

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

「無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件」

のうち

「6GHz帯無線LANの周波数拡張等に係る技術的条件」

及び

「5GHz帯無線LANのDFS高度化に係る技術的条件」

令和8年4月17日

陸上無線通信委員会

目次

I. 検討事項	2
II. 委員会及び作業班の構成	2
III. 検討経過	2
IV. 検討概要	5
第1章 検討の背景	5
第2章 6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張等に係る技術的条件	7
2.1 6GHz 帯無線 LAN (SP モード) の特徴と想定ユースケース	7
2.2 SP モードデバイス導入に関する国際動向	11
2.4 AFC システムの技術的要件	32
2.5 6GHz 帯無線 LAN (SP モード) の技術的条件	52
2.6 AFC システムの運用	93
2.7 制度化に向けた諸課題	111
第3章 5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件	114
3.1 諸外国における 5GHz 帯無線 LAN の動向	114
3.2 DFS 高度化の機能要件	116
3.3 既存無線システムとの共用検討	121
3.4 5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件	128
3.5 制度化に向けた諸課題	133
第4章 今後の検討課題	136
4.1 SP モード周波数帯の更なる拡大	136
4.2 次世代無線 LAN 規格への対応	137
4.3 AFC 技術の高度化・応用	137

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、「無線 LAN システムの高度化利用に係る技術的条件」のうち「6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張等に係る技術的条件」及び「5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件」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、委員会の下に設置されている 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（以下「作業班」という。）において、6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張等に係る技術的条件及び 5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件について調査を実施した。作業班の構成は別表 2 のとおりである。

我が国において AFC システムを導入するに当たっては、運用主体（オペレーター）のあり方や干渉時の対応などの運用面に関する各種課題を集中的に検討していくために、作業班の下に AFC 運用検討アドホックグループ（以下「アドホックグループ」という。）を設置し、「AFC 運用に関する基本的な考え方」をとりまとめた。アドホックグループの構成員は別表 3 及び別表 4 のとおりである。

III. 検討経過

1 委員会における検討

① 第 64 回陸上無線通信委員会（令和 3 年 4 月 8 日）（メール検討）

「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、「無線 LAN システムの高度化利用に係る技術的条件」の検討開始及び「6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張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 72 回陸上無線通信委員会（令和 4 年 4 月 15 日）（メール検討）

作業班において取りまとめられた、「6GHz 帯無線 LAN の導入のための技術的条件」についての報告（案）の検討を行った。その中で、今後の検討課題として、無線 LAN と既存無線システムとの周波数共用の促進方策の検討が挙げられた。

③ 第〇回陸上無線通信委員会（令和 8 年〇月〇日）

作業班において取りまとめられた、「6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張等に係る技術的条件」及び「5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件」についての報告（案）の検討を行った。

④ 第〇回陸上無線通信委員会（令和〇年〇月〇日）

「6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張等に係る技術的条件」及び「5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件」について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 作業班における検討

① 第 11 回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和 6 年 6 月 19 日）

6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張・屋外高出力利用に係るこれまでの議論及び調査検討結果の報告を行った。

- ② 第 12 回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和 6 年 7 月 22 日）
5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る Preamble Puncturing を用いた周波数共有及びオフチャネル CAC の導入の検討について報告を行った。
- ③ 第 13 回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和 6 年 9 月 30 日）
AFC システムの運用体制等の検討開始について報告を行った。
- ④ 第 15 回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和 8 年 1 月 15 日）
AFC 運用検討アドホックグループで取りまとめた AFC 運用に関する基本的な考え方、6GHz 帯無線 LAN（SP モード）の実機検証等の検討状況及び 5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化について報告を行った。
- ⑤ 第 16 回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和 8 年 3 月 6 日）
6GHz 帯無線 LAN（SP モード）の実機検証等の検討状況及び 5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化について報告を「6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張等に係る技術的条件」について作業班報告骨子案の検討を行った。
- ⑥ 第 17 回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和 8 年 3 月 30 日）
「6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張等に係る技術的条件」及び「5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件」についての陸上無線通信委員会報告（案）を取りまとめた。

3 アドホックグループにおける検討

- ① 第 1 回 AFC 運用検討アドホックグループ（令和 6 年 10 月 11 日）
AFC システムの運用体制等の検討開始に至る経緯説明がなされ、今後の検討の進め方等の検討を行った。
- ② 第 2 回 AFC 運用検討アドホックグループ（令和 6 年 12 月 3 日）
諸外国における 6GHz 帯周波数共有システム運用等に関する調査の現状報告がなされた。
- ③ 第 3 回 AFC 運用検討アドホックグループ（令和 7 年 2 月 5 日）
AFC システムの運用主体、監督体制及び運用モデルについて検討を行った。
- ④ 第 4 回 AFC 運用検討アドホックグループ（令和 7 年 2 月 25 日）
AFC 運用に関する基本的な考え方案について検討を行った。
- ⑤ 第 5 回 AFC 運用検討アドホックグループ（令和 7 年 3 月 19 日）
AFC 運用に関する基本的な考え方を取りまとめた。
- ⑥ 第 6 回 AFC 運用検討アドホックグループ（令和 7 年 10 月 15 日）
AFC 運用に関する基本的な考え方について生じた、運用主体、監督体制及び干

渉対応のあり方に関する新たな課題について検討を行った。

- ⑦ 第7回 AFC 運用検討アドホックグループ（令和7年12月3日）
AFC 運用に関する基本的な考え方を再度取りまとめた。

IV. 検討概要

第1章 検討の背景

6GHz帯は、次世代無線 LAN 技術に求められる高速通信、低遅延、広帯域といった要件を満たすことが可能である重要な周波数帯域であることから、国際的にその導入・検討が進んでいる。一方で、6GHz帯は既に固定通信システム、放送システム、衛星通信、電波天文等に割当てられており、これらの既存無線システムに対して有害な干渉を与えずに周波数を共用するために、より高度な運用調整が求められている。

この高度な運用調整を可能とする仕組みとして、米国・カナダでは、自動周波数調整 (AFC : Automated Frequency Coordination) システムが実運用されており、欧州や韓国などその他の国でも AFC システムの導入に向けた検討が行われている。

令和6年8月に、デジタルビジネス拡大に向けた電波政策懇談会において、WX(ワイヤレストランスフォーメーション)推進戦略がとりまとめられ、無線局の運用調整のあり方の中において、総務省を中心に検討を進め、AFCの導入を我が国において早期に実現することが適当の旨の考え方が示されたところ。

WX(ワイヤレストランスフォーメーション)推進戦略

第3章 デジタルビジネス拡大に向けた電波有効利用方策

3-2-1. 無線局の運用調整の在り方

③ 考え方

新たな技術や国際動向などを踏まえ、更に高度に周波数共用を行うための基本的な仕組みについて検討することが必要である。また、そこで用いる具体的なシステム要件や、システム構築や保守・運用・管理等に必要な費用とその分担の在り方等について、今後総務省を中心に検討を進めることが適当である。

上記の基本的な仕組みをもとに、無線 LAN と既存業務の周波数のさらなる効率的な運用調整を促すために、AFCの導入を我が国において早期に実現することが適当である。

また、同推進戦略では、2040年末に向けた帯域確保の目標が示されており、これまでに確立された方針や検討の経過等を踏まえ、新たな電波利用システムの周波数の確保、周波数の移行方策及び移行時期等を検討し、見直したものとして、周波数再編アクションプラン(令和7年度版)が公表されている。その重点的取組の一つとして、「無線 LAN の更なる高度化と周波数拡張等」が示されているところ。

周波数再編アクションプラン(令和7年度版)

第3章 重点的取組

II 無線 LAN の更なる高度化と周波数拡張等(抜粋)

6GHz帯無線 LAN の屋外利用及び 6.5GHz帯(6425~7125MHz)への屋外利用を含む周波数帯域の拡張に係る周波数共用等の技術的条件について、令和6年度までの検討結果を踏まえ、SP(Standard Power)モード無線 LAN の実機による実環境下における検証や、既存無線システムとの周波数共用のために必要な AFC(Automated Frequency Coordination)システムの技術的要件及び運用に関する基本的な考え方の整理を行った上で、令和7年度中を目途に取りまとめる。

重点的取組〈無線LANの更なる高度化と周波数拡張等〉

II 無線LANの更なる高度化と周波数拡張等

- 6GHz帯（5925～6425MHz）におけるナローバンドデバイスの利用に関して、諸外国における動向に留意しつつ、周波数共用の検討を推進する。
- 6GHz帯無線LANのSPモードによる屋外利用及び6.5GHz帯（6425～7125MHz）△のSPモードによる屋外利用を含む周波数帯域の拡張に係る周波数共用等の技術的条件について、令和7年度中を目途に取りまとめる。取りまとめに当たっては、WRC-23においてIMT特定された周波数帯7025～7125MHz）に留意するとともに、既存の無線局等への有害な干渉を与えないようにするために必要なAFCシステムの在り方やその運用方法等に関して検討し、その結果を踏まえることとする。

SP : Standard Power (標準出力) AFC : Automated Frequency Coordination (自動周波数調整)

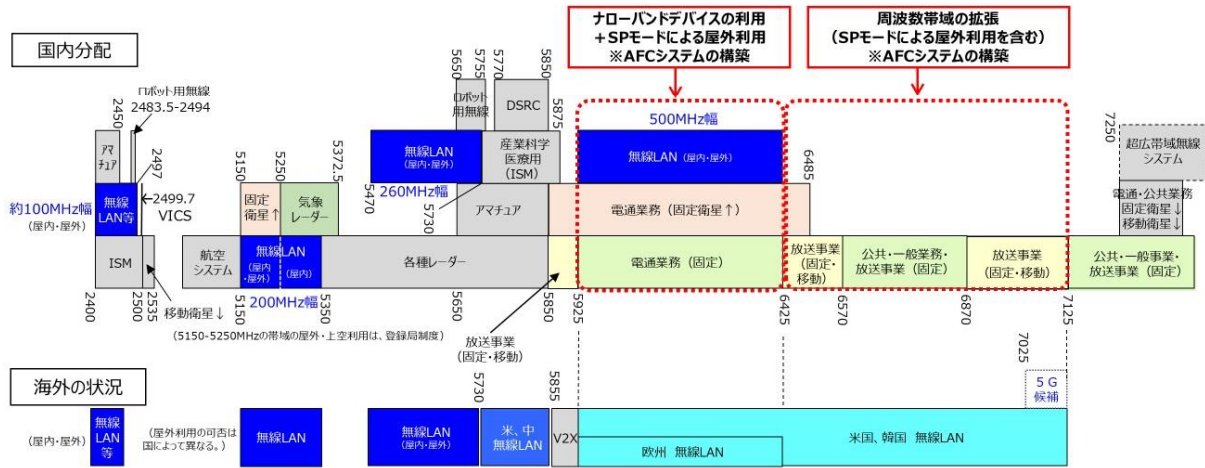


図1-1 周波数再編アクションプラン（令和7年度版）概要版

このような背景を踏まえ、6GHz帯無線LANの周波数拡張等に必要なAFCシステムにおける技術的要件を踏まえつつ、既存無線システムとの周波数共用の可能性について検討を行い、6GHz帯無線LANの周波数拡張等に係る技術的条件の検討を行うこととした。

第2章 6GHz 帯無線 LAN の周波数拡張等に係る技術的条件

2.1 6GHz 帯無線 LAN (SP モード) の通信距離と想定ユースケース

2.1.1 6GHz 帯無線 LAN (SP モード) の通信距離

Standard Power (SP) モードとは、6GHz 帯無線 LAN の屋内外での利用を認める標準出力モードである。SP モードでの通信は、より出力の低い Very Low Power (VLP) モードや Low Power Indoor (LPI) モードと比較して、通信距離が伸び、通信速度やエリアカバーに優れているという特徴がある(図2-1参照)。一方で、電波の出力が強く、かつ屋外での利用も想定されているため、6GHz 帯の既存無線システムに対して有害な干渉を与えないよう、AFC システムの導入が不可欠であり、同システムの導入により利用が可能となる。

SPモードの通信距離 (自由空間での理論値)

- ・ 6500MHzでアンテナ利得3.5dBiで試算
- ・ 受信電力については、-54dBm、-60dBm (室内、屋外それぞれで動画視聴等が可能な値)、-75dBm (IoTやSNS等の最低限ネットを使用可能な値) で試算

$$d[\text{km}] = 10^{(P_{\text{tx}}[\text{dBm}] - P_{\text{rx}}[\text{dBm}] + G_{\text{rx}}[\text{dBi}] - 32.4 - 20 \log f_{\text{c}}[\text{MHz}])/20}$$

