802.11ah システムを検討周波数帯域の下側に配置する。

3. 1 周波数共用検討の方法及び各システムの諸元

3. 1. 1 検討対象となる無線システムの組合せ

本検討では、図 3.1-1 のとおり、新システムと既存システム間及び新システム同士について、それぞれ与干渉側、被干渉側となることを想定して、周波数共用検討を行った。なお、既存システム同士については、検討を省略している。

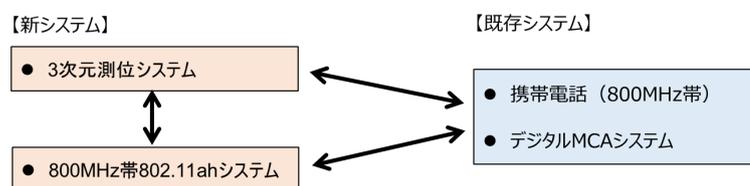


図 3.1-1 周波数共用検討における組合せのイメージ

上記周波数配置の基本的な考え方を踏まえた各システムの配置関係は、図 3.1-2（デジタル MCA サービス終了後を想定）及び図 3.1-3（デジタル MCA サービス期間中を想定）に記載の①～⑦のようになる。これらをそれぞれ与干渉側、被干渉側とした

周波数共用検討の組合せは表 3. 1-1 のとおりであり、各システムの状況を踏まえ、後述する 1 対 1 対向モデル及びモンテカルロシミュレーションによる確率計算モデルにより周波数共用検討を行った。

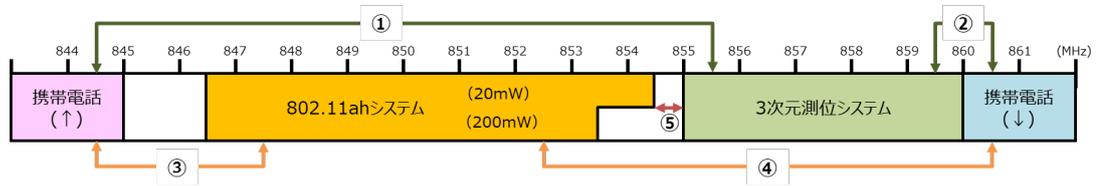


図 3. 1-2 新システムの周波数配置のイメージ及び
共用検討の組合せ（デジタル MCA サービス終了後を想定）

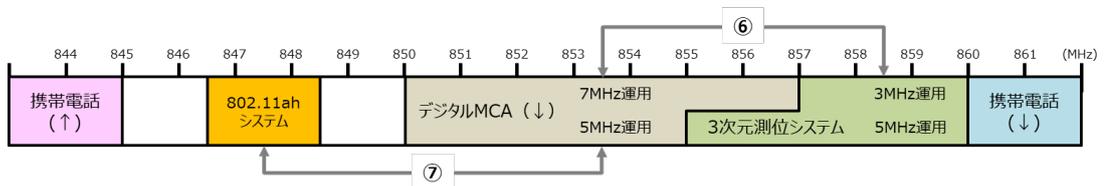


図 3. 1-3 新システムの周波数配置のイメージ及び
共用検討の組合せ（デジタル MCA サービス期間中を想定）

表 3. 1-1 周波数共用検討の各組合せにおける検討方法

与干渉 被干渉	携帯電話(↑) (送信)	携帯電話(↓) (送信)	デジタル MCA(↓) (送信)	3次元測位システム (基地局送信)	802.11ah システム (送信)
携帯電話(↑) (受信)				①a 1対1対向モデル	③a 1対1対向モデル 確率計算モデル
携帯電話(↓) (受信)				②a 1対1対向モデル	④a 1対1対向モデル 確率計算モデル
デジタル MCA(↓) (受信)				⑥a 1対1対向モデル	⑦a 1対1対向モデル 確率計算モデル
3次元測位システム (受信)	①b 1対1対向モデル 確率計算モデル	②b 1対1対向モデル	⑥b 1対1対向モデル		⑤a 1対1対向モデル 確率計算モデル
802.11ah システム (受信)	③b 1対1対向モデル	④b 1対1対向モデル	⑦b 1対1対向モデル	⑤b 1対1対向モデル	

3. 1. 2 周波数共用検討の方法

周波数共用検討に際しては、アンテナ高低差やチルト角等を考慮した 1 対 1 対向モデルにより検討を行い、被干渉局の許容干渉レベルに対する所要改善量を求めた上で、隣接 CH 運用時の最小 GB 幅とその時の共存条件を求めることとした（新システム同士の共用検討においては、同一 CH 運用時を想定した検討も実施）。

また、802.11ah システムは陸上移動局又は携帯局としての運用が想定されるため、802.11ah システムが与干渉側となる場合に限り、1対1対向モデルでは共存可能性が判断できない場合に、追加的にモンテカルロシミュレーションによる確率的な検討を行い、共存可能性の評価を行った。

各検討モデルの概要は、図 3.1-4 及び図 3.1-6 のとおり。

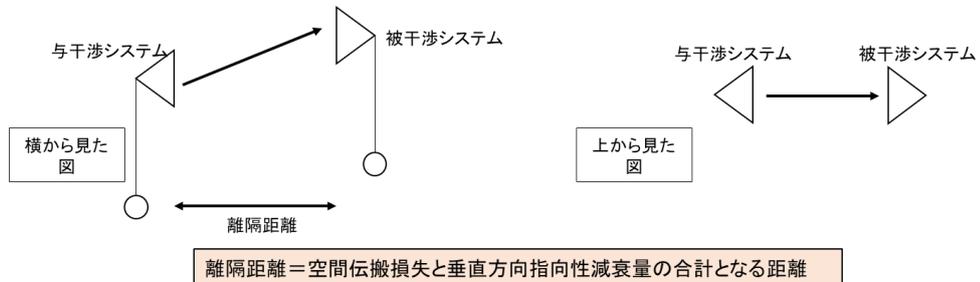


図 3.1-4 1対1対向モデル（アンテナ高低差やチルト角等を考慮したモデル）

表 3.1-2 検討で用いた電波伝搬モデル

電波伝搬モデル	環境	周波数範囲	伝搬距離	基地局空中線高	移動局空中線高
自由空間	開放	制限無し	制限無し	制限無し	制限無し
Walfisch-池上	大都市	800MHz～2GHz	20m～5km	4～50m	1～3m
拡張秦	都市	30MHz～3GHz	～100km	30～200m	1～10m

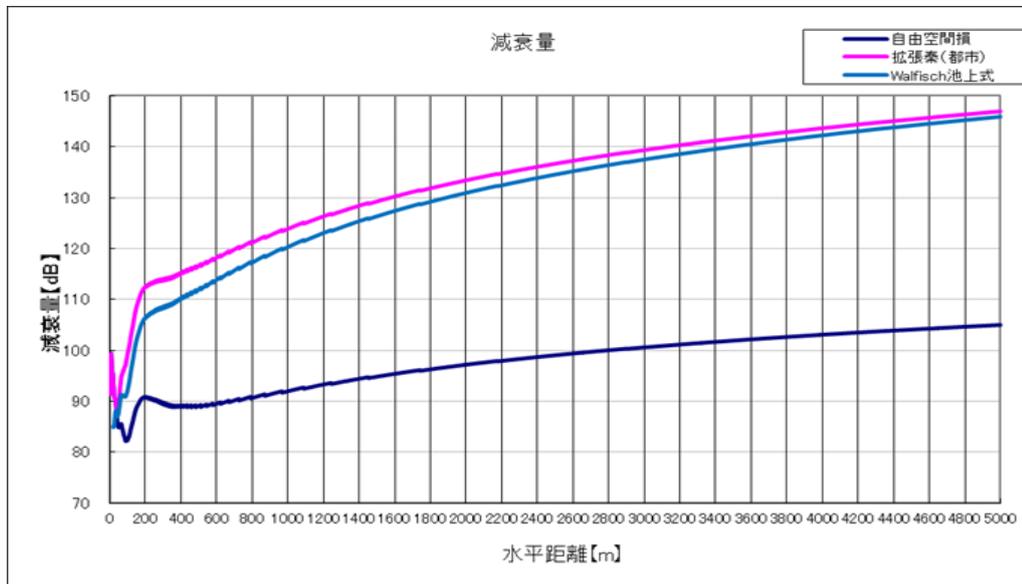


図 3.1-5 伝搬モデルによる減衰量の違いの例

確率計算で用いたパラメータ等	
項目	パラメータ等
計算ソフトウェア	SEAMCAT 5.3.0
試行回数	2 万回
検討エリア半径	500 m(保護エリア半径 5m)
与干渉局の送信電力	機器の実力値を使用
台数、高度 (802.11ah)	1 台 端末: 1.5~150m(上空利用を想定) AP: 15m
干渉確率	3%以下 (累積 97%値で許容干渉レベル以下)
伝搬モデル	自由空間伝搬

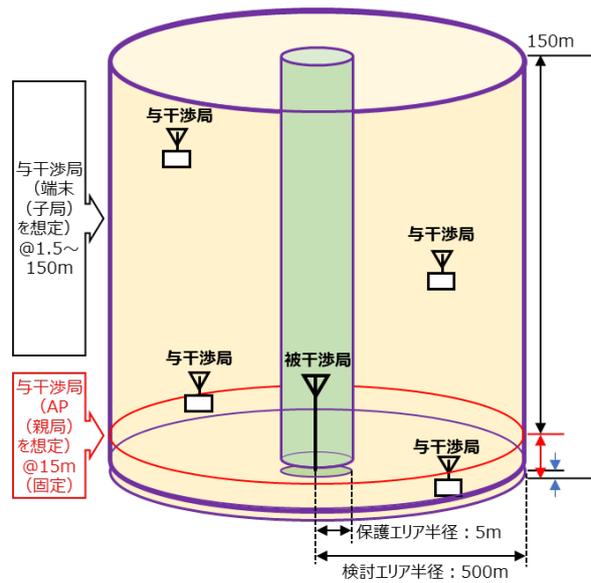


図 3.1-6 モンテカルロシミュレーションによる確率計算モデル
(802.11ah システムのみ。上空での利用を想定)

3. 1. 3 検討に用いた各システムの諸元

本検討で用いた各システムの諸元は、以下のとおり。なお、既存システムについては、過去の情報通信審議会答申を参考とした。

表 3.1-3 検討に用いた 3次元測位システムの諸元

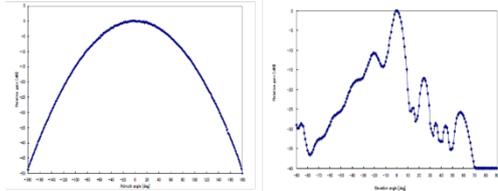
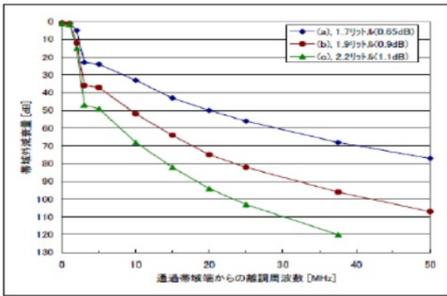
項目		3次元測位システム
送信機	空中線電力	43 dBm (20W)
	占有帯域幅	3/5 MHz
	空中線利得	14 dBi
	給電線損失	5 dB
	空中線指向特性	(LTE 基地局と同じ)  左：水平面、右：垂直面（プラスが天頂方向）
	空中線地上高	40m
	隣接チャネル漏洩電力 不要発射強度	-4.2 dBm/MHz
送信フィルタ特性	(LTE 基地局と同じ) 	
受信	許容干渉電力	-110.8 dBm/MHz
	許容感度抑圧電力	-56 dBm
	空中線指向特性	無指向
	空中線地上高	1.5m
	その他損失	人体吸収損：8 dB 壁透過損失：0 dB

表 3.1-4 検討に用いた 802.11ah システムの諸元

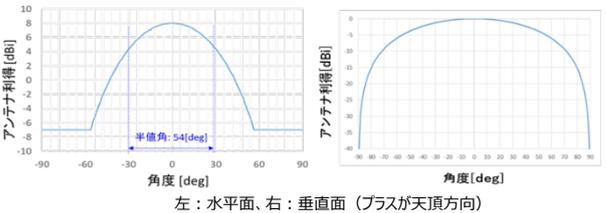
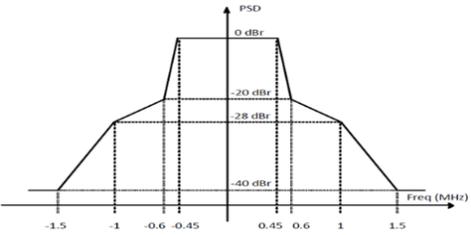
項目		800MHz 帯 802.11ah
送信機	空中線電力	23 dBm (200mW)、13 dBm (20mW)
	占有帯域幅	1、2、4MHz
	空中線利得	AP : 8dBi (指向性) 端末 : 3dBi (無指向性)
	給電線損失	1 dB
	空中線指向特性	 <p>左 : 水平面、右 : 垂直面 (プラスが天頂方向)</p>
	空中線地上高	AP : 15 m、端末 : 1.5-150 m
	隣接チャネル漏洩電力 不要発射強度	2.6 dBm/MHz -17 dBm/MHz
スペクトルマスク特性 及び送信フィルタ特性		
受信機	許容干渉電力	-111 dBm/MHz
	許容感度抑圧電力	隣接チャネル : -86dBm/200kHz 次隣接チャネル : -70dBm/200kHz
	給電線損失	1 dB
	空中線指向特性	
	空中線地上高	AP : 15 m、端末 : 1.5-150 m

表 3.1-5 共用検討において参考とした既存システムの諸元

システム	参考とした情報通信審議会答申
携帯電話 (LTE)	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報通信審議会情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会報告 「900MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件」及び「携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件」【平成 23 年 5 月 17 日】(P22-42) ● 情報通信審議会情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会報告 「第 4 世代移動通信システム(IMT-Advanced) の技術的条件」【平成 25 年 7 月 24 日】基地局の送受信アンテナパターン(垂直面)(P38)
デジタル MCA	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報通信審議会情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会報告 「900MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件」及び「携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件」【平成 23 年 5 月 17 日】参考資料 1-7 (P446-452)

3. 2 3次元測位システムと既存システムとの周波数共用検討の結果

3次元測位システムと既存システムとの周波数共用（3.1.1項①、②及び⑥）について、アンテナ高低差やチルト角等を考慮した1対1対向モデルにより検討を行った。

3. 2. 1 3次元測位システムと携帯電話（上り）との共用検討（3.1.1項①）

3. 2. 1. 1 3次元測位システム（与干渉）、携帯電話（上り）（被干渉）

3次元測位システムを与干渉側、携帯電話（上り）を被干渉側としたときの共用検討の結果は、表3.2-1のとおり。

表3.2-1 3次元測位システム（与干渉）と携帯電話（上り）（被干渉）の検討結果

与干渉システム	番号	被干渉システム		伝搬式	干渉種別	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)	
3次元測位システム (基地局) (40m)	①a-1	基地局(40m)		自由空間	帯域内	83.6	45,500	
					帯域外	54.8	1,651	
	①a-2	小電力レピータ(2m)		自由空間	帯域内	31.5	13,700	
					帯域外	3.8	129	
	①a-3	陸上 移動 中継 局	屋外型(15m)		自由空間	帯域内	44.3	60,900
						帯域外	16.6	2,497
			屋内用一体型(2m)		自由空間	帯域内	31.5	13,700
						帯域外	3.8	129
			屋内用分離型(3m)		自由空間	帯域内	21.7	4,318
						帯域外	-6.0	不要

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表3.2-1において、所要改善量が最も大きくなるのは、3次元測位システム基地局から携帯電話（上り）基地局への干渉の場合で、そのときの所要改善量（所要離隔距離）は、帯域内83.6dB（45,500m）、帯域外54.8dB（1,651m）となった。

これらの所要改善量を満足するためには、ある程度の帯域幅のGBを確保した上で、フィルタを挿入する対策が必要と考えられる。そこで、与干渉、被干渉双方にフィルタ挿入した場合⁶の改善効果を検討した結果、フィルタ挿入後の所要改善量は、表3.2-2のようになった。

表3.2-2 フィルタ挿入後の所要改善量

	フィルタ挿入後の所要改善量	
	GB: 5MHz	GB: 10MHz
帯域内	34.6dB	15.6dB
帯域外	5.8dB	-13.2dB

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表3.2-2のとおり、10MHzのGBを確保し、双方にフィルタを挿入した場合、帯域外については許容干渉量を下回り、帯域内についても、所要改善量は16dB弱まで改善

⁶表3.1-3の送信フィルタ特性（2.2リットルの場合：5MHz離調=-49dB、10MHz離調=-68dB）を、与干渉、被干渉、双方に適用

する結果となった。帯域内の所要改善量 16dB 弱は、過去の共用検討と比較しても、サイトエンジニアリング等の手法で対応可能なレベルと考えられる。なお、携帯電話基地局へのフィルタ挿入は、挿入損失によるエリア縮小を招くことから容易ではなく、フィルタ挿入ができない場合には、与干渉側において離隔距離を確保するなどの対策を取る必要がある。

3. 2. 1. 2 携帯電話（上り）（与干渉）、3次元測位システム（被干渉）

既存システムである携帯電話（上り）が与干渉側、3次元測位システムが被干渉側となる場合の影響についても、評価を行った。共用検討の結果は、表 3.2-3 のとおり。

表 3.2-3 携帯電話（上り）（与干渉）と3次元測位システム（被干渉）の検討結果

与干渉システム		番号	被干渉システム	伝搬式	干渉種別	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)	
携帯電話 (LTE) (↑)	移動局(1.5m)		3次元測位システム (端末) (1.5m)	自由空間	帯域内	50.2	1,622	
					帯域外	18.1	41	
	小電力レピータ	基地局対向器一体型(2m)		①b-2	自由空間	帯域内	44.8	881
		基地局対向器分離型(5m)				帯域外	28.0	128
	陸上移動中継局	屋外型(15m)		①b-3	自由空間	帯域内	26.7	222
						帯域外	9.9	32
		屋内用一体型(2m)			自由空間	帯域内	23.1	1,240
						帯域外	6.3	175
		屋内用分離型(3m)			自由空間	帯域内	46.7	1,158
						帯域外	29.9	168
				自由空間	帯域内	19.3	361	
				自由空間	帯域外	2.5	46	

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3.2-3 において、所要改善量が最も大きくなるのは、携帯電話移動局から3次元測位システム端末への干渉の場合で、この組合せにおける所要改善量（所要離隔距離）は、帯域内 50.2dB（1,622m）、帯域外 18.1dB（41m）となっている。

ここで、3.2.1.1 項で共用可能となる GB=10MHz を確保した上で、モンテカルロシミュレーションによる確率計算モデルで干渉検討を行ったところ、所要改善量（帯域内）がマイナス（-2.1dB）となることから、共存可能と考えられる。

3. 2. 1. 3 3次元測位システムと携帯電話（上り）との共用条件まとめ

3.2.1.1 項及び 3.2.1.2 項の結果から、3次元測位システムと携帯電話（上り）との共用については、GB=10MHz を確保し、サイトエンジニアリング等の方法で与干渉量を低減させる対策を施すことで、共存可能と考えられる。

3. 2. 2 3次元測位システムと携帯電話（下り）との共用検討（3.1.1 項②）

3. 2. 2. 1 3次元測位システム（与干渉）、携帯電話（下り）（被干渉）

3次元測位システムを与干渉、携帯電話（下り）を被干渉とした場合の共用については、以下の考え方にに基づき、ガードバンドを要せず（GB=0MHz で）共用可能と考え

られる。

(現状及び共用に対する考え方)

- 3次元測位システムは、基地局から端末への一方向の通信であり、共用検討パラメータは、携帯電話基地局と同等。
- 携帯電話（下り）とデジタル MCA システム（下り）は、免許人同士が事前調整を行う前提で、GB 無しで隣接して共存している。
- 事前調整を行うことで、携帯電話（下り）と3次元測位システム間においても、GB=0MHz で共存が可能と考えられる。

3. 2. 2. 2 携帯電話（下り）（与干渉）、3次元測位システム（被干渉）

携帯電話（下り）が与干渉、3次元測位システムが被干渉となる場合の影響についても、3.2.2.1 項と同様に、既存システム事業者間で実施されている干渉調整と同等の事前調整を行うことで、GB=0MHz で共存が可能と考えられる。

3. 2. 2. 3 3次元測位システムと携帯電話（下り）との共用条件まとめ

3.2.2.1 項及び 3.2.2.2 項の結果から、3次元測位システムと携帯電話（下り）との共用については、事前調整を行うことで、GB=0MHz で共存可能と考えられる。

3. 2. 3 3次元測位システムとデジタル MCA との共用検討（3.1.1 項⑥）

3次元測位システムについては、デジタル MCA サービスが終了した後の空き周波数での利用を検討している一方で、デジタル MCA サービス期間中における GB での運用も検討している。

デジタル MCA は、関東地方及び九州地方においては、7MHz 幅（850～857MHz 帯）で運用されている。3次元測位システムは、最大 5MHz 幅での提供が想定されており、これらの地域において、3次元測位システムを導入する場合、一部の周波数が重なることになる。このため、隣接周波数で使用する場合に加え、同一周波数を使用する場合についても共用検討を行った。

3. 2. 3. 1 3次元測位システム（与干渉）、デジタル MCA（被干渉）

3次元測位システムを与干渉、デジタル MCA を被干渉とした場合の共用については、3.2.2.1 項と同様の考え方に基づき、隣接周波数で運用する場合には、既存システム事業者間で実施されている干渉調整と同等の事前調整を行うことで、ガードバンドを要せず共用可能と考えられる。同一周波数を使用する場合を想定した共用検討の結果については、表 3.2-4 のとおり。

表 3.2-4 3次元測位システム（与干渉）と
デジタル MCA（被干渉）の検討結果（同一周波数利用の場合）

与干渉システム	番号	被干渉システム		伝搬式	周波数利用 (干渉種別)	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)
3次元測位システム (基地局) (40m)	⑥a	デジタル MCA	移動局車載型 (1.5m)	拡張秦(都市)	同一(帯域内)	54.6	9,080
		(↓)	移動局管理型 (10m)	自由空間	同一(帯域内)	81.3	4,080,000