	送信電力 (e.i.r.p)	受信電力		
		-54 dBm	-60 dBm	-75dBm
VLP	14dBm	約14m	約28m	約156m
LPI	23dBm	約39m	約78m	約439m
SP (子局)	30dBm	約88m	約175m	約982m
SP (親局)	36dBm	約175m	約348m	約1959m

VLPとSP(36dBm)を比較すると、
例えば-75dBmでは通信距離にして
約12~13倍、カバレッジは約160倍

図2-1 SPモードの通信距離

表2-1 6GHz 帯無線 LAN の運用形態

タイプ	機能
Standard Power (SP) モード	高出力で屋外・屋内利用を想定し、アクセスポイント (AP) が運用される場所の位置情報を用いてデータベースを参照し使用するチャンネル、出力を決定する。ステーション (STA) はデータベースの情報に基づく運用パラメータで動作する AP に接続して使用される。
Low Power Indoor (LPI) モード	屋内限定で運用するよう設計した AP、及びその AP に接続して動作する STA との間で運用される。
Very Low Power (VLP) モード	送信電力を小さくすることで端末の運用場所、実装形態に制限がないモード。送信電力や周波数を制御する AP、及びその AP に接続して動作する STA との間で運用される。

2.1.2 想定されている主なユースケース

SPモードは、今後屋外を中心とした利用の拡大が見込まれる。図2-2に示すとおり、一次産業・二次産業・三次産業それぞれでの活用ニーズに加え、屋外インフラ監視、医療、教育等でのニーズも存在している。SPモードを使用することで今まで届かなかった場所に通信を行き渡らせることも可能になることから、新規の需要の創出も期待されている。



図2-2 SPモードの活用ニーズや想定ユースケースの全体像

具体的な想定ユースケースとしては、表2-2に記載のとおり、工場等におけるミッションクリティカル（高い信頼性が要求される）な業務での利用や、屋外スタジアム等での利用可能なチャネル数を増やすといったもののほか、レジャー施設等での通信中継による施設内網羅のために利用することも想定される。

表2-2 SPモードの具体的な想定ユースケース

例① 工場等におけるミッションクリティカルな業務 (AGV・遠隔制御装置利用等) 等	AGV (無人搬送車) を工場内で利用する際に、電波が途切れてコントロールを失うことを回避することに有用であることから、工場や倉庫等において、例えば AGV で部品を運ぶようなラインを組んでいる会社にニーズがある。工場や倉庫等における AGV 以外の遠隔制御装置の利用にも有効である。また、ミッションクリティカルな業務以外の工場における用途、例えば映像伝送系 (モニタリング、AI による製品の画像キズ検知等) のニーズも高い。
例② 屋外スタジアム等での利用可能なチャネル数増加	現状、5GHz 帯は屋外の場合、12 チャネルのみ利用が可能。スタジアムは、多くの来場者があるため、多くの AP を高密度で設置する必要がある。SP モードが導入され、屋外における利用が開始されると、来場者への Wi-Fi 提供等に用いられる AP の配置の設計しやすさや通信の安定性が向上することが見込まれる。これにより、通信容量が大きくなることで、より大容量のデジタルコンテンツを届けることができるようになり、多端末同時・広帯域通信の動画視聴等が可能となる。
例③ 学校における利用や広い敷地・建物内の通信中継	学校等においても、タブレットなどの ICT デバイスを活用した授業が取り入れられ、屋内外問わず利用可能とする場合、多くの AP を設置する必要がある。また、通信を 6GHz 帯無線 LAN (SP モード) で中継し、それを末端部で 5GHz 帯無線 LAN に変換し、再中継することで施設内を網羅しており、そのような利用は日本でも考えられる。

図2-3に、表2-2の例①工場等におけるミッションクリティカルな業務での利用イメージを示す。工場では既に2.4GHz帯や5GHz帯などのWi-Fiが多く使用されており、DX推進・AIロボット等新技術の導入などミッションクリティカルな通信が必要だが、金属製の機器等が多く設置されており電波が届きにくい環境である。このような環境においても、エリアの隅まで漏れなくカバーし、干渉を低減させなければならないため、SPモードの利用が期待されている。

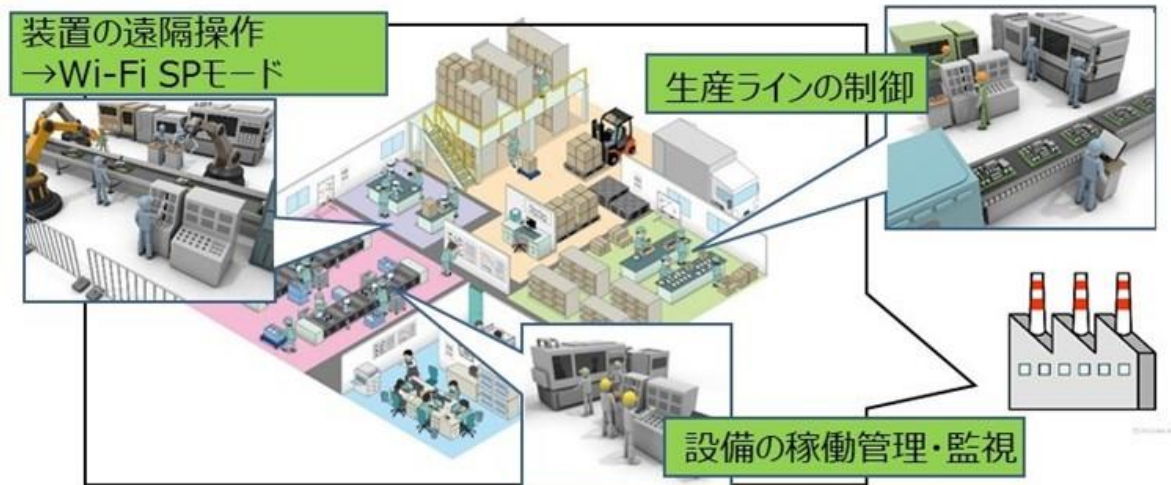


図2-3 例①の工場での利用イメージ

図2-4に、表2-2の例②屋外スタジアム等での利用可能なチャネル数が増加する環境での利用イメージを示す。スタジアムや競技場では、多くのユーザーが密集している環境において、高速・大容量で、安定性の高い通信が要求される。比較的広いエリアの中で隅々まで漏れなくカバーし、かつ、多数のユーザーの大容量トラフィックを処理する必要があることから、高密度でAPを設置しなければならず、屋外で多くのチャネルが必要となるため、SPモードの利用が期待されている。



図2-4 例②の屋外スタジアムでの利用イメージ

図2-5に、表2-2の例③学校における利用イメージを示す。学校等では、グラウンド等の広い屋外でタブレット等を使った授業や部活動における映像を利用した強化練習、校舎や体育館の裏側などの防犯カメラなど広いエリアカバーが必要。また、

学校は災害時における避難所に指定されている例も多く、避難所の屋外連絡用としても有効なことから、SPモードの利用が期待されている。



図 2 - 5 例③の学校での利用イメージ

2.2 SPモードデバイス導入に関する国際動向

既に米国やカナダで実運用されており、その他の国・地域においても Upper 6 GHz 帯 (6425 - 7125 MHz) に関する WRC-23 の決議に留意しながら検討が進められている。ITU-R 地域ごとに各国・地域の最新の検討状況 (2026 年 2 月 13 日時点) をまとめるとともに、導入国及び導入予定国における技術基準や、AFC システムオペレータ要件についての比較も行う。

2.2.1 ITU-R Region 1

表 2-3 : ITU-R Region 1 の国・地域における検討状況

国・地域	主管庁	検討状況	今後の予定
英国	Ofcom	2026 年 1 月 9 日に発出された Statement ¹ にて、5,925 - 6,425 MHz 帯を対象に、無線 LAN の屋外・高出力利用を AFC システムの利用を条件に認めることを発表。同時に Public consultation ² を開始し、SP モードデバイスの技術的条件、AFC システムの技術的要件、AFC Service Provider (AFCSP) の登録プロセス ³ についての意見募集を実施中。	2026 年夏に Statement を発出予定。その後、AFC Service Provider の申請 (application) 受付開始予定。
		2026 年 1 月 9 日に 6,425 - 7,125 MHz 帯を対象とする以下の Ofcom 提案に関して Public consultation ⁴ を開始。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 6 GHz 高域帯 (Upper 6 GHz) における優先的周波数共有 (prioritized spectrum sharing) を実施すること <ul style="list-style-type: none"> ➢ 6425 - 6585 MHz 帯 (160 MHz 幅) を Wi-Fi 優先帯 (Wi-Fi priority) とする ➢ 6585 - 7125 MHz 帯 (540 MHz 幅) をモバイル優先帯 (mobile priority) とすること ▪ Wi-Fi 優先帯を 6 GHz 低域帯と同じ条件で開放すること (LPI モード、VLP モード、SP モード) ▪ SP モードに限定して、Wi-Fi による“モバイル優先帯アーリーアクセス (early access)”を可能にすること 	2026 年春に mobile 認可アプローチについての Public consultation を開始予定。Statement の発出は、欧州とのハーモナイゼーションを踏まえ、2027 年後半、又は 2028 年中になる見込み。
欧州域	CEPT	SE45 にて 5,945 - 6,425 MHz を対象とする共用・両立性検討が完了し、Draft ECC Report	2026 年 5 月の ECC Report 377 を発行予定。

¹ Ofcom, “Statement and further consultation: Expanding access to the 6 GHz band for commercial mobile and Wi-Fi services”, 9 January 2026

² Ofcom, “Consultation: Enabling automated frequency coordination (AFC) in the 6 GHz band”, 9 January 2026

³ AFC システムオペレータ指定に係るスキームの位置づけ。

⁴ Ofcom, “Expanding access to the 6 GHz band for commercial mobile and Wi-Fi services”, 9 January 2026

		377 ⁵ の Public consultation 実施中。 AFC 同等の Dynamic Spectrum Access Coordination Function(DSACF)の導入を前提としている。	なお、CEPT 加盟国における導入を強制するものではない。
サウジ アラビア	GST	5,925 - 7,125 MHz を対象に Public Consultation ⁶ の提出意見を踏まえた検討が進行中。	遅くとも 2027 年までに Decision を発出予定 (Spectrum Outlook 2025-2027 ⁷ より)。
南アフリカ	ICASA	Unified Spectrum Switch(USS)という名称の AFC とは異なるシステム導入を検討しており、Public Consultation ⁸ を実施済み。5,925 - 6,425 MHz を対象とし、他国・地域と異なり、出力は Urban で 30 dBm、Rural で 36 dBm とすることを提案していた。	制度化の時期未定。

2.2.2 ITU-R Region 2

表 2 - 4 : ITU-R Region 2 の国・地域における検討状況

国・地域	主管庁	検討状況	今後の予定
米国	FCC	5,925 - 6,425 MHz (U-NII-5) と 6,525 - 6,875 MHz (U-NII-7) を対象に SP モードを導入済み。SP モードの高度化検討中 ⁹ 。	2020 年制度化完了、24 年 2 月導入開始。 SP モードの高度化完了時期未定。
カナダ	ISED	5,925 - 6,875 MHz を対象に SP モードを導入済み。	2021 年制度化完了、2023 年導入開始。
コロンビア	ANE	5,925 - 7,125 MHz を対象に Public Consultation ¹⁰ の提出意見を踏まえた検討が進行中。ANE 提案は、SP モードデバイスユーザーからのリクエスト対応窓口を ANE に設けて周波数可用性情報をオフライン提供する体制(将来的な AFC 導入可能性は否定せず)を構築するというもの。	制度化の時期未定。
ブラジル	ANATEL	5,925 - 6,425 MHz を対象に Public Consultation ¹¹ の提出意見を踏まえた検討	制度化の時期未定。

⁵ Draft ECC Report 377 “Sharing and compatibility studies related to Wireless Access Systems including Radio Local Area Networks (WAS/RLAN) up to 4 W e.i.r.p. in the frequency band 5945 - 6425 MHz”, CEPT

⁶ Light Licensing Regulations Annex for the 6 GHz Frequency Band, <https://new.cst.gov.sa/en/regulations-and-licenses/public-consultations/publicconsultation-62>

⁷ Spectrum Outlook for Commercial and Innovative Use 2025-2027, <https://www.cst.gov.sa/en/media-center/news/N2025063001>

⁸ Draft Regulations On Dynamic Spectrum Access, <https://www.icasa.org.za/legislation-and-regulations/draft-regulations-on-the-dynamic-spectrum-access>

⁹ FCC 20-51, “Report & Order and Further Notice of Proposed Rulemaking”, In the Matter of Unlicensed Use of the 6 GHz Band ET Docket No. 18-295, Expanding Flexible Use in Mid-Band Spectrum Between 3.7 and 24 GHz GN Docket No. 17-183, April 24, 2020

¹⁰ ANE, “ANE propone habilitar la banda de 6 GHz para uso libre en exteriores”, 18 de Septiembre de 2024

¹¹ ANATEL, “CONSULTA PÚBLICA Nº 79”, 21 de novembro de 2022

が進行中。

米国では SP モードデバイスに該当する設備種別（図 2-6 参照）の合計で 500 を超える機種が FCC 認証（我が国における技術基準適合証明や工事設計認証に相当）を取得し、市場に出回っている状況（2025 年 12 月 15 日時点）である（表 2-5 参照）。今後、外国向け機種を日本向けにローカライズする動きや、これらの機種の日本国内での利用を望む声が出てくると予想される。

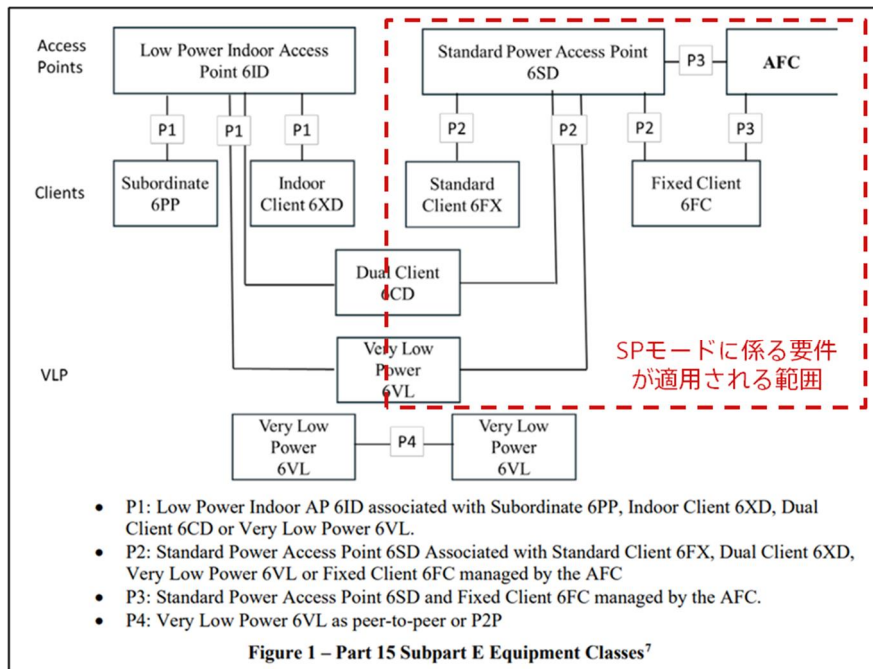


図 2-6 : 米国 FCC の定義する 6GHz 帯無線 LAN の設備種別（KDB 987594¹²より抜粋）

表 2-5 : 6GHz 帯無線 LAN の設備種別毎の FCC 認証取得済み機種数（VLP は除外）

6GHz 帯無線 LAN の設備種別	認証取得済み機種数
SP アクセスポイント (6SD)	85
固定クライアント (6FC)	11
SP クライアント (6FX)	7
デュアルクライアント (6CD)	404
合計	507

2.2.3 ITU-R Region 3

表 2-6 : ITU-R Region 3 の国・地域における検討状況

国・地域	主管庁	検討状況	今後の予定
韓国	MSIT	韓国版周波数自動調整システムの導入検討	制度化の時期未定。

¹² OET Knowledge Database (KDB), “987594 D01 U-NII 6GHz General Requirements v03r01”, <https://apps.fcc.gov/oetcf/kdb/forms/FTSSearchResultPage.cfm?id=277034&switch=P>

		中 ¹³ 。検討状況の詳細不明。	
オーストラリア	ACMA	2025年11月から2026年2月までの期間、AFCシステム導入のフレームワークに関してPublic consultation ¹⁴ を実施。5,925 - 6,585 MHzへのSPモード導入を検討中	別途AFCシステムオペレータに認定に係るPublic consultationを実施予定。制度化時期未定。

2.2.4 SPモードデバイスの技術基準比較

導入済みの米国、カナダ、5,925 - 6,425 MHz帯への導入を決定した英国とで、一部技術基準に違いが見られる。表2-7に要件の比較をまとめる。

表2-7：SPモードデバイスの技術基準の比較

		米国 ¹⁵	カナダ ¹⁶	英国 ¹⁷
対象周波数帯 (MHz)		5,925 - 6,425 6,525 - 6,875	5,925 - 6,875	5,925 - 7,125 ¹⁸
等価等方輻射電力 (e.i.r.p) の上限	SP アクセスポイント & 固定クライアント	36 dBm		
	SP クライアント	30 dBm	24 dBm	
等価等方輻射電力 (e.i.r.p) の電力スペクトル密度 (PSD) 上限	SP アクセスポイント & 固定クライアント	23 dBm/MHz		
	SP クライアント	17 dBm/MHz	11 dBm/MHz	
SP クライアントの送信電力制御 (TPC) 要件		親局となるSPアクセスポイントの出力よりも6 dB以上下げる。		親局となるSPアクセスポイントの出力以下にする。
屋外設置時の仰角による出力制限		水平面に対して仰角30度を超えると、ここで測定される e.i.r.p. の最大が 21 dBm (125 mW) を超えないものとする。		なし
コンテンツベースプロトコル		SP クライアントは実装必須		SP アクセスポイント、固定クライアント、SP クライアントの全てで実装必須

¹³ MSIT, “대한민국 스펙트럼 계획” (Korea Spectrum Plan), 2024. 8. 30.

¹⁴ ACMA, “Views on 6 GHz band spectrum sharing for Automatic Frequency Coordination”, 05 Nov 2025

¹⁵ 47 CFR Part 15 Subpart E Unlicensed National Information Infrastructure Devices, <https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-E>

¹⁶ RSS-247 Radio Local Area Network (RLAN) Devices Operating in the 5925 - 7125 MHz Band, <https://ISED-ISDE.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/devices-and-equipment/radio-equipment-standards/radio-standards-specifications-rss/rss-248-radio-local-area-network-rlan-devices-operating-5925-7125-mhz-band>

¹⁷ Ofcom の提案内容に基づいて掲載

¹⁸ 6425 - 7125 MHz 帯については決定ではなく、現在 Public consultation (脚注 1) を通じて意見募集中。

スペクトラムマスク規定	FCC マスク(47 CFR 15.407(b)(7))	ETSI EN 303 687 ¹⁹		
ジオロケーション要件	95%信頼度の方法により場所及び位置不確実性を推定可能な機能を具備すること。			
利用規定	石油プラットフォームでの利用	禁止	禁止	規定なし
	移動体(車、電車等)での利用	禁止	禁止	禁止
	船舶利用 ²⁰	禁止	禁止	(不明)
	無人航空機との通信又は制御	禁止	禁止	禁止

2.2.5 AFC システムオペレータ要件の比較

導入済みの米国、カナダ、2026年夏頃にオペレータ募集開始予定の英国では、AFCシステムの運用主体(オペレータ)の要件に違いが見られる。表2-8に要件の比較をまとめる。

表2-8：米国、カナダ、英国のAFCシステム運用主体の要件の比較

	米国	カナダ	英国 ²¹
運用主体の名称	AFC system operator (略称なし)	AFC system administrator (略称: "AFCSA")	AFC service provider (略称: "AFCSP")
運用主体の認定プロセス	1. 申請書の審査 2. 評価及び試験 3. 試験結果の審査及び承認	1. 申請書の審査 2. 評価及び試験 3. 指定手続き (designation)	1. 申請書の審査 2. 評価及び試験 3. 登録手続き (registration)
任期	5年(更新可能)	定めなし ²²	
申請費用	なし		
料金	機器登録及び周波数可用性提供の対価として料金を徴収することが認められる。合理的でない価格であると認められる場合には、変更をFCCから要求される場合がある。	機器登録及び周波数可用性提供の対価として料金を徴収することが認められる。合理的でない価格であると認められる場合には、変更をISEDから要求される場合がある。	AFCSP間の競争促進のため、利用者への課金額に係る規定は設けない。
監査手続き	監査規定はCFR Part 15に	いつでも技術的要件及び運用要件の順守に関する監査要求を受ける可能性がある。最初の要請から30暦日以	いつでも監査要求を受ける可能性がある。最初の要請から30暦日以内に必要な情報及び文書を提供する義務あり。

¹⁹ ETSI EN 303 687 V1.1.1 (2023-06) 6 GHz WAS/RLAN; Harmonised Standard for access to radio spectrum, https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303600_303699/303687/01.01.01_60/en_303687v010101p.pdf

²⁰ 海面温度のリモートセンシングを行う地球探査衛星 (earth exploration satellite service) を保護するために禁止している。

²¹ Ofcom の提案内容に基づき記載。

²² Ofcom は「規制及び監督に係る Ofcom 及び AFCSP 双方の負担を軽減させるため」としている。

	は設けられていない。 ²³	内に必要な情報及び文書を提供する義務あり。是正措置が講じられない場合、適時に指定取消や事業停止の処分を受ける場合あり。	Ofcom による AFC システムへのアクセスも含む。適時に是正措置が講じられない場合、罰金や指定取消、事業停止等を受ける場合あり。
撤退時の義務	停止日の遅くとも 30 日前に FCC に対して書面通知を行うこと。全ての登録データを他の AFC system operator へ移管すること。	登録データや関連情報を他の AFCSA へ移管する手続きを速やかに進めること。他 AFCSA が存在しない場合には ISED へ移管すること。	停止日の遅くとも 90 日前に Ofcom に対して書面通知を行うこと。
現行の運用主体	民間 9 社 (2025 年 10 月付) ^{24,25,26}	民間 4 社 (2025 年 5 月付) ²⁷	少なくとも 10 社が運用主体として AFC システム提供への関心あり ²⁸
非公開無線局 (既存システム) の取り扱い	なし		あり
越境調整 (cross-border coordination)	カナダ側既存システム保護のため、ISED の公開する SMS (Spectrum Management System) ²⁹ にアクセスして必要データをダウンロードし、国内既存システムと同様に保護する。メキシコ側との調整は現時点で未実施。	米国側既存システム保護のため、FCC の公開する ULS (Universal Licensing System) ³⁰ にアクセスして必要データをダウンロードし、国内既存システムと同様に保護する。	アイルランド側既存システム保護のため、ComReg の公開するウェブサイト ³¹ にアクセスして必要データをダウンロードし、国内既存システムと同様に保護する。

²³ CFR 0.241(k)に基づき、OET Chief に AFC system 及び AFC system operator の管理に係る権限が委任されており、「各 AFC system operator の継続的な許容に係る判断」も権限の一つとされる。これを根拠とする監査が実施される可能性はあると考えられる。

²⁴ DA 24-166 “OET Announces Approval of Seven 6 GHz Band Automated Frequency Coordination Systems for Commercial Operation and Seeks Comment on C3 Spectra's Proposed AFC System”, Feb 23, 2024, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-24-166A1.pdf>

²⁵ DA 25-47 “OET Announces Conditional Approval of C3 Spectra's 6 GHz Band Automated Frequency Coordination System and Seeks Comment on Axon Networks' Proposed AFC System”, January 15, 2025, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-25-47A1.pdf>

²⁶ DA 25-559 “OET Announces Approval of Axon Networks' 6 GHz Band Automated Frequency Coordination System for Commercial Operation”, June 27, 2025, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-25-559A1.pdf>

²⁷ List of designated Dynamic Spectrum Access System Administrators (DSASAs), <https://ised-isde.canada.ca/site/certification-engineering-bureau/en/list-of-designated-dynamic-spectrum-access-system-administrators>

²⁸ 2025 年 2 月に実施の Public consultation に対する Response に基づき集計。

²⁹ 6 GHz band data extracts for AFC systems, <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-system/en/download-sms-data#six-ghz-band>

³⁰ Daily & Weekly Transaction Files, <https://www.fcc.gov/uls/transactions/daily-weekly>