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3.2-4 のとおり、同一周波数利用においては、3次元測位システム基地局からデジタル MCA 移動局管理型への干渉の場合、所要改善量（所要離隔距離）が、81.3dB（4,080,000m）残る結果となった。

同一周波数での利用については、フィルタ挿入による干渉抑制対策を採ることができないため、両システムが同一周波数、同一場所で運用することは困難と考えられる。

3. 2. 3. 2 デジタル MCA（与干渉）、3次元測位システム（被干渉）

既存システムであるデジタル MCA が与干渉、3次元測位システムが被干渉となる場合の影響についても、評価を行った。3.2.2.2 項と同様の考え方にに基づき、隣接周波数での運用する場合には、既存システム事業者間で実施されている干渉調整と同等の事前調整を行うことで、ガードバンドを要せず共用可能と考えられる。同一周波数を使用する場合を想定した共用検討の結果は、表 3.2-5 のとおり。

表 3.2-5 デジタル MCA（下り）（与干渉）と
3次元測位システム（被干渉）の検討結果

与干渉システム	番号	被干渉システム	伝搬式	干渉種別	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)
デジタル MCA	中継局(40m)	3次元測位システム 端末(1.5m)	拡張秦(都市)	同一(帯域内)	48.9	5,910
	中継局(150m)		拡張秦(都市)	同一(帯域内)	31.1	27,000

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3.2-5 のとおり、同一周波数利用においては、デジタル MCA 中継局から 3次元測位システム端末への干渉の場合、所要改善量（所要離隔距離）が、40m の中継局で 48.9dB（5,910m）、150m の中継局で 31.1dB（27,000m）残る結果となった。

同一周波数での利用においては、フィルタ挿入による干渉抑制対策が採ることができないため、両システムが同一周波数、同一場所で運用することは困難と考えられる。

3. 2. 3. 3 3次元測位システムとデジタル MCA との共用条件まとめ

3.2.3.1 項及び 3.2.3.2 項の結果から、3次元測位システムとデジタル MCA との共用については、同一周波数、同一場所での共存は困難だが、隣接周波数については既存

システム事業者間で実施されている干渉調整と同等の事前調整を実施することで、GB=0MHz で共存可能と考えられる。

3. 3 802.11ah システムと既存システムとの周波数共用検討の結果

802.11ah システムと既存システムとの周波数共用（3.1.1 項③、④及び⑦）について、アンテナ高低差やチルト角等を考慮した 1 対 1 対向モデル及びモンテカルロシミュレーションによる確率計算モデルにより検討を行った。

3. 3. 1 802.11ah システムと携帯電話（上り）との共用検討（3.1.1 項③）

3. 3. 1. 1 802.11ah システム（与干渉）、携帯電話（上り）（被干渉）

802.11ah システムを与干渉、携帯電話（上り）を被干渉とした場合の 1 対 1 対向モデルにおける共用検討の結果は、表 3.3-1 のとおり。

表 3.3-1 802.11ah システム（与干渉）と携帯電話（上り）（被干渉）の検討結果
（1 対 1 対向モデル）

与干渉システム	番号	被干渉システム		伝搬式	干渉種別	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)	
802.11ah システム (AP) (15m)	③a-1	基地局(40m)		自由空間	帯域内	61.0	84,000	
					帯域外	5.4	319	
	③a-2	小電力レピータ(2m)		自由空間	帯域内	55.6	23,800	
					帯域外	1.1	35	
	③a-3	携帯 電話 (LTE) (↑)	陸上移動 中継局	屋外型(15m)	自由空間	帯域内	86.5	106,000
					帯域外	32.0	200	
				屋内用一体型 (2m)	自由空間	帯域内	55.6	23,800
					帯域外	1.1	35	
				屋内用分離型 (3m)	自由空間	帯域内	46.3	7,520
帯域外					-8.2	不要		
802.11ah システム (端末) (1.5m)	③a-1	基地局(40m)		自由空間	帯域内	52.5	48,000	
					帯域外	-3.1	不要	
	③a-2	小電力レピータ(2m)		自由空間	帯域内	78.5	42,300	
					帯域外	24.0	80	
	③a-3	携帯 電話 (LTE) (↑)	陸上移動 中継局	屋外型(15m)	自由空間	帯域内	61.0	59,600
					帯域外	6.5	108	
				屋内用一体型 (2m)	自由空間	帯域内	78.5	42,300
					帯域外	24.0	80	
				屋内用分離型 (3m)	自由空間	帯域内	72.6	13,400
					帯域外	18.1	26	
802.11ah システム (上空) (150m)	③a-1	基地局(40m)		自由空間	帯域内	33.1	45,000	
					帯域外	-22.5	不要	
	③a-2	小電力レピータ(2m)		自由空間	帯域内	33.1	13,400	
					帯域外	-21.4	不要	
	③a-3	携帯 電話 (LTE) (↑)	陸上移動 中継局	屋外型(15m)	自由空間	帯域内	39.7	59,600
					帯域外	-14.8	不要	
				屋内用一体型 (2m)	自由空間	帯域内	33.1	13,400
					帯域外	-21.4	不要	
				屋内用分離型 (3m)	自由空間	帯域内	23.1	4,220
帯域外					-31.4	不要		

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3.3-1 において、所要改善量が最も大きくなるのは、802.11ah システム AP から携帯電話（上り）陸上移動中継局屋外型への干渉の場合であり、所要改善量（所要離

隔距離)は、帯域内 86.5dB (106,000m)、帯域外 32.0dB (200m) という結果となった。その他の組合せにおいても、所要改善量が残る結果となったことから、モンテカルロシミュレーションによる確率計算モデルによる共用検討を実施した。確率計算による共用検討の結果は、表 3.3-2 のとおり。

表 3.3-2 802.11ah システム (与干渉) と携帯電話 (上り) (被干渉) の検討結果 (確率計算モデル)

与干渉システム		番号	被干渉システム		所要改善量(dB)				
					GB=0MHz	GB=1MHz	GB=1.5MHz	GB=2MHz	GB=3MHz
802.11ah システム (AP) (15m)	200mW (23dBm)	③a-1	携帯電話	基地局(40m)	18.1	2.1	-1.4		
		③a-2		小電力レピータ(2m)	15.3	-0.7			
		③a-3		陸上移動中継局	屋外型(15m)	13.0	-2.9		
					屋内用一体型(2m)	15.1	-0.4		
					屋内用分離型(3m)	5.5	-10.5		
802.11ah システム (端末) (1.5m~150m)	200mW (23dBm)	③a-1	携帯電話 (↑)	基地局(40m)	23.1	7.1	3.6[-1.4]	1.2[-3.8]	-3.4
		③a-2		小電力レピータ(2m)	14.3	-1.8			
		③a-3		陸上移動中継局	屋外型(15m)	18.9	3.1	-0.4	
					屋内用一体型(2m)	14.2	-1.8		
					屋内用分離型(3m)	4.1	-11.9		
802.11ah システム (AP) (15m)	20mW (13dBm)	③a-1	携帯電話 (↑)	基地局(40m)	8.1	-7.9			
		③a-2		小電力レピータ(2m)	5.3	-10.7			
		③a-3		陸上移動中継局	屋外型(15m)	3.0	-12.9		
					屋内用一体型(2m)	5.1	-10.4		
					屋内用分離型(3m)	-4.5			
802.11ah システム (端末) (1.5m~150m)	20mW (13dBm)	③a-1	携帯電話 (↑)	基地局(40m)	13.1	-2.9			
		③a-2		小電力レピータ(2m)	4.3	-11.8			
		③a-3		陸上移動中継局	屋外型(15m)	8.9	-6.9		
					屋内用一体型(2m)	4.2	-11.8		
					屋内用分離型(3m)	-5.9			

注1: 赤字は、所要改善量が残るもの

注2: []内は、対策により不要発射を低減した場合の推定値

表 3.3-2 に示すように、200mW 送信 (23dBm) については、所要改善量をマイナスにするためには、GB=3MHz の確保が必要との結果となったが、バンドパスフィルタ (BPF) の追加により帯域外の不要輻射を 5dB 以上低減することができることを考慮すると、GB=1.5MHz を確保することで、共存可能になると考えられる。

また、20mW 送信 (13dBm) については、GB=1MHz を確保することで共存が可能との結果となった。

ただし、802.11ah システムの親局となる AP については、そのユースケースから固定的な運用も想定される。そのような運用においては、表 3.3-2 の確率的な評価の結

果と必ずしも一致しないことも想定され、表 3.3-1 の結果のように、既存システムに対する干渉が継続的に生じる恐れがあることに留意する必要がある。

3. 3. 1. 2 携帯電話（上り）（与干渉）、802.11ah システム（被干渉）

3.3.1.1 項の共用条件を満足することを前提として、既存システムである携帯電話（上り）が与干渉、802.11ah システムが被干渉となる場合の影響についても、評価を行った。共用検討の結果は、表 3.3-3 のとおり。

表 3.3-3 携帯電話（上り）（与干渉）と 802.11ah システム（被干渉）の検討結果

与干渉システム		番号	被干渉システム	伝搬式	干渉種別	所要改善量 (dB)	所要隔離距離(m)				
携帯電話 (LTE) (↑)	移動局(1.5m)	③b-1	802.11ah システム	AP(15m)	自由空間	帯域内	47.1	9,340			
						帯域外	44.8	7,170			
				端末(1.5m)	自由空間	帯域内	60.4	5,250			
						帯域外	58.1	4,027			
				端末(上空)(150m)	拡張秦 (都市)	帯域内	11.6	428			
						帯域外	9.3	355			
	小電力レピータ	基地局 対向器 一体型(2m)		③b-2	AP(15m)	自由空間	帯域内	29.2	1,602		
							帯域外	42.2	7,160		
					端末(1.5m)	自由空間	帯域内	54.9	2,850		
							帯域外	67.9	12,800		
					端末(上空)(150m)	拡張秦 (都市)	帯域内	-12.8	不要		
							帯域外	0.2	309		
		基地局 対向器 分離型(5m)	③b-2	AP(15m)	自由空間	帯域内	29.5	1,272			
						帯域外	42.5	5,690			
				端末(1.5m)	自由空間	帯域内	35.6	716			
						帯域外	48.6	3,197			
				端末(上空)(150m)	拡張秦 (都市)	帯域内	-6.9	不要			
						帯域外	6.1	570			
				陸上移動中継局	屋外型(15m)	③b-3	AP(15m)	自由空間	帯域内	63.1	7,120
									帯域外	76.1	31,800
端末(1.5m)	自由空間	帯域内	33.1				4,007				
		帯域外	46.1				17,900				
端末(上空)(150m)	自由空間	帯域内	11.5				3,927				
		帯域外	24.5				17,900				
屋内用 一体型(2m)	③b-3	AP(15m)	自由空間		帯域内	29.4	2,107				
					帯域外	42.4	9,440				
		端末(1.5m)	自由空間		帯域内	56.9	3,747				
					帯域外	69.9	16,800				
屋内用 分離型(3m)	③b-3	AP(15m)	自由空間	帯域内	-14.8	不要					
				帯域外	-1.8	不要					
		AP(15m)	自由空間	帯域内	37.7	2,114					
				帯域外	50.7	9,440					
端末(1.5m)	自由空間	帯域内	28.9	1,182							
		帯域外	41.9	5,300							
端末(上空)(150m)	拡張秦 (都市)	帯域内	6.0	767							
		帯域外	19.0	2,171							

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3.3-3 において、所要改善量が最も大きくなるのは、携帯電話（上り）陸上移動中継局屋外型から 802.11ah システム AP への干渉の場合で、この組合せにおける所要改善量（所要離隔距離）は、帯域内 63.1dB（7,120m）、帯域外 76.1dB（31,800m）となっている。その他の組合せにおいても、多くの場合において所要改善量が残る結果となっているが、端末のような移動する無線局については干渉状態継続する可能性は低く、また、基地局のような固定設置される無線局については、利用チャネルや利用場所を変更し連続的に干渉を受けないよう対応すること等、被干渉システムにおいて許容できる範囲であると考えられることから、干渉を受ける恐れはあるが、3.3.1.1 項の共用条件を満足することで共存可能と考えられる。

3.3.1.3 802.11ah システムと携帯電話（上り）との共用条件まとめ

3.3.1.1 項及び 3.3.1.2 項の結果から、802.11ah システムと携帯電話（上り）との共用については、200mW 送信においては GB=1.5MHz を確保しバンドパスフィルタ（BPF）の追加により帯域外の不要輻射を低減する対策を施すことで、また、20mW 送信においては GB=1MHz を確保することで、共存可能と考えられる。

一方で、親局となる AP については、そのユースケースから固定的な運用も想定され、そのような運用においては、既存システムに対する干渉が継続的に生じる恐れがあることに留意する必要がある。

3.3.2 802.11ah システムと携帯電話（下り）との共用検討（3.1.1 項④）

3.3.2.1 802.11ah システム（与干渉）、携帯電話（下り）（被干渉）

802.11ah システムを与干渉、携帯電話（下り）を被干渉とした場合の 1 対 1 対向モデルにおける共用検討の結果は、表 3.3-4 のとおり。

表 3.3-4 802.11ah システム（与干渉）と携帯電話（下り）（被干渉）の検討結果
（1対1対向モデル）

与干渉システム	番号	被干渉システム		伝搬式	干渉種別	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)	
802.11ah システム (AP) (15m)	④a-1	移動局(1.5m)		自由空間	帯域内	49.0	11,600	
					帯域外	2.6	48	
	④a-2	小電力レピータ	移動局対向器一体型(2m)	自由空間	帯域内	53.5	26,300	
			移動局対向器分離型(5m)		帯域内	53.8	20,900	
	④a-3	陸上移動中継局	屋外型(15m)	自由空間	帯域内	84.8	52,100	
					帯域外	38.3	247	
			屋内用一体型(2m)	自由空間	帯域内	49.3	20,900	
					帯域外	2.8	86	
			屋内用分離型(10m)		帯域内	57.6	20,900	
		帯域外	11.1	95				
802.11ah システム (端末) (1.5m)	④a-1	移動局(1.5m)		自由空間	帯域内	62.3	6,520	
					帯域外	15.9	32	
	④a-2	小電力レピータ	移動局対向器一体型(2m)	自由空間	帯域内	79.2	46,700	
			移動局対向器分離型(5m)		帯域内	59.9	11,800	
	④a-3	陸上移動中継局	屋外型(15m)	自由空間	帯域内	50.3	29,300	
					帯域外	3.8	130	
			屋内用一体型(2m)	自由空間	帯域内	76.7	37,000	
					帯域外	30.2	175	
			屋内用分離型(10m)		帯域内	48.8	11,700	
		帯域外	2.3	48				
802.11ah システム (端末) (上空) (150m)	④a-1	移動局(1.5m)		拡張秦(都市)	帯域内	13.5	495	
					帯域外	-32.9	不要	
	④a-2	小電力レピータ	移動局対向器一体型(2m)	拡張秦(都市)	帯域内	11.5	919	
			移動局対向器分離型(5m)		帯域外	-35.0	不要	
	④a-3	陸上移動中継局	屋外型(15m)	自由空間	帯域内	17.4	1,427	
					帯域外	-29.1	不要	
			屋外型(15m)	拡張秦(都市)	帯域内	28.8	29,200	
					帯域外	-17.7	不要	
			屋内用一体型(2m)		帯域内	5.0	727	
		帯域外	-41.5	不要				
屋内用分離型(10m)	自由空間	帯域内	24.7	11,700				
		帯域外	-21.8	不要				

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3-13 において、所要改善量が最も大きくなるのは、802.11ah システム AP から携帯電話（下り）陸上移動中継局屋外型への干渉の場合であり、所要改善量（所要離隔距離）は、帯域内 84.8dB（52,100m）という結果となった。その他の組合せにおいても、多くの場合において所要改善量が残る結果となったことから、モンテカルロシミュレーションによる確率計算モデルによる共用検討を実施した。確率計算による共用検討の結果は、以下のとおり。

表 3.3-5 802.11ah システム（与干渉）と携帯電話（下り）（被干渉）の検討結果
（確率計算モデル）

与干渉システム	番号	被干渉システム	所要改善量(dB)				
			GB=0MHz	GB=0.5MHz	GB=1.5MHz		
802.11ah システム (AP) (15m)	200mW (23dBm)	携帯電話 (LTE) (↓)	移動局(1.5m)	10.7	1.7	-4.3	
			小電力レピータ (2m)	基地局対向器一体型 (2m)	2.8	-6.2	-12.2
				基地局対向器分離型 (5m)	1.2	-7.8	-13.8
			陸上移動中継局	屋外型(15m)	5.3	-3.7	-9.7
				屋内用一体型(2m)	0.1	-8.9	-14.9
				屋内用分離型(3m)	0.4	-8.6	-14.6
802.11ah システム (端末) (1.5m~150m)	200mW (23dBm)	携帯電話 (LTE) (↓)	移動局(1.5m)†	9.7	→	-8.2	
			小電力レピータ (2m)	基地局対向器一体型 (2m)	9.2	→	-8.6
				基地局対向器分離型 (5m)	7.0	→	-10.6
			陸上移動中継局	屋外型(15m)	10.8	→	-7.3
				屋内用一体型(2m)	5.8	→	-12.0
				屋内用分離型(3m)	6.4	→	-11.6
802.11ah システム (AP) (15m)	20mW (13dBm)	携帯電話 (LTE) (↑)	移動局(1.5m)	0.7	-8.3	-14.3	
			小電力レピータ (2m)	基地局対向器一体型 (2m)	-7.2		
				基地局対向器分離型 (5m)	-8.8		
			陸上移動中継局	屋外型(15m)	-4.7		
				屋内用一体型(2m)	-9.9		
				屋内用分離型(3m)	-9.6		
802.11ah システム (端末) (1.5m~150m)	20mW (13dBm)	携帯電話 (LTE) (↑)	移動局(1.5m)	-0.3			
			小電力レピータ (2m)	基地局対向器一体型 (2m)	-0.8		
				基地局対向器分離型 (5m)	-3.0		
			陸上移動中継局	屋外型(15m)	0.8	-11.3	
				屋内用一体型(2m)	-4.2		
				屋内用分離型(3m)	-3.6		

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3.3-5 に示すように、200mW 送信（23dBm）については、所要改善量をマイナスにするためには、GB=1.5MHz の確保が必要との結果となった。また、20mW 送信（13dBm）については、GB=0.5MHz を確保することで共存が可能との結果となった。

3. 3. 2. 2 携帯電話（下り）（与干渉）、802.11ah システム（被干渉）

3.3.2.1 項の共用条件を満足することを前提として、既存システムである携帯電話（下り）が与干渉、802.11ah システムが被干渉となる場合の影響についても、評価を行った。共用検討の結果は、表 3.3-6 のとおり。

表 3.3-6 携帯電話（下り）（与干渉）と 802.11ah システム（被干渉）の検討結果

与干渉システム		番号	被干渉システム	伝搬式	干渉種別	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)		
携帯電話 (LTE) (↓)	基地局(40m)	④b-1	802.11ah システム	AP(15m)	自由空間	帯域内	42.0	9,400	
						帯域外	73.0	334,000	
				端末(1.5m)	自由空間	帯域内	33.5	5,630	
						帯域外	64.5	188,000	
				端末(上空) (150m)	拡張秦 (都市)	帯域内	14.1	735	
						帯域外	45.1	177,000	
	小電力レピータ	基地局対向器一体型 (2m)		④b-2	AP(15m)	Walfisch-池上	帯域内	40.9	348
							帯域外	42.9	393
					端末(1.5m)	自由空間	帯域内	64.7	8,710
							帯域外	66.7	11,000
					端末(上空) (150m)	拡張秦 (都市)	帯域内	7.1	296
							帯域外	9.1	351
	陸上移動中継局	屋外型 (15m)	④b-3	基地局 (15m)	自由空間	帯域内	72.8	21,900	
						帯域外	88.8	138,000	
				端末(1.5m)	自由空間	帯域内	47.3	12,300	
						帯域外	63.3	77,500	
				端末(上空) (150m)	自由空間	帯域内	26.0	12,300	
						帯域外	42.0	77,400	
		基地局 (15m)	Walfisch-池上	帯域内	40.9	348			
				帯域外	44.9	444			
端末(1.5m)		自由空間	帯域内	64.7	4,894				
			帯域外	68.7	13,800				
端末(上空) (150m)		拡張秦 (都市)	帯域内	7.1	296				
			帯域外	11.1	414				
屋内用一体型 (2m)		④b-3	基地局 (15m)	Walfisch-池上	帯域内	33.4	204		
					帯域外	37.4	260		
	端末(1.5m)		自由空間	帯域内	58.9	2,752			
				帯域外	62.9	4,362			
屋内用分離型 (3m)	④b-3	端末(上空) (150m)	拡張秦 (都市)	帯域内	9.7	367			
				帯域外	13.7	507			

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3.3-6 において、所要改善量が最も大きくなるのは、携帯電話（下り）陸上移動中継局屋外型から 802.11ah システム AP への干渉の場合で、この組合せにおける所要改善量（所要離隔距離）は、帯域内 72.8dB（21,900m）、帯域外 88.8dB（138,000m）となっている。その他の組合せにおいても所要改善量が残る結果となっているが、端末のような移動する無線局については干渉状態継続する可能性は低く、また、基地局のような固定設置される無線局については、利用チャネルや利用場所を変更し連続的に干渉を受けないよう対応すること等、被干渉システムにおいて許容できる範囲であると考えられることから、干渉を受ける恐れはあるが、3.3.2.1 項の共用条件を満足することで共存可能と考えられる。

3.3.2.3 802.11ah システムと携帯電話（下り）との共用条件まとめ

3.3.2.1 項及び 3.3.2.2 項の結果から、802.11ah システムと携帯電話（下り）との共用については、200mW 送信においては GB=1.5MHz を確保することで、また、20mW 送信においては GB=0.5MHz を確保することで、共存可能と考えられる。