³¹ ComReg Siteviewer, <https://siteviewer.comreg.ie/#/fixed-links>

干渉対応に係る役務	規則上明記なし。	固定局情報の不備による干渉事案は免許人の責任。SP モードデバイスの利用に由来する干渉事案は ISED の責任。ISED の指示に従うことが AFCSA の役務。	SP モードデバイスの利用に由来する干渉事案は Ofcom の責任。Ofcom の指示に従うことを AFCSP の役務とする。
干渉報告先	AFC system operator 共同運営の干渉報告ポータル ³²	最寄りの ISED 支所	(現時点では提案確認できず)
発生しうる命令内容	<ul style="list-style-type: none"> ・内部データに不備が疑われる場合のデータの検証、訂正、除外。 ・指定されたエリアにおける SP モードデバイスの利用停止。 	<ul style="list-style-type: none"> ・SP モードデバイスの全てのログを最終アクセスから 90 暦日保全し、ISED の要求があればそれを全て ISED に対して開示すること。 ・特定のテストケースを実行した結果を提供すること ・ISED の要求に従って、特定の SP モードデバイスや SP モードデバイスのモデル単位で、周波数可用性の提供を拒否すること ・ISED の要求に従って、指定されたエリアにいる SP モードデバイスへの周波数可用性の提供を拒否すること ・AFC システムの運用上の問題又は欠陥、及び/又は AFC システムが DBS-06³³ 規格に規定された技術的及び/又は運用上の要件を満たしていないことに関連する干渉の懸念を解決するために、適切な是正措置を講じること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Ofcom の要求に応じて、その要求で指定された期間内に、SP モードデバイスの登録データ及び関連する連絡先情報、指定された期間及び/又は地域内の AFC システムにおける SP モードデバイスの照会及び応答のログを提供する。 ・特定のテストケースを実行した結果を提供すること。 ・特定の SP モードデバイスや特定のカテゴリの SP モードデバイス又は指定されたエリアへの設置又は特定のチャネルを利用する SP モードデバイスの利用停止。 ・Ofcom が指定した方法及び妥当な期間で、干渉問題に対処するための適切な是正措置を講じること

³² 6 GHz Automated Frequency Coordination (AFC) Systems Interference Reporting Portal, <https://www.afcoperators.org/user/login?destination=/afc-interference-reporting-form>

³³ DBS-06 Automated Frequency Coordination (AFC) System Specifications for the 6 GHz Frequency Band (5925 - 6875 MHz), <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/devices-and-equipment/radio-equipment-standards/database-specifications-dbs/dbs-06-automated-frequency-coordination-afc-system-specifications-6-ghz-5925-6875-mhz-frequency-band>

2.3 既存無線システムとの共用検討

2.3.1 共用検討の対象無線システム等

6 GHz 周波数帯は、図 2-7 に示すとおり、国内においては固定、固定衛星（地球から宇宙）、移動へ（一次）分配され、電気通信業務、放送事業、公共業務等の目的で使用されている。さらに、国内脚注 J39 に従い、6650 - 6675.2 MHz 帯の使用については、「電波天文業務を有害な混信から保護するための実行可能な全ての措置を執らなければならない」とされている。

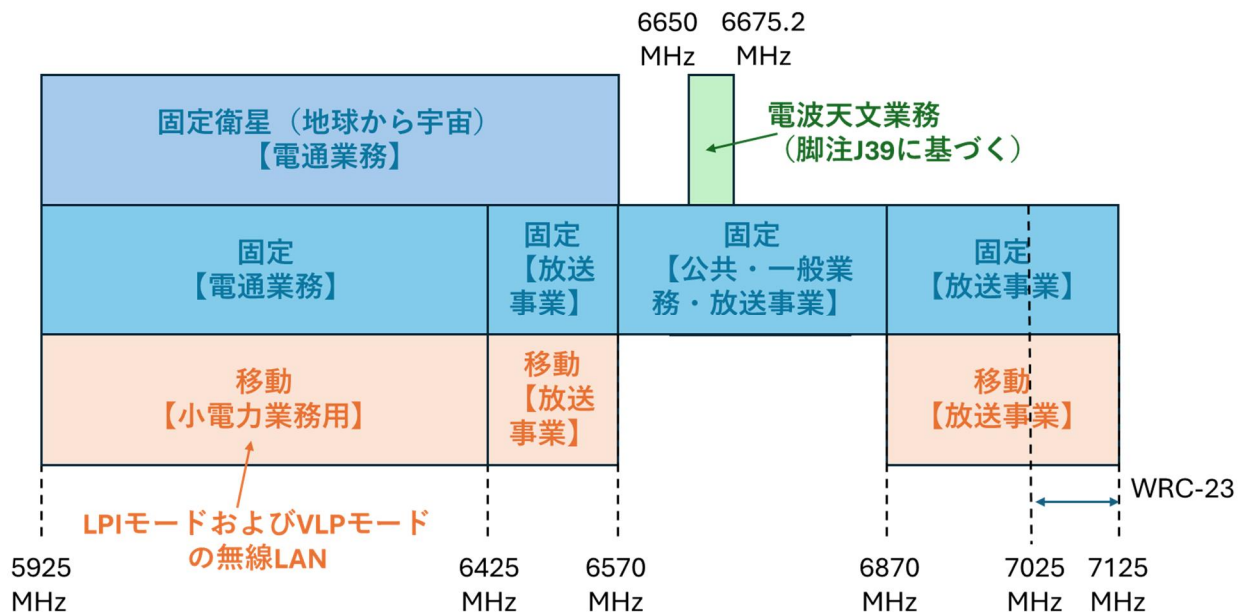


図 2-7 : 5925 - 7125 MHz 帯の国内周波数分配 (【】内は「無線局の目的」)³⁴

我が国においては、既に 5925 - 6425 MHz 帯は LPI モード及び VLP モードの無線 LAN に開放されている中、高出力化や周波数拡張のために、SP モードの導入に向けた既存システムとの共用検討が進められてきた。以下において、これまでに実施された共用検討の結果を整理する。

2.3.2 固定衛星（地球から宇宙）との共用検討³⁵

固定衛星（地球から宇宙）との共用検討については、ECC Report 302³⁶を参考に、アグリゲートモデルを用いてフットプリント内の与干渉端末からの干渉総和量を算出し、共用条件を満たすかどうかの分析が行われた。

³⁴ 「周波数割当計画」（令和 7 年 4 月 1 日現在）のうち「第 2 周波数割当表」に基づき作図

³⁵ 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 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「無線 LAN システムの高度化利用に係る技術的条件」のうち「6GHz 帯無線 LAN の導入のための技術的条件」（令和 4 年 4 月 19 日陸上無線通信委員会），https://www.soumu.go.jp/main_content/000810602.pdf

³⁶ ECC Report 302 “Sharing and compatibility studies related to Wireless Access Systems including Radio Local Area Networks (WAS/RLAN) in the frequency band 5925 - 6425 MHz”, approved 29 May 2019, <https://docdb.cept.org/download/cc03c766-35f8/ECC%20Report%20302.pdf>



図 2-8：無線 LAN から静止衛星システム (Uplink) への干渉モデル

ここでは、日本国内で運用されている代表的な衛星システムとして、表 2-9 に示すシステムとの共用検討が行われた。

表 2-9：検討対象の衛星システム

衛星システム	JCSAT-5A	JCSAT-2B	JCSAT-3A	N-Star e
経度	E-132°	E-154°	E-128°	E-136°
カバレッジ内総人口	4,775,600,000	1,247,600,000	4,775,600,000	77,807,046
干渉許容値	I/N = -13.5 dB (Rec. ITU-R WP5A Contribution 874 ^{*1} に記載の I/N=-10.5dB に-3dB のサービス分配を加味)			
I/N [dB] ^{*3}	< -19.6	< -20.8	< -21.5	< -18.2 ^{*2}

*1: Rec. ITU-R Working Party 4A (2018). Reply liaison statement to Working Party 5A - WRC-19 agenda item 1.16 (RLAN) で規定されているものだが、周波数帯が隣接しており、かつ周波数の分配状況がほぼ同一なので拡張して適用。Rec. ITU-R S. 1432-1 [24]に基づき、ある仮定の下特定の環境下について算出される値と一致する。

*2: 6345-6425MHz (80MHz 幅) のシングルチャネルのためグラフ表示はしていない

*3: 屋外 SP 端末に対して仰角による電力制限を考慮した場合及び考慮しない場合の両方で検討を行ったが、ここでは仰角による電力制限を考慮した I/N の数値を記載

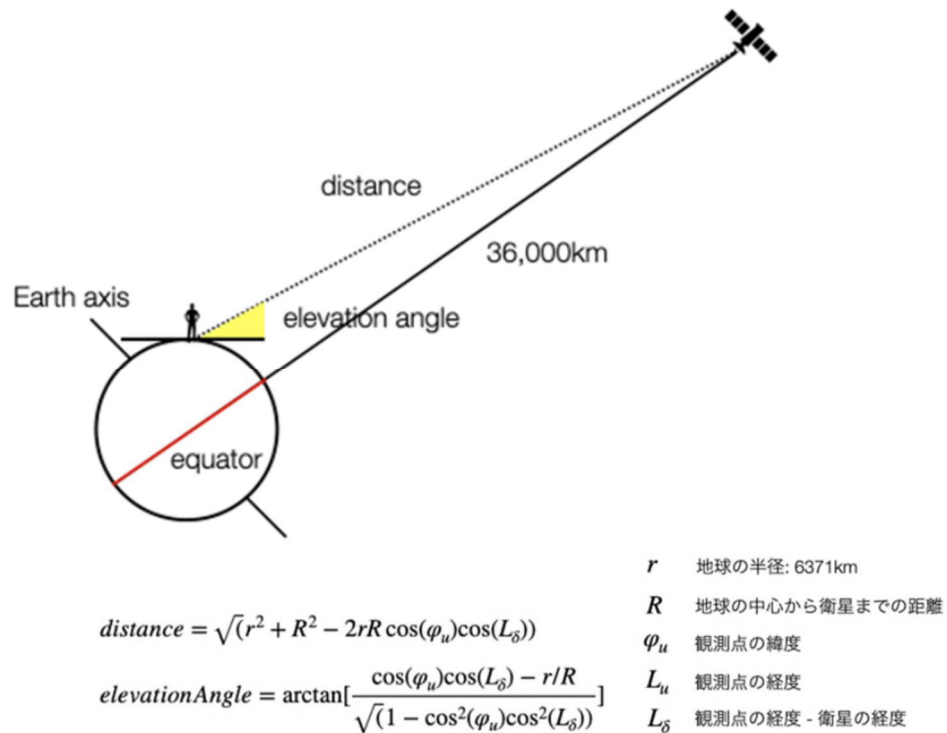


図 2-9 : 固定衛星局と地球上の与干渉端末の位置関係

図 2-9 に示す位置関係を踏まえて SP モードを加味して I/N を計算した結果、I/N = -13.5 dB の基準を満足し、また、仰角に応じた電力制限を加味する場合には 5 dB 程度のマージンを確認された (表 2-9 参照)。そのため、仰角に応じた電力制限を設けることにより、SP モード無線 LAN と固定衛星 (地球から宇宙) との共用は可能と結論付けられた。

2.3.3 固定との共用検討³⁷

固定との共用検討については、電通業務・公共・一般と、放送業務に分けて共用検討が実施された。

(1) 電通業務・公共・一般の場合

令和 4 年度に、SP モードの無線 LAN と電通業務・公共・一般業務用固定局の周波数、受信局配置を考慮した所要 I/N (所要 C/I) の干渉検討が机上ベースで実施された。空中線電力 30 dBm、アンテナゲイン 0 dBi の SP モードデバイス (e. i. r. p. 1W) を様々な場所に配置した際の I/N をヒートマップとして地図上に展開し、同固定回線の保護エリアの視覚化が検討された。この視覚化はさまざまな電波伝搬モデルを使用して行われている。

³⁷ 令和 4 年度調査検討会報告書より抜粋して掲載。

表 2-10：被干渉側のパラメータ

パラメータ		備考
周波数 [MHz]	6500	実運用の周波数に近い数字を適用
受信帯域幅 [MHz]	28.5	電波法関係審査基準 P.939 の 4 R3 年度検討条件より
アンテナ特性	実アンテナ特性 最大利得 39.2dBi	
地上からのアンテナ高 [m]	232(A 地点)、100(B 地点)	
受信機 NF [dB]	4	電波法関係審査基準 P.939 の 4 R3 年度検討条件より
フィーダーロス [dB]	1	R3 年度検討条件より
受信機雑音レベル [dBm]	-95.2	NF:4dB を含む/R3 年度検討条件より
干渉許容値	I/N = -10dB	長時間干渉基準: Rec.ITU-R F.758-7 [7] (米国 FCC では干渉許容値として I/N=-6dB を採用されている。)

表 2-11：与干渉側（無線 LAN のパラメータ）

パラメータ		備考
送信帯域幅 [MHz]	20	
空中線電力 [dBm]	30	SP モードを想定
送信アンテナ特性	最大利得: 0dBi (無指向性)	
人体による損失 [dB]	0	

一例として新宿区内の固定局と無線 LAN とのシミュレーション検討を紹介する。新宿区にある固定局 A 局を被干渉局として、無線 LAN を高さ 1.5 m で使用した場合の A 局に対する干渉量のシミュレーションを行った。図 2-10 が保護エリア（コンター）のシミュレーション結果の一つである。

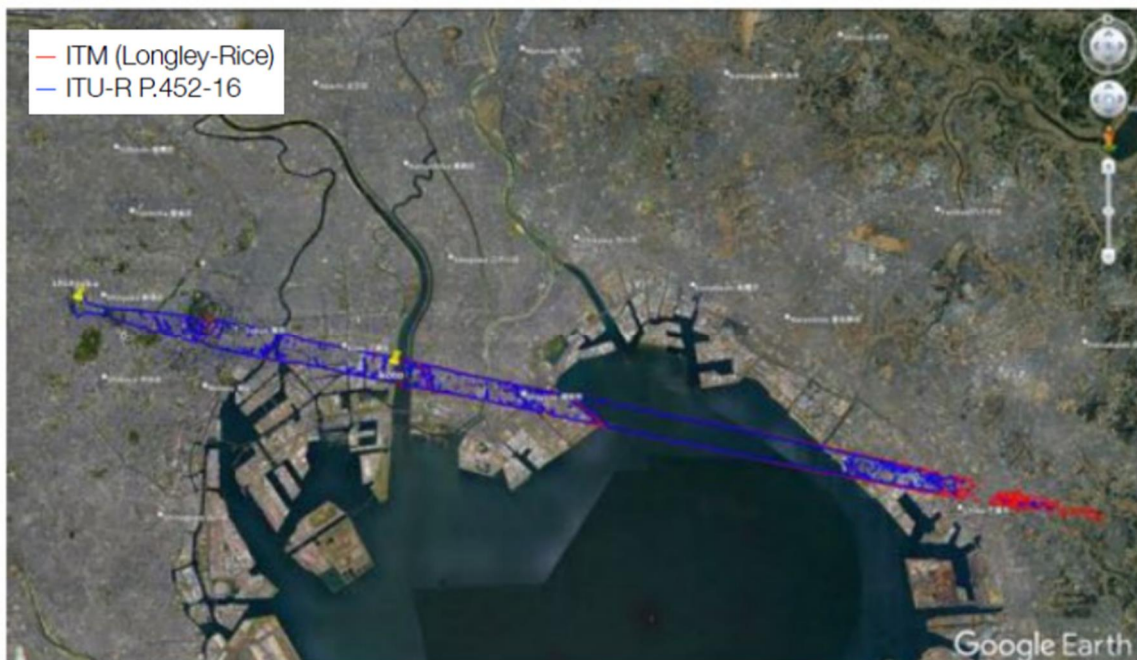


図 2-10 新宿区内の固定局についての保護エリア（コンター）のシミュレーション結果

本シミュレーション結果では、ITU-R P.452-16 による電波伝搬モデルを用いた場合と比較して、ITM (Longley-Rice) による電波伝搬モデルの方が、干渉保護エリアが大きい結果となった。なお、コンター領域内で無線 LAN が使われた場合に、被干渉側に必ず影響があるというわけではなく、また、領域内であっても AFC システムの適用により干渉保護基準を満足するように無線 LAN の送信出力を低減又は使用可能なチャネルを使用するなどの運用方法が考えられる、という分析結果が得られている。また、4 W e. i. r. p に増加させても、それに応じて必要な保護エリアの形状が大きくなるため、既存システムとの共用条件は変わらないと考えることが可能である。

(2) 放送システムの場合

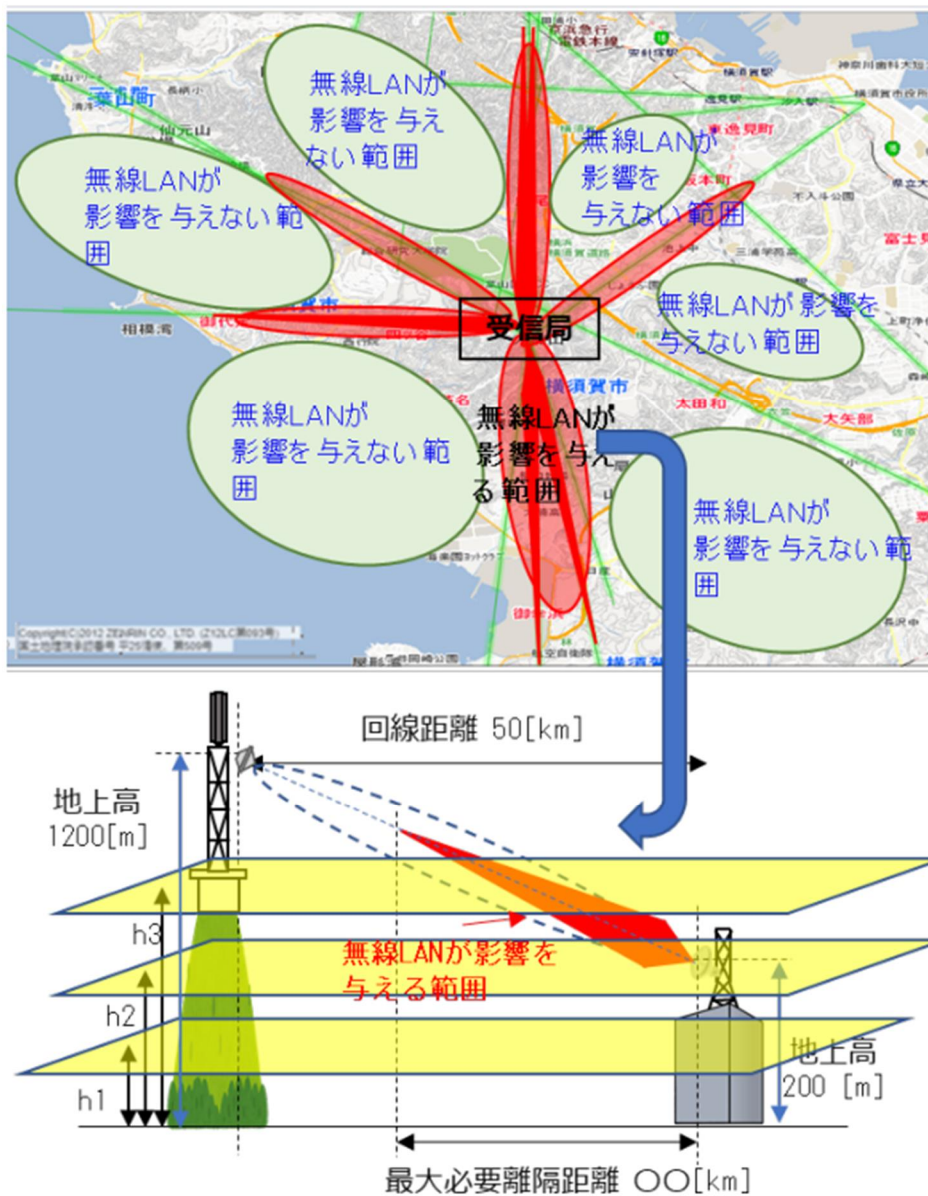


図 2-11：放送システム保護エリアのイメージ図

SP モード (e. i. r. p. 1W) における保護エリアの計算により、検証が行われた。与干渉側 (無線 LAN)、被干渉システム (放送業務用固定局) のパラメータを下表にそれぞれ示す (一部の表のみ掲載)。

表 2-12 : 無線 LAN パラメータ

項目		パラメータ 1		
送信アンテナ高 (地上高)		1.5m	28.5m	高い建物での 運用想定高
送信帯域幅		20MHz		
送信電力		1W[30dBm]		
送信アンテナ特性		最大利得:0dBi(水平面無指向性)		
送信アンテナ指向性		WAS elevation antenna pattern Rec. ITU-R M.1652-1		
人体による損失		0dB		
建物侵入損		屋外0dB/ 屋内16.8dB(traditional)/ 屋内32.4dB(Thermally-efficient) (Rec. ITU-R P.2109)		
電波伝搬モデル	0m <= d < 30m	Free Space Pass Loss		
	30m <= d < 1000m	WINNER II (※1)		
		Rec. ITU-R P.452-16		
	d >= 1000m	クラッター損失 31.3dB (Rec. ITU-R P.2108-1 Clutter Loss(中央値50%))	クラッター損失 0dB (※2)	

※1 : WINNF-TS-1014 V1.2.1(P.43)に基づき、WINNER IIで設定されている見通し確率を用いて、LOSとNLOSの伝搬モデルを組み合わせた計算式で計算を実施。

※2 : 高い建物での運用想定高の条件では、無線LAN-被干渉アンテナ(受信側)の伝搬区間に高層建造物が存在しないものとし、クラッター損失は0dBで設定。

表 2-13 : 放送業務用固定局パラメータ

項目	パラメータ				
放送業務用固定局	映像TSL 大山 →赤坂	映像TSL 筑波 →台場	音声STL 半蔵門 →六本木	音声STL 浜松町 →池袋	音声STL 墨田 →葛蒲
回線距離	52.53km	72.56km	1.83km	8.80km	43.43km
周波数	Dバンド	Dバンド	Mバンド	Mバンド	Mバンド
受信帯域幅	14MHz	14MHz	375kHz	375kHz	375kHz
受信アンテナ指向性	Rec. ITU-R F.1245				
受信アンテナ利得	42.7dBi	42.3dBi	35.6dBi	35.6dBi	38.1dBi
受信アンテナ高 (海拔高)	200.4m	130.8m	267.2m	267.2m	38.0m
受信系損失	7.1dB	3.5dB	10.0dB	10.0dB	4.0dB
受信機雑音レベル	-109.8dBm/MHz				
干渉許容値	I/N=-10dB				