一方で、親局となる AP については、そのユースケースから固定的な運用も想定され、そのような運用においては、既存システムに対する干渉が継続的に生じる恐れがあることに留意する必要がある。

3. 3. 3 802.11ah システムとデジタル MCA との共用検討 (3.1.1 項⑦)

802.11ah システムについても、3次元測位システムと同様に、デジタル MCA サービス終了後に加え、デジタル MCA サービス期間中における運用も検討している。

802.11ah システムは、1MHz 幅の単位チャンネル又はそれらのチャンネルを束ねて運用することが可能なシステムとなっており、デジタル MCA サービスが提供されている地域において、デジタル MCA の使用周波数と重なる周波数を使用することも想定されることから、隣接周波数で使用する場合に加え、同一周波数を使用する場合についても共用検討を行った。

3. 3. 3. 1 802.11ah システム (与干渉)、デジタル MCA (被干渉)

802.11ah システムを与干渉、デジタル MCA を被干渉とした場合の 1対1 対向モデルにおける共用検討の結果は、表 3.3-7 のとおり。

表 3.3-7 802.11ah システム（与干渉）とデジタル MCA（被干渉）の検討結果
（1対1対向モデル）

与干渉システム	番号	被干渉システム	伝搬式	周波数利用 (干渉種別)	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)	
802.11ah システム	⑦a	デジタル MCA (↓)	移動局 車載型 (1.5m)	自由空間	同一(帯域内)	71.5	222,800
				自由空間	同一(帯域内)	82.1	124,000
				自由空間	同一(帯域内)	47.0	128,000
			移動局 管理型 (10m)	自由空間	同一(帯域内)	87.0	458,000
				自由空間	同一(帯域内)	79.0	258,000
				自由空間	同一(帯域内)	54.6	258,000
			移動局 車載型 (1.5m)	自由空間	隣接(帯域内)	51.1	21,800
				自由空間	隣接(帯域外)	16.7	417
				自由空間	隣接(帯域内)	61.7	12,300
				自由空間	隣接(帯域外)	27.3	233
				自由空間	隣接(帯域内)	26.6	12,300
				自由空間	隣接(帯域外)	-7.8	不要
			移動局 管理型 (10m)	自由空間	隣接(帯域内)	66.6	43,800
				自由空間	隣接(帯域外)	32.2	833
				自由空間	隣接(帯域内)	58.6	24,600
				自由空間	隣接(帯域外)	24.2	465
				自由空間	隣接(帯域内)	34.2	24,600
				自由空間	隣接(帯域外)	-0.2	不要

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3.3-7 のとおり、同一周波数利用において所要改善量が最も大きくなるのは、802.11ah システム AP からデジタル MCA 移動局管理型への干渉の場合であり、所要改善量（所要離隔距離）は 87.0dB（458,000m）という結果となった。また、隣接周波数利用においても、802.11ah システム AP からデジタル MCA 移動局管理型への干渉の場合で、所要改善量（所要離隔距離）が 66.6dB（43,800m）残っているほか、他の組合せにおいても所要改善量が残る結果となったことから、モンテカルロシミュレーションによる確率計算モデルによる共用検討を実施した。確率計算による共用検討の結果は、表 3.3-8 のとおり。

表 3.3-8 802.11ah システム（与干渉）とデジタル MCA（被干渉）の検討結果
（確率計算モデル）

与干渉システム		番号	被干渉システム	周波数利用	所要改善量(dB)						
					GB=0MHz	GB=1MHz	GB=1.5MHz	GB=2MHz	GB=3MHz		
802.11ah システム	AP(15m)	⑦a	デジタル MCA (↓)	移動局 車載型 (1.5m)	同一(帯域内)	60.0	→	→	→	→	
	端末 (1.5~150m)				同一(帯域内)	57.4	→	→	→	→	
	基地局 (15m)			移動局 管理型 (10m)	同一(帯域内)	53.0	→	→	→	→	
	端末 (1.5~150m)				同一(帯域内)	59.0	→	→	→	→	
	AP(15m)			200mW (23dBm)	移動局 車載型 (1.5m)	同一(帯域内)	50.0	→	→	→	→
	端末 (1.5~150m)					同一(帯域内)	47.4	→	→	→	→
	AP(15m)				移動局 管理型 (10m)	同一(帯域内)	43.0	→	→	→	→
	端末 (1.5~150m)					同一(帯域内)	49.0	→	→	→	→
	AP(15m)	20mW (13dBm)	移動局 車載型 (1.5m)	隣接(帯域内)	28.1	11.5	8.0 [-2.0]	6.1 [-3.9]	-10.4		
	端末 (1.5~150m)			隣接(帯域外)	24.9	9.1	5.6 [-4.4]	3.4 [-6.6]	-13.4		
	AP(15m)		移動局 管理型 (10m)	隣接(帯域内)	20.4	4.0	0.5 [-9.5]	-1.3	-17.9		
	端末 (1.5~150m)			隣接(帯域外)	26.9	10.9	7.4 [-2.6]	4.9 [-5.1]	-11.5		
	AP(15m)		20mW (13dBm)	移動局 車載型 (1.5m)	隣接(帯域内)	18.1	1.5	-2.0	-3.9		
	端末 (1.5~150m)				隣接(帯域外)	14.9	-0.9	-4.4			
	AP(15m)			移動局 管理型 (10m)	隣接(帯域内)	10.4	-6.0	-9.5			
	端末 (1.5~150m)				隣接(帯域外)	16.9	0.9	-2.6	-5.1		

注1：赤字は、所要改善量が残るもの

注2：[]内は、対策により不要発射を低減した場合の推定値

表 3.3-8 のとおり、同一周波数利用においては、所要改善量（所要離隔距離）がマイナスにならない結果となっており、フィルタ挿入等による干渉抑制対策が採ることができないため、両システムが同一周波数、同一場所で運用することは困難と考えられる。

一方で、隣接周波数利用においては、200mW 送信（23dBm）を行う場合、所要改善量をマイナスにするためには、GB=3MHz の確保が必要との結果となったが、バンドパスフィルタ（BPF）やローパスフィルタ（LPF）の追加、空中線電力の調整により帯域外の不要輻射を 10dB 以上低減することができることを考慮すると、GB=1.5MHz を確保することで、共存可能になると考えられる。

また、20mW 送信（13dBm）については、GB=1.5MHz を確保することで共存が可能との結果となった。

ただし、3.3.1.1 項と同様に、802.11ah システム AP については、そのユースケースから固定的な運用も想定され、そのような運用においては、既存システムに対する干渉が継続的に生じる恐れがあることに加え、特に、デジタル MCA 移動局管理型につ

いては、主に地方公共団体における同報系防災行政無線の代替として固定的に運用されているものもあり、継続的な干渉が重大な影響を及ぼす可能性があることに留意する必要がある。

3. 3. 3. 2 デジタル MCA (与干渉)、802. 11ah システム (被干渉)

既存システムであるデジタル MCA が与干渉、802. 11ah システムが被干渉となる場合の影響についても、評価を行った。共用検討の結果は、表 3. 3-9 のとおり。

表 3. 3-9 デジタル MCA (与干渉) と 802. 11ah システム (被干渉) の検討結果

与干渉システム	番号	被干渉システム	伝搬式	周波数利用 (干渉種別)	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)	
デジタル MCA	中継局 (40m)	⑦b 802.11ah システム	AP(15m)	自由空間	同一(帯域内)	85.6	5,528,260
			端末(1.5m)	自由空間	同一(帯域内)	58.6	11,690
			端末(上空 (150m))	拡張秦 (都市)	同一(帯域内)	62.8	3,086,300
	中継局 (150m)		AP(15m)	自由空間	同一(帯域内)	75.2	7,340,000
			端末(1.5m)	自由空間	同一(帯域内)	41.3	42,400
			端末(上空 (150m))	拡張秦 (都市)	同一(帯域内)	101.8	3,710,000
	中継局 (40m)		AP(15m)	自由空間	隣接(帯域内)	48.6	78,090
				隣接(帯域外)	60.6	310,880	
			端末(1.5m)	拡張秦 (都市)	隣接(帯域内)	40.7	43,920
				隣接(帯域外)	52.7	174,820	
			端末(上空 (150m))	自由空間	隣接(帯域内)	25.8	43,600
				隣接(帯域外)	37.8	173,560	
	中継局 (150m)		AP(15m)	自由空間	隣接(帯域内)	38.2	104,000
				隣接(帯域外)	50.2	413,000	
			端末(1.5m)	拡張秦 (都市)	隣接(帯域内)	4.3	161
隣接(帯域外)		16.3		631			
端末(上空 (150m))		自由空間	隣接(帯域内)	64.8	52,400		
		隣接(帯域外)	76.8	209,000			

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表 3. 3-9 のとおり、同一周波数利用、隣接周波数利用の全ての組合せにおいて、所要改善量が残る結果となっているが、端末のような移動する無線局については干渉状態継続する可能性は低く、また、基地局のような固定設置される無線局については、利用チャネルや利用場所を変更し連続的に干渉を受けないよう対応すること等、被干渉システムにおいて許容できる範囲であると考えられることから、干渉を受ける恐れはあるが、3. 3. 3. 1 項の共用条件を満足することで共存可能と考えられる。

3. 3. 3. 3 802. 11ah システムとデジタル MCA との共用条件まとめ

3. 3. 3. 1 項及び 3. 3. 3. 2 項の結果から、802. 11ah システムとデジタル MCA との共用については、同一周波数、同一場所での共存は困難だが、200mW 送信 (23dBm) を行う場合、バンドパスフィルタ (BPF) やローパスフィルタ (LPF) の追加、空中線電力の調整等を前提に、GB=1. 5MHz を確保することで共存可能と考えられる。

また、20mW 送信（13dBm）については、GB=1.5MHz を確保することで共存可能と考えられる。

ただし、802.11ah システム AP については、そのユースケースから固定的な運用も想定され、そのような運用においては、既存システムに対する干渉が継続的に生じる恐れがあることに加え、特に、デジタル MCA 移動局管理型については、主に地方公共団体における同報系防災行政無線の代替として固定的に運用されているものもあり、継続的な干渉が重大な影響を及ぼす可能性があることに留意する必要がある。

3. 4 新システム同士の周波数共用検討の結果

802.11ah システムは、1MHz 幅の単位チャネル又はそれらのチャネルを束ねて運用することが可能なシステムとなっており、3次元測位システムの使用周波数と同一の周波数での使用することも想定されることから、同一及び隣接周波数で使用する場合を想定し周波数共用検討を行った。

なお、検討に際しては、アンテナ高低差等を考慮した1対1対向モデル及びモンテカルロシミュレーションによる確率計算モデルにより検討を行った。

3. 4. 1 802.11ah システム（与干渉）、3次元測位システム（被干渉）(3.1.1項⑤a)

3次元測位システムの技術諸元は、携帯電話（LTE）と同等であるため、共用検討の結果も3.3.2.1項と同じであり、200mW送信（23dBm）についてはGB=1.5MHzを確保することで、また、20mW送信（13dBm）については、GB=0.5MHzを確保することで共存が可能になると考えられる。