これらパラメータを用いて順次行ったシミュレーションにより作成した各無線回線のI/Nのヒートマップを以下に示す(一部のみ掲載)。

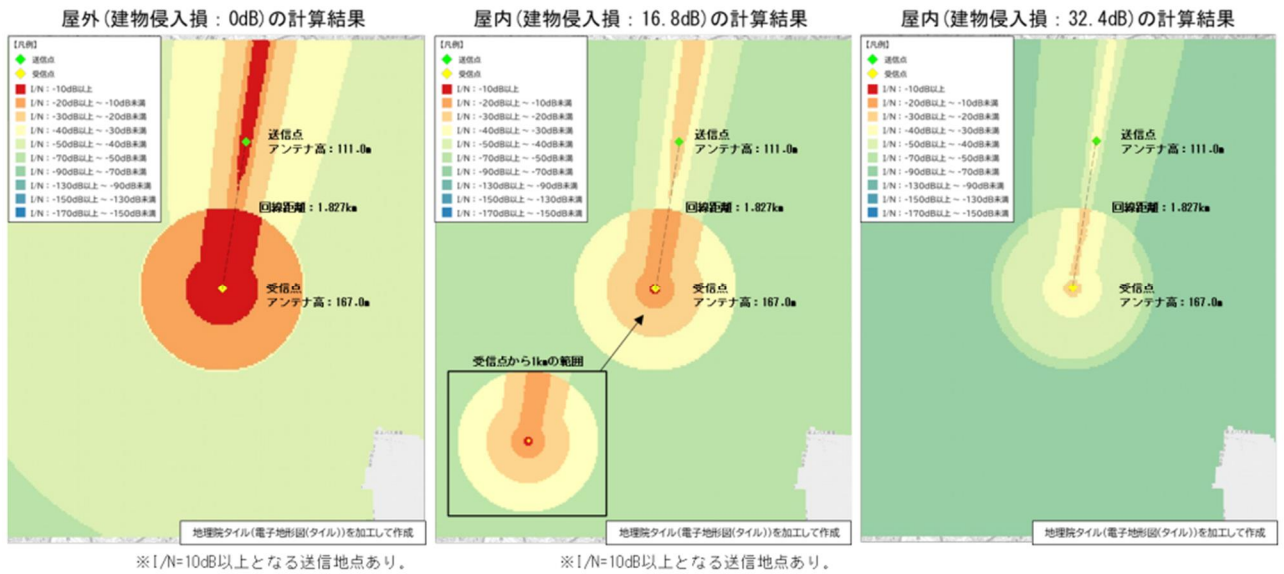


図 2-12 : 音声 STL 半蔵門→六本木 無線 LAN 地上高 28.5m

検討結果のまとめは以下のとおり。

表 2-14 : SP モード (e. i. r. p. 1W) における保護エリアの検討結果のまとめ

無線 LAN 送信高	1.5m	28.5m	高い建物での運用想定高
映像 TSL 大山→赤坂	屋外、屋内(Traditional、thermally-efficient)の全ての無線 LAN 送信地点で I/N=-10dB 未満となった。	屋外、屋内(Traditional、thermally-efficient)の全ての無線 LAN 送信地点で I/N=-10dB 未満となった。	建物侵入損の値によって受信電力は異なるが、全てのパターンにおいてポアサイト方向で I/N=-10dB 以上となった。
映像 TSL 筑波→台場	屋外は受信点からポアサイト方向に対して水平距離約 7.5km 以内の無線 LAN 送信地点で I/N=-10dB 以上となった。	屋内(Traditional)は受信点からポアサイト方向に対して水平距離約 200m 以内の無線 LAN 送信地点で I/N=-10dB 以上となった。	建物侵入損の値によって受信電力は異なるが、全てのパターンにおいてポアサイト方向で I/N=-10dB 以上となった。
音声 STL 半蔵門→六本木	屋外は受信点から 1km 以内、ポアサイト方向 1.6km 以遠で I/N=-10dB 以上となった。	屋内(Traditional)は受信点からポアサイト方向に対して水平距離約 30m 以内の無線 LAN 送信地点で I/N=-10dB 以上となった。	建物侵入損の値によって受信電力は異なるが、全てのパターンにおいてポアサイト方向で I/N=-10dB 以上となった。
音声 STL 浜松町→池袋	屋外は受信点から 1km 以内、ポアサイト方向 4.0km 以遠で I/N=-10dB 以上となった。	屋屋内(Traditional)は受信点からポアサイト方向に対して水平距離約 50m 以内の無線 LAN 送信地点で I/N=-10dB 以上となった。	建物侵入損の値によって受信電力は異なるが、全てのパターンにおいてポアサイト方向で I/N=-10dB 以上となった。
音声 STL 墨田→葛蒲	屋外は受信点からポアサイト方向に対して水平距離約 10km 以内の無線 LAN 送信地点で I/N=-10dB 以上となった。	建物侵入損の値によって受信電力は異なるが、全てのパターンにおいてポアサイト方向で I/N=-10dB 以上となった。	建物侵入損の値によって受信電力は異なるが、全てのパターンにおいてポアサイト方向で I/N=-10dB 以上となった。

無線 LAN の送信高が被干渉回線のフレネルゾーンに近い高さで使用される条件下では、建物侵入損が Thermally-efficient (32.4 dB) の場合もポアサイト方向で I/N の値が I/N = -10 dB 以上となることが改めて確認された。これ以外の放送受信アン

テナのボアサイト近傍エリア、特に無線 LAN の使用場所の高さが低い場合には、 $I/N = -10$ dB 未満となった。 $I/N = -10$ dB 以上となるようなエリア内では、AFC のパワーコントロール機能等により、干渉許容値を満足するよう無線 LAN の送信電力を低減又は使用可能な周波数チャンネルに変更させる必要があるという可能性が示された。なお、4 W e. i. r. p に増加させても、それに応じて必要な保護エリアの形状が大きくなるため、既存システムとの共用条件は変わらないと考えることが可能である。

2.3.4 電波天文との共用検討³⁸

電波天文和歌山局を対象に、SP モードとの共用検討がシングルエントリー干渉に基づいて実施された。

表 2-15：和歌山局パラメータ

システム	電波天文	Reference
周波数	6650-6675.2MHz	
受信機帯域幅[MHz]	25.2MHz	
アンテナ特性	無指向性アンテナ(0dBi)	ITU-R RA.769-2
アンテナ高さ[m]	7.5	和歌山大学を想定
干渉基準 [dBm/MHz]	-207dBW(with 10MHz) → -207 +30 =-177dBm/10MHz	ITU-R RA.769-2

表 2-16：電波天文モデル

距離	検討モデル（電波天文）
0m <= d < 40m	Free Space Path Loss
40m <= d < 1000m	ITU-R P.452-16 (Time Percentage: 50%, with clutter(Suburban) for Tx and Rx)
D >= 1000m	Recommendation ITU-R P.452-16 (Time percentage: 50%) + ITU-R P.2108 Clutter Loss (Locaiton percentage: 50%)

図 2-13 が同シミュレーションにより得られた、和歌山局にて干渉基準値を満足するコンターを示す。水色の線で表示されたコンター内の領域では干渉基準を満たさないが、それ以外の地域では干渉基準を満たし、共用できる可能性が示された。

³⁸ 令和 4 年度調査検討会報告書より抜粋して掲載。

(地形データは国土地理院データ※を利用)



*国土地理院データ：基盤地図情報数値標高モデル
1/2.5万地形図等高線約10m四方、データID：DEM10B

図2-13：干渉基準値を満足するコンターのシミュレーション結果

令和6年度の検討においては、アグリゲート干渉の影響可能性を考慮して4dBのマージンを設け、さらに厳しい干渉保護基準 $(-177 \text{ [dBm/10MHz]} - 4 \text{ [dB]} = -181 \text{ [dBm/10MHz]})$ で検討を進めることとなった。

2.3.5 移動との共用検討³⁹

放送番組中継用移動局であるFPU (Field Pickup Unit) との共用検討が行われた。

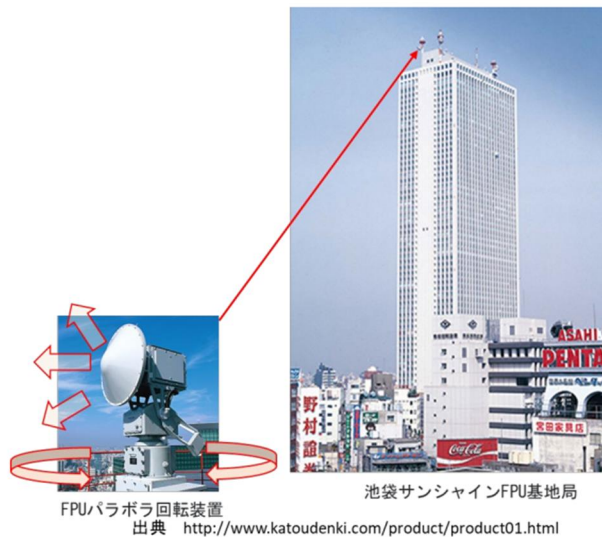


図2-14：FPU 受信基地局とFPU パラボラ回転装置

送信局 (FPU) (Cバンド、Dバンド) は、番組取材や、事件、事故、イベントなどの

³⁹ 令和4年度調査検討会報告書より抜粋して掲載。

番組素材伝送の伝送に用いられ様々な場所で運用されることから、受信局（FPU）（Cバンド、Dバンド）は可能な限り広範囲な場所から受信できるように、パラボラ回転装置を備えていることが多い。また、送信局の運用は、取材現場等に臨時で設置される形態（可搬型）のほか、車両やヘリコプターなどに搭載され、移動しながら送信する形態も存在する。

Cバンド・・・6425 - 6570 MHz

Dバンド・・・6870 - 7125 MHz

FPUパラボラ回転装置は、水平側に360度回転、垂直側に仰角80度俯角45度などあらゆる方向に回転して送信局を追尾している。FPU受信基地局は、東京においては東京スカイツリー、東京タワー、池袋サンシャインビル等の高所に、それぞれの地域や都市部においても見通しの良い高所に設置している場合が多い。

高精細度テレビジョン（HD）の移動伝送における現実的な運用モデルを想定し、QPSK、符号化率1/2の所要C/N = 5.1 dB、FPUの受信機雑音-97.4 dBmを踏まえつつ、FPUの運用マージンを6 dB確保するとして、無線LANとの共用検討におけるFPU受信入力Cは下記の値を用いることが提示された。

$$\begin{aligned} \text{FPU 受信入力 (C)} &= -97.4 \text{ (受信機雑音)} + 5.1 \text{ (所要 C/N)} + 6 \text{ (マージン)} \\ &= -86.3 \text{ dBm} \end{aligned}$$

占有周波数帯幅：17.5 MHz

放送番組中継システムの計8システムに対して、6 GHz帯無線LANとの干渉試験を実施した。

表2-17：映像FPU（OFDM方式）の室内試験結果

試験	種別	無線LAN帯域幅	映像FPU(OFDM方式) 標準受信入力					映像FPU(OFDM方式) 標準受信入力-15dB					
			無線LAN許容電力 [dBm/MHz]	帯域幅 [MHz]	無線LAN許容電力 [dBm/17.5MHz]	標準受信入力 [dBm]	所要C/N (理論値) [dB]	標準受信入力 -所要C/N	無線LAN許容電力 [dBm/MHz]	帯域幅 [MHz]	受信入力 [dBm]	受信機雑音レベル [dBm/MHz]	I/N
1	同一	20MHz	-88.9	17.5	-76.5	-55	19	-74	-104.4	17.5	-70	-109.8	5.4
2	同一	40MHz	-88.9	17.5	-76.5	-55	19	-74	-104.4	17.5	-70	-109.8	5.4
3	同一	80MHz	-88.9	17.5	-76.5	-55	19	-74	-104.4	17.5	-70	-109.8	5.4
4	同一	160MHz	-88.4	17.5	-76.0	-55	19	-74	-104.4	17.5	-70	-109.8	5.4

表2-18：映像FPU（SC方式）の室内試験結果

試験	種別	無線LAN帯域幅	映像FPU(SC方式) 標準受信入力					映像FPU(SC方式) 標準受信入力-15dB					
			無線LAN許容電力 [dBm/MHz]	帯域幅 [MHz]	無線LAN許容電力 [dBm/17.5MHz]	標準受信入力 [dBm]	所要C/N (理論値) [dB]	標準受信入力 -所要C/N	無線LAN許容電力 [dBm/MHz]	帯域幅 [MHz]	受信入力 [dBm]	受信機雑音レベル [dBm/MHz]	I/N
1	同一	20MHz	-90.4	17.5	-78.0	-61	18	-79	-108.9	17.5	-76	-109.8	0.9
2	同一	40MHz	-89.9	17.5	-77.5	-61	18	-79	-107.9	17.5	-76	-109.8	1.9
3	同一	80MHz	-89.4	17.5	-77.0	-61	18	-79	-107.9	17.5	-76	-109.8	1.9
4	同一	160MHz	-90.4	17.5	-78.0	-61	18	-79	-105.4	17.5	-76	-109.8	4.4

- ・同一チャネル干渉において、被干渉システムの標準受信入力での無線LANから受ける干渉は、概ね、被干渉システムの標準受信入力から各システムの所要C/Nを差し引いた値となった。
- ・同一チャネル干渉において、映像FPUの受信機入力が標準受信入力よりも15 dB低い条件の場合は、映像FPU（OFDM方式）で無線LAN許容電力が104.4 dBm/MHzでI/N = 5 dB程度、映像FPU（SC方式）で無線LAN許容電力が108.9～

05. 4 dBm/MHz で I/N = 1~2 dB 付近の結果（受信機雑音レベル N = -109. 8 dBm/MHz）になった。

- ・隣接チャネル干渉については、試験装置の実装周波数で試験を実施したことから、相互の周波数位置関係、ガードバンド関係が一定にならない条件となっている。ガードバンド幅が一定のときは、無線 LAN の帯域幅を広げると無線 LAN の電力密度が下がることにより最大入力電力も下がる傾向（-40. 9 dBm/MHz~-49. 4 dBm/MHz）になった。

これらの技術的検討結果から、FPU の運用マージンは小さいため、無線 LAN と移動（FPU）との周波数共用は困難と想定される、という分析がなされた。

一方、5925 - 6425 MHz 帯を使用する LPI モードにおいては、6425 MHz を超える周波数帯の FPU とは、不要発射の強度の許容値を技術基準適合証明／工事設計認証で担保することにより、隣接帯域の共用を可能にしている。そのため、SP モードの使用する周波数帯域を 5925 - 6425 MHz 及び 6570 - 6870 MHz とし、LPI モードと同じ条件で不要発射の強度の許容値を定め、技適で担保することにより、隣接帯域での共用が可能になる。

2. 3. 6 固定衛星（宇宙から地球）との共用検討⁴⁰

周波数割当表上、6700 - 7075 MHz 帯において国際分配上、固定衛星（宇宙から地球）への割り当てがある一方、国内分配上は存在しない。しかし、国内でも 6875 - 7055 MHz を使用して非静止衛星（Globalstar）による衛星通信サービスが展開され、固定衛星（宇宙から地球）の地球局が移動衛星業務（MSS）のフィーダーリンクの用途で使用されていることから、同システムとの共用検討が実施された。