3. 4. 2 3次元測位システム（与干渉）、802.11ah システム（被干渉）(3.1.1項⑤b)

3次元測位システムを与干渉、802.11ah システムを被干渉とした場合の1対1対向モデルにおける共用検討の結果は、表3.4-1のとおり。

表 3.4-1 3次元測位システム（与干渉）と802.11ah システム（被干渉）の検討結果（1対1対向モデル）

与干渉システム	番号	被干渉システム	伝搬式	周波数利用 (干渉種別)	所要改善量 (dB)	所要離隔距離 (m)
3次元測位システム (基地局) (40m)	⑤b	802.11ah システム	自由空間	同一(帯域内)	91.1	6,377,880
				端末(1.5m)	81.8	3,586,550
				端末(上空) (150m)	63.9	3,588,620
			自由空間	隣接(帯域内)	46.9	39,330
				隣接(帯域外)	69.1	506,620
				隣接(帯域内)	37.6	22,120
		自由空間	隣接(帯域外)	59.8	284,890	
			隣接(帯域内)	19.7	22,100	
		隣接(帯域外)	41.9	285,060		

注：赤字は、所要改善量が残るもの

表3.4-1のとおり、同一周波数利用、隣接周波数利用の全ての組合せにおいて、所要改善量が残る結果となっており、同一や隣接（GB=0MHz）配置において、同一場所で同時送信する環境では共存は困難と考えられるが、以下のとおり、802.11ah システムの実際の利用シーンや搭載機能等を考慮すると、3.4.1項のGBの確保により、実運用が成り立つものと考えられる。

(802.11ah システムの実際の利用シーン、搭載機能等)

- 実際の機器には実装上、干渉に対する耐性（マージン）が見込まれる。
- 所要離隔距離は自由空間伝搬を用いて導出しているが、実環境においては、伝搬路の遮蔽や人体吸収による伝搬損失が見込まれる。また、移動端末に関しては定常的に干渉を受ける可能性は低い。
- 802.11ah システムが 3 次元測位システムと近接した環境で運用する場合は、GB 幅をより多く確保できるチャンネルを選択し、帯域外からの干渉をフィルタで抑圧することで干渉の影響を軽減することも可能。
- 干渉により、802.11ah システムの通信が失敗した場合、再送制御によりリカバリを行うことが可能。
- 隣接チャンネルからの被干渉量が大きい場合には、キャリアセンスが動作することで、3 次元測位システムからの干渉が大きいエリアでは、電波の発射を控え、無線フレームの衝突を回避することが可能。

3. 4. 3 新システム同士の周波数共用条件まとめ

3.4.1 項及び 3.4.2 項の結果から、3 次元測位システムと 802.11ah システムとの共用については、200mW 送信においては GB=1.5MHz を確保することで、また、20mW 送信においては GB=0.5MHz を確保することで、共存可能と考えられる。

3. 5 周波数共用検討結果のまとめ及び周波数割当て

3. 5. 1 共用検討結果に基づく共用条件（まとめ）

3.2 項から 3.4 項までの共用検討結果に基づき、各システム間の共用条件を整理した結果は、表 3.5-1 のとおり。

なお、既存システムから新システムへの干渉については、新システムから既存システムへの共用に必要な GB の確保等により軽減が見込まれるとともに、新システム側において許容できる範囲内と考えられることから、考慮していない。

表 3.5-1 共用検討結果に基づく共用条件（まとめ）

与干渉 被干渉	携帯電話(↑) (送信)	携帯電話(↓) (送信)	デジタル MCA(↓) (送信)	3 次元測位 システム (基地局送信)	802.11ah システム (送信)
携帯電話(↑) (受信)				①a GB=10MHz を確保し、サイトエンジニアリング等の方法で与干渉量を低減させる対策を施すことで共存可能	③a 以下の GB を確保することで、共存可能(ただし、200mW 送信については、BPF の追加等の対策を行うことが前提)。 200mW 送信: GB=1.5MHz 20mW 送信: GB=1.0MHz
携帯電話(↓) (受信)				②a 既存システム事業者間で実施されている干渉調整と同等の事前調整を実施することで、GB=0MHz で共存可能	④a 以下の GB を確保することで、共存可能 200mW 送信: GB=1.5MHz 20mW 送信: GB=0.5MHz
デジタル MCA(↓) (受信)				⑥a 隣接周波数で運用する場合は、既存システム事業者間で実施されている干渉調整と同等の事前調整を実施することで、GB=0MHz で共存可能	⑦a GB=1.5MHz を確保することで、共存可能(ただし、200mW 送信については、BPF の追加等の対策を行うことが前提)
3 次元測位システム (受信)	①b GB=10MHz を確保することで共存可能	②b 既存システム事業者間で実施されている干渉調整と同等の事前調整を実施することで、GB=0MHz で共存可能	⑥b 隣接周波数で運用する場合は、既存システム事業者間で実施されている干渉調整と同等の事前調整を実施することで、GB=0MHz で共存可能		⑤a 以下の GB を確保することで、共存可能 200mW 送信: GB=1.5MHz 20mW 送信: GB=0.5MHz
802.11ah システム (受信)	③b 干渉を受ける恐れはあるが、キャリアセンス等により、干渉状態が継続する可能性は低く、被干渉システムにおいて許容できる範囲であり、共存可能	④b 干渉を受ける恐れはあるが、キャリアセンス等により、干渉状態が継続する可能性は低く、被干渉システムにおいて許容できる範囲であり、共存可能	⑦b 干渉を受ける恐れはあるが、キャリアセンス等により、干渉状態が継続する可能性は低く、被干渉システムにおいて許容できる範囲であり、共存可能	⑤b 以下の GB を確保することで、共存可能 200mW 送信: GB=1.5MHz 20mW 送信: GB=0.5MHz	

3. 5. 2 共用条件を踏まえた周波数割当て

共用検討で得られた共用条件を考慮した、デジタル MCA サービス期間中及びサービス終了後の空き周波数帯における新システムの周波数割当ては以下のとおりとなる。

なお、802.11ah システム (20mW) が与干渉、携帯電話(↑)が被干渉となる場合の GB は 1.0MHz だが、最小のチャネル幅が 1MHz であること、200mW 送信とチャネル配置をそろえる必要があることから、GB を 1.5MHz 取っている。

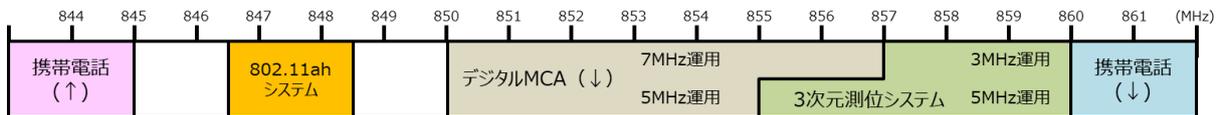


図 3.5-1 共用条件を踏まえたデジタル MCA サービス期間中の周波数割当て

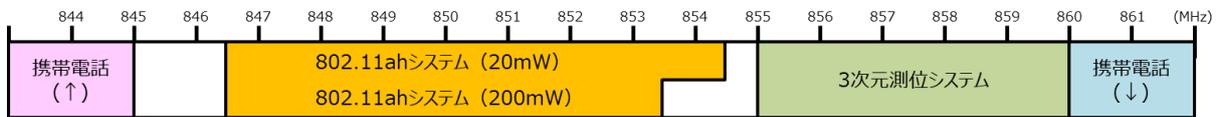


図 3.5-2 共用条件を踏まえたデジタル MCA サービス終了後の周波数割当て

3. 5. 3 800MHz 帯広帯域小電力無線システム (802.11ah システム) の導入イメージ

800MHz 帯広帯域小電力無線システム (802.11ah システム) は、現在 920MHz 帯で運用されているシステムよりも高出力で送信時間率の制限のない運用が可能なシステムとしているが、そのユースケースから屋外での固定的な運用がなされることが想定され、運用状況によっては、他の無線局に対する干渉が継続する可能性も考えられる。このような混信等の回避等に必要な適切な電波監理の確保の観点から、本システムについては、登録局制度の活用を想定している。登録局制度の活用にあたり、無線局としての位置づけが必要となることから、本システムの無線局を「携帯局」とし、親局に相当する携帯局 (AP) について、登録局制度の対象とし、地上での使用に限定することとする。

なお、子局に相当する携帯局 (端末) については、親局に相当する携帯局 (AP) の制御の下で通信を行うとともに、空中線利得を 3dBi 以下とすることで、上空を含め、登録不要で使用可能とすることで、ユーザの利便性確保を図ることとする。

また、端末への実装に当たっては、機器の構成上、十分な空中線利得を得られない場合が想定されることから、空中線利得の低下分を空中線電力の増力により補うことで、通信距離を確保できることが望ましい。

3. 5. 4 今後の課題等について

本周波数帯は広域をカバーする無線システムに適しており、無線システム間で有害な干渉が生じることを避けつつ、より利便性の高い形で無線システムが運用されるこ

とが期待される。

本検討においては、隣接する他システムとの干渉や新システムの運用形態等を踏まえ、電波監理上必要な措置として、免許局又は登録局での導入を想定したが、新システムの普及状況や既存システムとの干渉実態、異なるシステム間の干渉回避に係る今後の技術の進展やグローバル動向等を注視し、国内制度として適切な形態を検討していくことが更なる周波数の有効利用につながると考えられる。

今後期待される、より自由な運用を可能にするための干渉回避の方法及び技術の例としては、運用形態に応じて適したガードバンドを設定する方法、既存無線システムの運用を無線局で検知し既存無線システムの運用エリアでの送信電力の低減や送信の停止を行う技術、データベースを活用し既存無線システムの運用エリアでの利用可能な周波数帯の選択や送信電力の低減や行う技術、低コストかつ急峻なバンドフィルタを実装する技術、屋外で固定的に設置されることがないような制約を課す基地局構成技術、などが考えられる。

また、他の周波数帯においても、固定的に運用される既存システムと、免許不要の無線システムが周波数共用していくための方策や技術が国内外で検討されているため、本周波数帯以外での周波数共用技術の動向についても注視しつつ、適切に見直しを図ることが望ましい。

第4章 3次元測位システムの技術的条件

3次元測位システムの技術的条件については、以下のとおりとすることが適当である。

4. 1 一般的条件

(1) 無線周波数帯

855MHz から 860MHz までの周波数を使用する。ただし、令和 11 年 5 月 31 日までの間は、857MHz から 860MHz までとし、デジタル MCA に干渉を与えない場合に限り 855MHz から 860MHz までの周波数を使用することができる。

(2) キャリア周波数

857.5MHz とする。ただし、857MHz から 860MHz までの周波数帯を使用する場合は 858.5MHz とする。

(3) 通信方式

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 直交周波数分割多重) 方式及び TDM (Time Division Multiplexing : 時分割多重) 方式との複合方式とする。