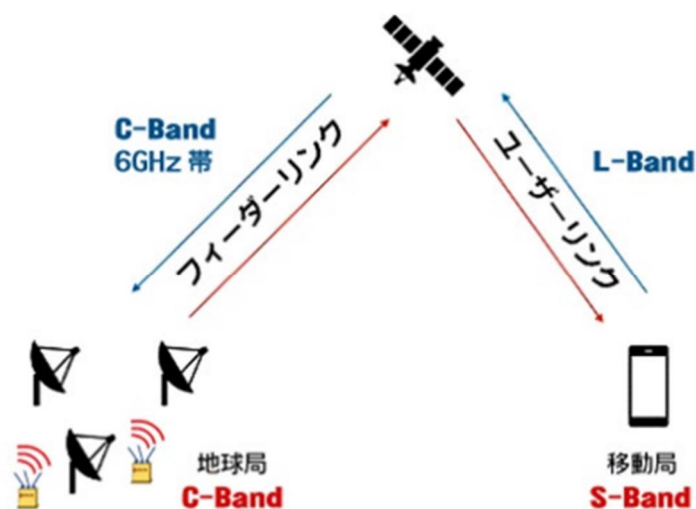


図 2 - 15 : 共用検討モデル

⁴⁰ 内容の一部は、令和 4 年度調査検討会報告書より抜粋して掲載。対外的には、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 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（第 8 回）にて LPI モードとの共用検討の結果の概要が報告されている。作業班 8-2 6GHz 帯無線 LAN の周波数共用検討状況についても参照のこと。

表 2-19 : FSS 地球局のパラメータ

項目	パラメータ
地球局位置	非公開
アンテナパターン	ITU-R S.465-6
アンテナ直径	非公開
アンテナ最大利得	非公開
システム雑音温度	150 K
周波数チャンネル	6GHz 帯
アンテナ地上高	3.45 meters
衛星数	48 (=6 satellites/plane x 8 orbital planes)
軌道傾斜角度	52 degrees
衛星高度	1,414 Km
干渉許容値 Liaison statement 5D/734-E by WP4A to WP5D	-10.5dB@20% -1.3dB@0.005%

表 2-20 : 無線 LAN のパラメータ (半径 5 km 内の人口を 17,564 人とする)

項目	パラメータ	備考
Percentage per population	90%	ECC Report 302/316
Busy Hour Factor	62.7%	ECC Report 302/316, ITU-R Document 5A/100-E
6GHz Factor	69%	1200MHz(7125-5925MHz)/(1200+538.5MHz)=69%
Overlap Factor	22.52%	
Market Adaptation Factor	50%	ECC Report 302: 50% (high) FCC Study: 45%
RF Activity Factor	2%	ECC Report 302/316: 1.97% FCC Study= 0.44 %

与干渉源として LPI モード無線 LAN 機器を前提に、最大 e. i. r. p が 200 mW (10 dBm/MHz)、建物侵入損失 (Building Entry Loss) として、Rec. ITU-R P.2109⁴¹の “traditional” を用いて約 16.9 dB を加味したシングルエントリー干渉検討の結果、必要離隔距離は 40 m 程度となり、潜在的干渉が発生するのは非常に限定された領域となることが確認された。また、干渉基準を超える領域が限定的であり、地球局周辺の状況も考慮すると、干渉のケースが発生する可能性は非常に低いと考えられると分析している。

モンテカルロシミュレーションによるアグリゲート干渉検討も実施され、I/N に関する逆 CDF 曲線が、20% の時間率で I/N = -10.5 dB、0.005 % の時間率で I/N = -1.3 dB の両方を十分なマージンを持って満足していることが確認された。

⁴¹ Recommendation ITU-R P.2109-1 (08/2019) Prediction of building entry loss, https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.2109-1-201908-S!!PDF-E.pdf

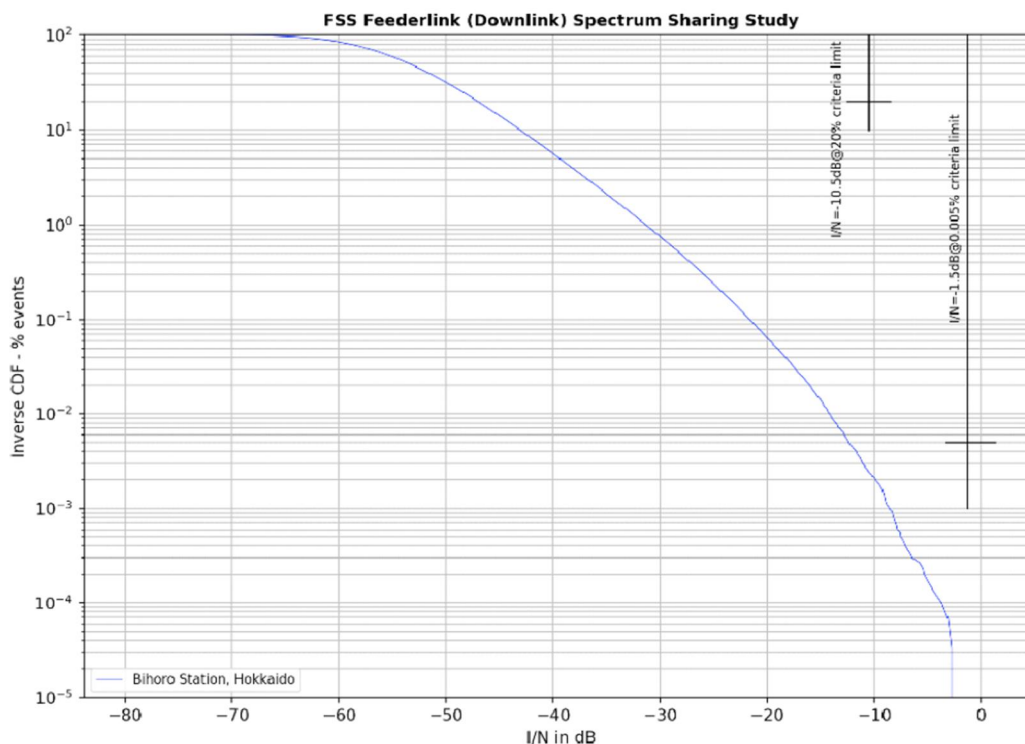


図 2-16 : アグリゲート干渉検討のシミュレーション結果

以上の結果に加えて、2.3.5 章にて 6425 – 6570 MHz 及び 6870 – 7125 MHz を使用する移動（FPU）との共用が困難であるとの結果になったことを踏まえて、SP モードの使用する周波数帯域を 5925 – 6425 MHz 及び 6570 – 6870 MHz として、隣接帯域の利用に係る固定衛星（宇宙から地球）との共用検討を行う。

上記、LPI モード無線 LAN 機器を想定したシングルエントリー干渉に基づく共用検討の結果から、SP モード機器からの不要発射の強度が $10 \text{ dBm/MHz} - 16.9 \text{ dB} = -6.9 \text{ dBm/MHz}$ 以下であれば LPI モードの共用条件を満足する。必要離隔距離は 40 m 以下となることから、潜在的干渉が発生する確率は極めて低く、かつそのような場所は非常に限定された領域となる。5925 – 6425 MHz 帯の LPI モードにおいて、6425 MHz 帯を超える周波数における不要発射の強度の許容値は、スプリアス領域の上限 $50 \mu\text{W/MHz}$ (-13 dBm/MHz) と 5.6 GHz 帯無線 LAN の上限 $12.5 \mu\text{W/MHz}$ (-19 dBm/MHz) を基準に規定された。これらの数値はいずれも -6.9 dBm/MHz を下回ることから、6870 MHz を超える周波数においても同様の基準で不要発射の強度の許容値を規定することにより、SP モードと固定衛星（宇宙から地球）の隣接帯域における共用が可能になる。

なお、今後 SP モードの周波数拡張など検討の条件が変更になる場合には、被干渉システム周辺を使用禁止領域にするなど、改めて検討が必要になる。

2.3.7 その他関連検討

令和 6 年度の調査検討会にて、それまでの共用検討で使用され、AFC システムの技術的要件案においても想定されてきた Rec. ITU-R P.452-16 の Status が ITU-R にて

“Superseded” となり、新たに P. 452-18⁴²が “In force” となったことを踏まえて、P. 452-18 への移行について検討がなされた⁴³。影響評価としては、モデル内でのクラッタ損失の考慮の方法が変更になることに起因して、AFC システムによる計算結果も変化することが確認された。移行すること自体については、異論はなく、新たなバージョンを使用することとなった。

2.3.8 共用条件のまとめ

ここまでの共用検討の結果を表 2-21 にまとめる。

表 2-21：共用検討結果のまとめ

既存システム (周波数帯)	同一帯域 共用	隣接帯域 共用	干渉保護基準	共用可能となる条件
固定衛星 (地球から宇宙) (5925 - 6570 MHz)	可	-	干渉対雑音電力比 (I/N) が 以下を満たすこと $I/N \leq -13.5 \text{ dB}$	仰角による出力制限を満足すること。
固定 (5925 - 7125 MHz)	可	-	I/N が以下を満たすこと $I/N \leq -10 \text{ dB}$ ※アグリゲート干渉マージンの 4 dB を考慮した数値	AFC システムにより、場所に応じた出力及び周波数のコントロールを行うこと。
電波天文 (6650 - 6675.2 MHz)	可	-	干渉電力 (I) が以下を満たすこと $I \leq -181 \text{ dBm}/10\text{MHz}$ ※アグリゲート干渉マージンの 4 dB を考慮した数値	AFC システムにより、場所に応じた出力及び周波数のコントロールを行うこと。
移動 (6425 - 6570 MHz、 6870 - 7125 MHz)	不可	可	I/N が以下を満たすこと $I/N \leq -10 \text{ dB}$	SP モードの帯域を 5925 - 6425 MHz 帯と 6570 - 6870 MHz 帯にして、LPI モードと同じ条件で不要発射の強度の許容値を定めることにより、隣接帯域の共用が可能。
固定衛星 (宇宙から地球) (6875 - 7075 MHz)	未検討	可	I/N が以下を満たすこと $I/N \leq -10.5 \text{ dB} (20\%)$ $I/N \leq -1.3 \text{ dB} (0.005\%)$	SP モードの帯域を 5925 - 6425 MHz 帯と 6570 - 6870 MHz 帯にして、不要発射の強度を $-6.9 \text{ dBm}/\text{MHz}$ 以下とすることにより、隣接帯域の共用が可能。

これを踏まえると、「対象帯域を移動 (FPU) が含まれない 5925 - 6425 MHz と 6570 - 6870 MHz 帯とし、無線 LAN が①仰角による出力制限、と②技術的要件を満たすように適切に構築された AFC システムの利用、とを満足することで、当該周波数帯域における既存システムの干渉保護を実現し、SP モードを導入可能」となる。

⁴² Recommendation ITU-R P.452-18 (08/2023) Prediction procedure for the evaluation of interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 100 MHz, https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.452-18-202310-I!!PDF-E.pdf

⁴³ 令和 6 年度周波数ひっ迫対策技術試験事務のうち「ドローン用無線局等の高度運用調整技術に関する調査検討のうち、無線 LAN に係る自動周波数調整機能に関する調査検討」の請負 調査報告書 (請負：日本電気株式会社)

2.4 AFCシステムの技術的要件

2.3.8章の共用条件等を踏まえ、以下のとおり技術的要件を整理する。

2.4.1 アーキテクチャ

AFCシステムは、SPモードデバイスのうちSPアクセスポイント及び固定クライアントデバイスが利用可能な周波数と最大許容出力を自動で決定し、提供するシステムである。図2-17に、SPモードデバイスで想定される全体アーキテクチャを示す。