(3) 通信方式

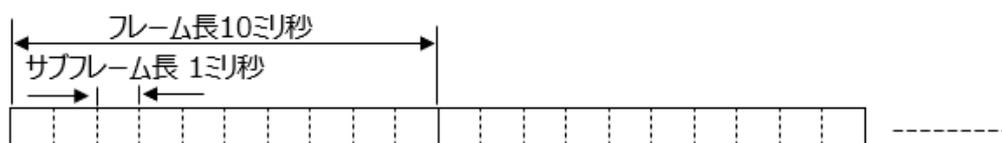
単向通信方式又は同報通信方式とする。

(4) 変調方式

BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、64QAM 又は 256QAM 方式を採用する。

(5) フレーム構成

下図のとおり、フレーム長は 10ms であり、サブフレーム長は 1ms (10 サブフレーム / フレーム) であること。



(6) 電波防護指針への適合

電波を使用する機器については、電波法施行規則（昭和 25 年電波監理委員会規則第 14 号）第 21 条の 4 に適合すること。

(7) 他システムとの共用

他の無線局に干渉の影響を与えないように、設置場所の選択、フィルタの追加等の必

要な対策を講ずること。

4. 2 技術的条件

(1) 送信装置

通常の動作状態において、以下の技術的条件を満たすこと。

ア 周波数の許容偏差

最大空中線電力が 38dBm を超える基地局においては、 $\pm (0.05\text{ppm}+12\text{Hz})$ 以内、最大空中線電力が 38dBm 以下の基地局においては、 $\pm (0.1\text{ppm}+12\text{Hz})$ 以内であること。

イ 占有周波数帯幅の許容値

99%帯域幅は、3MHz システムの場合は 3MHz 以下、5MHz システムの場合は 5MHz 以下とすること。

ウ 最大空中線電力

20W (43dBm) 以下とすること。

エ 最大空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差は、定格空中線電力の $\pm 2.7\text{dB}$ 以内 (上限 87%、下限 47%) であること。

オ 空中線の絶対利得

送信のための空中線利得は、絶対利得が 14dBi 以下であること。

カ 帯域外領域における不要発射の強度

帯域外領域における不要発射の許容値は、送信周波数帯域の端 (不要発射の強度の測定帯域に近い端に限る。) から不要発射の強度の測定帯域の中心周波数までのオフセット周波数 (Δf) に対して、次の表に示す許容値以下であること。ただし、3MHz システムにおいては基地局が使用する周波数帯の端から 6MHz 未満の周波数範囲に、5MHz システムにおいては基地局が使用する周波数帯の端から 10MHz 未満の周波数範囲に限り適用するものとする。

①3MHz システムの場合

オフセット周波数 $ \Delta f $ (MHz)	許容値	参照帯域幅
0.05MHz 以上 3.05MHz 未満	$-3.5\text{dBm}-10/3 \times (\Delta f-0.05) \text{dB}$	100kHz
3.05MHz 以上 6.05MHz 未満	-13.5dBm	100kHz

②5MHz システムの場合

オフセット周波数 $ \Delta f $ (MHz)	許容値	参照帯域幅
0.05MHz 以上 5.05MHz 未満	$-5.5\text{dBm}-7/5 \times (\Delta f-0.05)$ dB	100kHz
5.05MHz 以上 10.05MHz 未満	-12.5dBm	100kHz

キ スプリアス領域における不要発射の強度

スプリアス領域における不要発射の許容値は、次の表に示す許容値以下であること。ただし、3MHz システムにおいては基地局が使用する周波数帯の端から 6MHz 以上の周波数範囲に、5MHz システムにおいては基地局が使用する周波数帯の端から 10MHz 以上の周波数範囲に限り適用するものとする。

周波数範囲	許容値	参照帯域幅
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm	1kHz
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm	10kHz
30MHz 以上 1GHz 未満	-13dBm	100kHz
1GHz 以上 12.75GHz 未満	-13dBm	1MHz

以下に示すデジタルコードレス電話の周波数範囲については、次の表に示す許容値以下であること。

周波数範囲	許容値	参照帯域幅
1884.5MHz 以上 1915.7MHz 以下	-41dBm	300kHz

ク 隣接チャネル漏洩電力

規定しない。

ケ 送信オフ時電力

規定しない。

コ 送信相互変調特性

規定しない。

(2) 受信装置

マルチパスのない受信レベルの安定した条件下（静特性下）において、以下の技術的条件を満たすこと。

ア 受信感度

受信感度は、規定の通信チャネル信号（QPSK、符号化率 1/3）を最大値の 95%以上のスループットで受信するために必要な空中線端子で測定した最小受信電力であり静特性下において、-96.8dBm 以下であること。

イ 副次的に発射する電波等の限度

受信装置の副次的に発する電波等の限度については、次の表に示す許容値以下であること。

周波数範囲	許容値	参照帯域幅
30MHz 以上 1GHz 未満	-57dBm	100kHz
1GHz 以上 12.75GHz 未満	-47dBm	1MHz

4. 3 測定方法

国内で適用されている LTE の測定法に準ずることが適当である。複数の送受空中線を有する無線設備にあつては、アダプティブアレーアンテナを用いる場合は各空中線端子で測定した値を加算（技術的条件が電力の絶対値で定められるもの。）した値により、空間多重方式を用いる場合は空中線端子毎に測定した値による。

(1) 送信装置

ア 周波数の許容偏差

被試験器の基地局を変調波が送信されるように設定し、波形解析器等を使用し、周波数偏差を測定する。

被試験器が、無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定することができる。

イ 占有周波数帯幅

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定する。スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

ウ 空中線電力

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。

アダプティブアレーアンテナを用いる場合は、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

エ 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

被試験器の親機を定格出力で送信するよう設定し、空中線端子に接続されたスペクトルアナライザにより、分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅とし、規定される周波数範囲ごとにスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅に設定できない場合は、分解能帯域幅を参照帯域幅より狭い値として測定し、定められた参照帯域幅内に渡って積分した値を求める。

また、搬送波近傍等において分解能帯域幅を参照帯域幅にすると搬送波等の影響を

受ける場合は、分解能帯域幅を参照帯域幅より狭い値として測定し参照帯域幅に換算する方法を用いることができる。

なお、被試験器の空中線端子からアンテナ放射部までにフィルタによる減衰領域がある場合には、測定結果を前記減衰量にて補正すること。

アダプティブアレーアンテナを用いる場合は、空中線電力の総和が最大となる状態にて測定すること。

(2) 受信装置

ア 受信感度

被試験器の基地局と移動局シミュレータを接続し、技術的条件に定められた信号条件に設定する。移動局シミュレータからランダムデータを送信し、スループットを測定する。

イ 副次的に発射する電波等の限度

被試験器の基地局を受信状態（送信機無線出力停止）にし、受信機入力端子に接続されたスペクトルアナライザにより、分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅とし、規定される周波数範囲毎に副次的に発する電波の限度を測定する。

分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅に設定できない場合は、分解能帯域幅を参照帯域幅より狭い値として測定し、定められた参照帯域幅内に渡って積分した値を求める。

なお、被試験器の無線出力端子からアンテナ放射部までにフィルタによる減衰領域がある場合には、測定結果を前記減衰量にて補正すること。

(3) 運用中の設備における測定

運用中の無線局における設備の測定については、(1)及び(2)の測定法によるほか、(1)及び(2)の測定法と技術的に同等と認められる方法によることができる。

第5章 800MHz 帯広帯域小電力データ通信システムの技術的条件 (IEEE 802.11ah)

800MHz 帯広帯域小電力データ通信システムの技術的条件については、以下のとおりとすることが適当である。

5.1 一般的条件

(1) 無線周波数帯

846.5MHz から 854.5MHz までの周波数を使用すること。ただし、令和 11 年 5 月 31 日までの間は、846.5MHz から 848.5MHz までとする。

(2) 通信方式

単向通信方式、単信方式、複信方式、半複信方式又は同報通信方式とする。

(3) 変調方式

規定しない。

(4) 単位チャネル

単位チャネルは、空中線電力が 20mW 以下の場合には、中心周波数が 847MHz から 854MHz までの 1MHz 間隔の 8 チャネル、空中線電力が 20mW を超え 200mW 以下の場合には、中心周波数が 847MHz から 853MHz までの 1MHz 間隔の 7 チャネルとする。

(5) 無線チャネル

無線チャネルは、発射する電波の占有周波数帯幅が全て収まるものであり、単位チャネルを 1、2、4 又は 8 同時に使用して構成されるものとする。ただし、複数の無線チャネルを使用して同時に複数の無線局と通信しないこと。

以上にかかわらず、令和 11 年 5 月 31 日までの間は、中心周波数が 849MHz から 854MHz までの単位チャネルを含む構成の無線チャネルは使用しないこと。

(6) 空中線電力

200mW (23dBm) 以下とする。ただし、中心周波数が 854MHz の単位チャネルを含む構成の無線チャネルを使用する場合は 20mW (13dBm) 以下とする。

(7) 空中線利得

親局相当の携帯局については 8dBi 以下、子局相当の携帯局については 3dBi 以下とする。ただし、等価等方輻射電力が定格の送信空中線に (6) の空中線電力を加えたときの値 (空中線電力の許容偏差を含む。) 以下となる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補うことができるものとする。なお、空中線利得が 3dBi を超える送信空中線は、その増加分を不要発射強度の許容値から減じなければならない。

(8) システム設計条件

ア 無線設備の筐体

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こと。

イ キャリアセンス

(ア)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、送信を開始すること。

(イ)キャリアセンス時間は、 $212\mu\text{s}$ 以上であること。

(ウ)キャリアセンスレベルは、電波を発射しようとする周波数が含まれる単位チャンネルごとに、給電線入力点における受信電力が -75dBm とし、これを超える場合、送信を行わないものであること。

(エ)他の無線設備からの要求（送信しようとする無線チャンネルについて、キャリアセンスを行ったものに限る。）に応答する場合であって、要求の受信を完了した後 $200\mu\text{s}$ 以内の送信については、キャリアセンスを要さない。

ウ 送信時間制限

電波を発射してから送信時間 100ms 以内にその電波の発射を停止するものであること。

(9) 混信防止機能

通信の相手方を識別するための符号（識別符号）を自動的に送信し、又は受信するものであること。

(10) 端末設備内において電波を使用する端末設備

ア 端末設備を構成する一の部分と他の部分相互間において電波を使用するものは、48ビット以上の識別符号を有すること。

イ 特定の場合を除き、使用する電波の空き状態について判定を行い、空き状態の時のみ通信路を設定するものであること。

(11) 電波防護指針への適合性

人体の近傍（ 20cm ）以内で使用が想定されるものについては、人体における比吸収率の許容値（無線設備規則第14条の2）に適合すること。

なお、組込用モジュール単体では比吸収率の審査の対象外となるが、当該モジュールをノートPC、タブレット等に搭載する際には、組み込んだ状態で、人体における比吸収率の許容値（無線設備規則第14条の2）に適合すること。

(12) 周波数の使用条件

登録局制度により管理される条件下において利用を可能とする。なお、登録局制度により管理される携帯局から制御を受けて通信する条件下においては、他の携帯局の制御を行うものを除き、登録不要での利用を可能とする。

5. 2 技術的条件

(1) 送信装置

ア 隣接チャンネル漏えい電力

中心周波数が 847MHz から 854MHz までの周波数を使用する場合の周波数帯幅は $(1000 \times n)$ kHz とし、それぞれの空中線電力における隣接する単位チャンネル内（搬送波の周波数から $(1000 \times n)$ kHz 離れた周波数の $\pm (500 \times n)$ kHz の帯域内に輻射される平均電力）に放射される平均電力は、搬送波の平均電力よりも 25dB 以上低い値であること。また、次隣接する単位チャンネル内（搬送波の周波数が $(2000 \times n)$ kHz 離れた周波数の $\pm (500 \times n)$ kHz の帯域内に輻射される平均電力）に放射される平均電力は、搬送波の平均電力より 40dB 以上低い値であること。（ n ：同時に使用する単位チャンネル数で 1、2、4 又は 8 とする。）

イ 周波数の許容偏差

$\pm 20 \times 10^{-6}$ 以内であること。

ウ 占有周波数帯幅の許容値

$(1000 \times n)$ kHz 以下であること。（ n ：同時に使用する単位チャンネル数で、1、2、4 又は 8 とする。ただし、空中線電力 20mW を超えるものについては、 n は 1、2 又は 4 とする。）

エ 空中線電力の許容偏差

上限 20%、下限 80%以内であること。

オ 不要発射の強度の許容値

給電線に供給される不要発射の強度の許容値は、表 5.2-1 及び表 5.2-2 に定めらざること。ただし、送信空中線利得が 3dBi を超える場合には、その超えた分を不要発射強度の許容値から減じること。

表 5.2-1 不要発射の強度の許容値（給電線入力点）

（中心周波数が 847MHz から 848MHz までの場合、令和 11 年 5 月 31 日まで）

周波数帯	不要発射の強度の許容値(平均電力)	参照帯域幅
710MHz 以下	-36dBm	100kHz
710MHz を超え 815MHz 以下	-55dBm	1MHz
815MHz を超え 845MHz 以下	-47dBm	100kHz
845MHz を超え 850MHz 以下 注)	-36dBm	100kHz
850MHz を超え 857MHz 以下	-48dBm	100kHz
857MHz を超え 890MHz 以下	-36dBm	100kHz
890MHz を超え 900MHz 以下	-55dBm	1MHz
900MHz を超え 1GHz 以下	-55dBm	100kHz
1GHz を超え 1.215GHz 以下	-45dBm	1MHz
1.215GHz を超えるもの	-30dBm	1MHz

注) ただし、送信帯域・隣接チャネル・次隣接チャネルとして定義される領域を除く。

表 5.2-2 不要発射の強度の許容値（給電線入力点）

（中心周波数が 847MHz から 854MHz までの場合、令和 11 年 6 月 1 日以降）

周波数帯	不要発射の強度の許容値(平均電力)	参照帯域幅
710MHz 以下	-36dBm	100kHz
710MHz を超え 815MHz 以下	-55dBm	1MHz
815MHz を超え 845MHz 以下	-47dBm	100kHz
845MHz を超え 855MHz 以下 注)	-36dBm	100kHz
855MHz を超え 890MHz 以下	-36dBm	100kHz
890MHz を超え 900MHz 以下	-55dBm	1MHz
900MHz を超え 1GHz 以下	-55dBm	100kHz
1GHz を超え 1.215GHz 以下	-45dBm	1MHz
1.215GHz を超えるもの	-30dBm	1MHz

注) ただし、送信帯域・隣接チャネル・次隣接チャネルとして定義される領域を除く。

(2) 受信装置

ア 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、

表 5.2-3 及び表 5.2-4 に定めるとおりであること。ただし、受信空中線利得が 3dBi を超える場合には、その超えた分を副次的に発する電波の限度から減じること。

表 5. 2-2 副次的に発する電波の限度

(中心周波数が 847MHz から 848MHz までの場合、令和 11 年 5 月 31 まで)

周波数帯	副次的に発する電波の限度 (給電線入力点)	参照帯域幅
710MHz 以下	-54dBm	100kHz
710MHz を超え 815MHz 以下	-55dBm	1MHz
815MHz を超え 845MHz 以下	-55dBm	100kHz
845MHz を超え 850MHz 以下	-54dBm	100kHz
850MHz を超え 890MHz 以下	-55dBm	100kHz
890MHz を超え 900MHz 以下	-55dBm	1MHz
900MHz を超え 915MHz 以下	-55dBm	100kHz
915MHz を超え 930MHz 以下	-54dBm	100kHz
930MHz を超え 1GHz 以下	-55dBm	100kHz
1GHz を超えるもの	-47dBm	1MHz

表 5. 2-4 副次的に発する電波の限度

(中心周波数が 847MHz から 854MHz までの場合、令和 11 年 6 月 1 日以降)

周波数帯	副次的に発する電波の限度 (給電線入力点)	参照帯域幅
710MHz 以下	-54dBm	100kHz
710MHz を超え 815MHz 以下	-55dBm	1MHz
815MHz を超え 845MHz 以下	-55dBm	100kHz
845MHz を超え 855MHz 以下	-54dBm	100kHz
855MHz を超え 890MHz 以下	-55dBm	100kHz
890MHz を超え 900MHz 以下	-55dBm	1MHz
900MHz を超え 915MHz 以下	-55dBm	100kHz
915MHz を超え 930MHz 以下	-54dBm	100kHz
930MHz を超え 1GHz 以下	-55dBm	100kHz
1GHz を超えるもの	-47dBm	1MHz

5. 3 測定方法

測定については、平成 30 年度情報通信審議会答申「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「920MHz 帯小電力無線システムの高度化に係る技術的条件」のうち、「中出力型アクティブ系小電力無線システムの技術的条件」に準じ、以下のとおりとする。

(1) 周波数

変調波が送信されるように設定し、波形解析器等を使用し、周波数偏差を測定する。無変調の状態にできる場合は、周波数計を用いて測定することができる。

(2) 占有周波数帯幅

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、

スペクトルアナライザ等を用いて給電線入力点にて測定し、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%となる周波数幅を測定すること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

(3) 送信装置の空中線電力

平均電力で規定されている電波型式の測定は平均電力を、尖頭電力で規定されている電波型式の測定は尖頭電力を、給電線入力点において測定すること。連続送信波によって測定することが望ましいが、バースト波にて測定する場合は、バースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を求め、送信時間率の逆数を乗じて平均電力を求めることが適当である。また、尖頭電力を測定する場合は尖頭電力計等を用いること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(4) 送信装置の不要発射の強度

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときのスプリアス成分の平均電力（バースト波にあっては、バースト内の平均電力）を、スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。なお、精度を高めるために分解能帯域幅を狭くして測定可能だが、この際はスプリアス領域発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(5) 隣接チャネル漏えい電力

標準符号化試験信号を入力信号として加えた変調状態とし、規定の隣接する単位チャネル内の漏えい電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定する。なお、バースト波にあってはバースト内の平均電力を求めること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(6) 受信装置の副次的に発する電波等の限度

スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。なお、精度を高めるために分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、副

次発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(7) 送信時間制御

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数に設定し掃引周波数幅を 0Hz（ゼロスパン）として測定する。送信時間が規定の送信時間以下であることを測定する。測定時間精度を高める場合はスペクトルアナライザのビデオトリガ機能等を使用し、掃引時間を適切な値に設定すること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

(8) キャリアセンス

ア 標準信号発生器から規定の電力を連続的に加え、スペクトルアナライザ等により送信しないことを確認する。中心周波数における無変調キャリアでは試験機器のキャリアセンスが機能しない場合は、必要に応じて周波数をずらし、又は変調波によることができる。

イ 上記の標準信号発生器の出力を断にして送信を開始するまでの時間が、規定の必須キャリアセンス時間以上であることを確認する。標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断の時間をキャリアセンス時間以上に設定した無変調波の繰り返しパルス信号等を用いることができる。

ウ また、標準信号発生器の出力断の時間が規定の必須キャリアセンス時間未満の場合は送信しないことを確認する。標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断時間を必須キャリアセンス時間未満に設定した無変調の繰り返しパルス信号を用いることができる。

なお、指定周波数帯による場合及び送信周波数として複数の単位チャネルを使用する場合は、無線チャネル内の任意の周波数において動作することを確認すること。スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。

別表1 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

(令和7年8月6日現在 敬称略)

氏名	主要現職
主査 専門委員 三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
委員 高田 潤一	東京科学大学 執行役副学長（国際担当） ／環境・社会理工学院 教授
” 藤井 威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
専門委員 飯塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター 調査研究部 研究主幹
” 井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
” 伊藤 数子	特定非営利活動法人 STAND 代表理事
” 今村 浩一郎	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 研究主幹
” 太田 香	室蘭工業大学大学院 工学研究科 コンピュータ科学センター長・教授
” 加藤 康博	日本電信電話株式会社 技術企画部門 電波室長
” 杉浦 誠	一般社団法人全国陸上無線協会 専務理事
” 杉本 千佳	横浜国立大学大学院 工学研究院 知的構造の創生部門 准教授
” 田丸 健三郎	日本マイクロソフト株式会社 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
” 豊嶋 守生	国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 研究センター長
” 生田目 瑛子	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員
” 藤野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
” 松尾 綾子	株式会社東芝 研究開発センター 情報通信プラットフォーム研究所 ワイヤレスシステムラボラトリー 室長
” 森田 耕司	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 会長
” 吉田 貴容美	日本無線株式会社 ソリューション事業部 マイクロ波通信技術部 衛星移動通信システムグループ 課長

別表2 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
900MHz 帯自営用無線システム高度化作業班構成員

(主任及び主任代理以外、50音順)

氏名	所属・役職
主任 藤井 威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
主任代理 松村 武	国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 室長
池田 正	三菱電機株式会社 コミュニケーション・ネットワーク 製作所 無線通信システム部
鵜飼 佳宏	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 技術部 主任技師
大島 直到	楽天モバイル株式会社 技術戦略本部 電波部 電波技術課 副課長
海江田 洋平	ソフトバンク株式会社 渉外本部 電波政策統括室 制度開発室 担当課長 (第8回作業班まで)
加藤 康博	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 移動通信グループ 担当部長
粒田 顕良	日本電気株式会社 レジリエンス事業部門 ディザスタプ リベンション統括部 西日本市町村防災システムグループ
鷹取 泰司	802.11ah推進協議会 副会長 (第8回作業班まで)
近 義起	MetCom株式会社 取締役
東郷 大輔	802.11ah推進協議会 運営委員 (第9回作業班から)
平澤 弘樹	MetCom株式会社 代表取締役
福元 暁	株式会社NTTドコモ 電波企画室 電波技術担当 担当課長
星 洋平	KDDI株式会社 技術統括本部 技術企画本部 電波部 電波渉外グループリーダー
成澤 昭彦	一般財団法人移動無線センター 事業本部 事業企画部長
山崎 幸誉	パナソニックコネクト株式会社 現場ソリューションカンパニー パブリックサービス本部 無線事業担当 シニアエキスパート
横田 純也	ソフトバンク株式会社 渉外本部 電波政策統括室 制度開発部 制度企画課 課長 (第9回作業班から)
吉田 英邦	エヌ・ティ・ティ・ブロードバンドプラットフォーム株式 会社 ワイヤレス技術部 部長