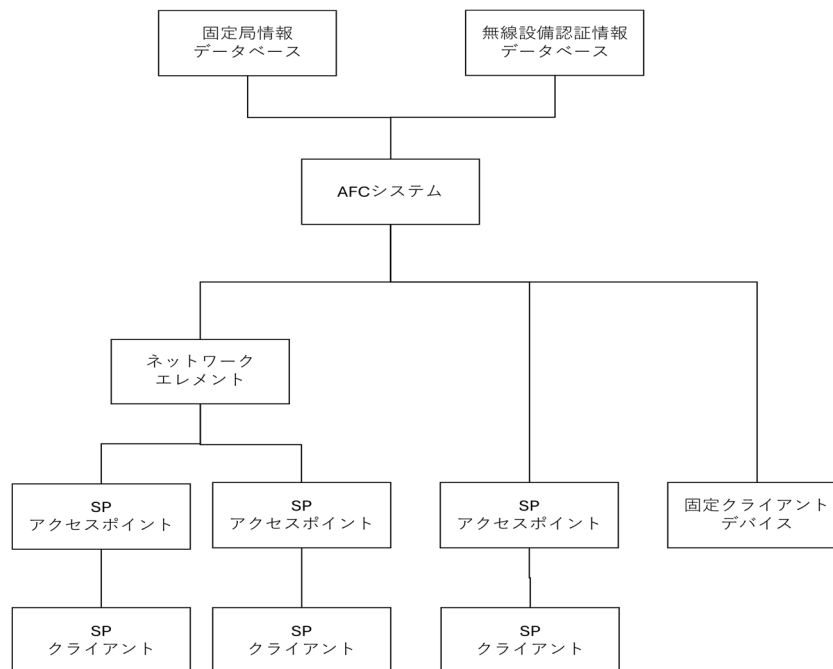


図2-17：SPモードデバイスアーキテクチャ概念図

・SPアクセスポイント	SPモードで動作するアクセスポイント
・SPクライアントデバイス	SPモードで動作するアクセスポイントに接続する子局（固定クライアントデバイスを除く）
・SPモード	AFCシステムの承認の下、LPIモードよりも高い出力で、かつ屋外での周波数利用が可能な6GHz帯無線LANの設備分類
・SPモードデバイス	6GHz帯無線LANのうち、SPモードで動作する機器であるSPアクセスポイント、SPクライアントデバイス、固定クライアントデバイスの総称
・固定クライアントデバイス	構造物に恒久的に取り付けられ、AFCシステムによって提供されるチャンネル上でのみ動作し、位置情報機能を有し、アンテナ指向角度要件に適合する顧客構内設備（CPE）として意図されたクライアントデバイス
・ネットワークエレメント	1以上のSPアクセスポイント及び／又は固定クライアントデバイス又はそれらのネットワークの代理でAFCシステムとの通信を実施するネットワークエンティティ

図2-18に示すように、一般に、各国・地域の主管庁（Regulator）が管理する免許情報データベース（Licensing database）から保護対象システムである固定局情報

を収集し、SP モードデバイスから登録される位置情報に応じて、利用可能周波数及び最大許容電力を計算、提供する仕組みが知られている。

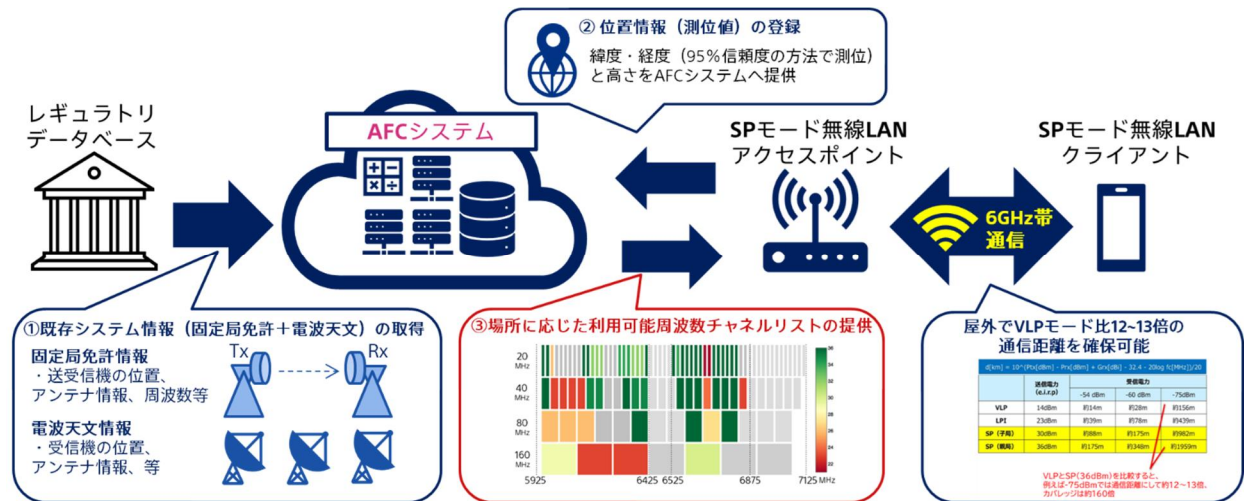


図 2-18 : AFC システムのイメージ

SP モードデバイス（SP アクセスポイント、固定クライアントデバイス、SP クライアント）、ネットワークエレメント⁴⁴のうち、ネットワークエレメントを要する SP アクセスポイントを「ノンスタンドアロン型アクセスポイント」、そうでないものを「スタンドアロン型アクセスポイント」という。

固定局情報データベースは、技術的条件で定める SP モードデバイスの周波数帯を使用する保護対象の既存固定局に関する情報を記録するデータベースである。本文書が定める AFC システムの技術的要件においては、総合無線局監理システム (PARTNER) がこれに相当する。アーキテクチャ上は、将来的に我が国におけるデータベースに変更が生じても AFC システムを継続的に運用できるよう「固定局情報データベース」としている。

無線設備認証情報データベースは、SP モードデバイスのうち、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスの技術基準適合証明及び工事設計認証に関する情報が記録されたデータベースである。AFC システムの技術的要件においては、総合無線局監理システム (PARTNER) がこれに相当する。アーキテクチャ上は、将来的に我が国におけるデータベースに変更が生じても AFC システムを継続的に運用できるよう、「無線設備認証情報データベース」としている。

2.4.2 AFC システムの技術的要件

前記アーキテクチャを前提として、AFC システムの技術的要件を定めることが適切である。

⁴⁴ 「ネットワークエレメント (network element)」という用語は、FCC や ISED の規則で用いられている。Wi-Fi Alliance や Wireless Innovation Forum の仕様上は「Proxy (プロキシ)」という用語が使用されている。本報告書においては、原則ネットワークエレメントという用語を使用し、2.5.2.6.3 章に限り Wi-Fi Alliance 仕様をベースとする説明を行うことからプロキシという用語を使用することとする。

2.4.2.1 機能要件

AFC システムは、2.4.2.2 章に定められる運用要件に従って AFC システムオペレータが策定する全てのポリシー及び手順を実行しなければならない。また、以下に定める機能要件を満たさなければならない。

2.4.2.1.1 機器登録及び周波数可用性の決定に係る要件

AFC システムが実施する機器登録及び周波数可用性の決定に係る要件を以下のように定める。本章における「最大許容電力」とは、「最大許容等価等方輻射電力(e. i. r. p)」又は「最大許容電力スペクトル密度 (PSD)」又は両方のいずれかに読み替えることが可能である。

(ア) 機器登録について

- (1) AFC システムは、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスを個別に又は複数の SP アクセスポイントや固定クライアントデバイスを代表するネットワークエレメント機器を通じて、登録し、認証し、そして稼働を許可しなければならない。
- (2) AFC システムは、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスが電波発射を開始する前に、技術基準適合証明又は工事設計認証番号の有効性を検証しなければならない。なお、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスの技術基準適合及び工事設計認証に関する情報は、総務省が運用するデータベース（例えば、総合無線局監理システム (PARTNER)）に記録されているものを取得しなければならない。情報を取得する具体的な方法については、総務省と AFC システムオペレータとの間で別途協議し、定めるものとする。
 - ① AFC システムは、前記有効性の検証に加えて、技術基準適合証明又は工事設計認証番号を参照し、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスが、LPI/SP コンポジットデバイスに該当するかどうかを判断するものとする。LPI/SP コンポジットデバイスに該当する場合、当該デバイスは屋内設置されているものとして扱い、そうでない場合には屋外設置されているものとして扱う。
- (3) AFC システムは、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスが登録された位置における稼働を停止するまで、登録情報をセキュアなデータベースに保存しなければならない。なお、SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスによるアクセスが 90 日以上確認できない場合に、AFC システムは当該機器が登録された位置における稼働を停止したものとして扱う。

(イ) 周波数可用性の決定について

- (1) AFC システムは、SP モードが利用する周波数帯における干渉保護対象業務の情報を取得し、その情報を用いて、2.4.2.1.3 章に定める保護基準に基づき、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスに対して周波数可用性を決定しなければならない。
 - ① 固定局については、総務省が運用するデータベース（例えば、総合無線局監理システム (PARTNER)）に記録されている情報を取得するものとする。当該データベースから取得する情報には無給電中継装置（平面反射

板又はパラボラ背面給電)に関する情報も含まれるものとする。情報をデータベースから取得する具体的な方法については、総務省と AFC システムオペレータとの間で別途協議し、定めるものとする。

- ② 電波天文施設については、保護対象施設を総務省と AFC システムオペレータとの間で別途定めるものとする⁴⁵。
- (2) 別項に定める保護対象システムの干渉保護基準及び電波伝搬モデルを用いて、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスに対して、その位置で使用可能な周波数及び最大許容電力を決定し、提供しなければならない。
- (3) AFC システムは、任意の場所にある SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスの利用可能周波数及び最大許容電力を決定するために、SP アクセスポイントと固定クライアントデバイスが 2.5.1.12.1 章の(オ)に従って機器登録時に提供する情報を使用しなければならない。なお、特定の SP モードデバイスに対して差別的取り扱い⁴⁶にならないよう、合理的な理由なしに、特定の SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスの利用可能周波数が著しく不当に制限されてはならない。
- (4) AFC システムは、36 dBm の最大許容等価等方輻射電力 (e. i. r. p.) から 3 dB を超えないステップで、少なくとも 21 dBm の最小レベルまで利用可能周波数を決定できなければならない。
- (5) AFC システムは、上記(ア)(2)①に従って LPI/SP コンポジットデバイスと判定される SP アクセスポイントに対して、6 dB を超えない建物侵入損失を適用してもよい⁴⁷。

⁴⁵ 現時点では、2.4.3.2.1 章に記載のとおり、保護対象施設リストをシステム仕様で取り扱うこととしている。

⁴⁶ 例えば、異なる 2 台の SP アクセスポイントが ID 以外の情報について全く同一の条件で AFC システムにアクセスして得られる周波数可用性を比較したときに、「干渉報告及び対処」のような合理的な理由がない状態で、一方について著しく不当に利用可能周波数が制限されている場合、これを差別的取り扱いとみなすことができる。

⁴⁷ 従来、共用検討において BEL の数値は Rec. ITU-R P.2109 を参照して設定されていたが、AFC システムの計算においては SP クライアント側の「親局である SP アクセスポイントの出力よりも 6dB 以上下げなければならない」という技術的条件に由来して 6 dB が米国にて採用されたことを踏まえて、これを踏襲した。既存免許人である AT&T から 6 dB を超えると干渉の懸念が生じる状況が発生するという指摘があり、それに対処するために FCC がそのように決定を行った。We shall limit the BEL that the AFC systems may use in their calculations such that the risk of harmful interference occurring is not increased compared to operation under the Commission's current rules. Based on the record before us, the greatest risk of harmful interference occurring if the AFC systems use BEL is in the situation AT&T raises, where a client device is operating outdoors, communicating with an indoor composite LPI/standard-power access points that is operating in standard power mode, and a frequency overlap exists between the channel on which the client device is operating and a nearby microwave receiver. Consequently, if we limit the power levels and operating frequencies of such a client device to those permitted for standard power access points under the current rules, we will not increase the risk that harmful interference will occur to microwave receivers. Client devices are limited to 6 dB less power than the access point to which they are connected and only transmit on the frequency on which the access point to which they are connected operates. Therefore, permitting the AFC systems to assume 6 dB of BEL for indoor composite LPI/standard-power access points would limit connected client device power levels and operating frequencies to those currently permitted for standard power access

- (6) AFC システムは、場所によっては他国・地域に影響を及ぼす可能性も踏まえて、SP アクセスポイント及び固定クライアントの利用可能周波数及び最大許容電力を決定すること⁴⁸。

2.4.2.1.2 セキュリティ要件

AFC システムは、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスとの間の全ての通信及びやりとりが正確かつセキュアであることを保証しなければならない。権限のない者によりデータベース、又は SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスに送信される利用可能周波数のリストへのアクセスや当該リストの改ざんができないよう保護対策を講じなければならない。

2.4.2.1.3 既存システム保護に係る要件

前述のとおり、AFC システムは固定及び電波天文を対象に干渉保護に係る計算を実施し、SP モードデバイスに提供する利用可能周波数及び許容可能最大電力を決定することが求められる。実機検証を通じて、北米同様に、共用条件となる離隔距離をエリアで表現した「エクスクルージョンゾーン」が保護対象受信機周辺に形成され、適切に当該既存無線システムを SP アクセスポイント及び固定クライアントによる干渉から保護可能であることが明らかになった。エクスクルージョンゾーンを決定するための基準として、干渉保護基準と、使用する電波伝搬モデルを定める必要がある。そこで、本章ではこれらを AFC システムに求める機能要件として整理する。

(1) 固定局保護

AFC システムが実施する固定局保護に係る要件を以下のように定める。

(ア) エクスクルージョンゾーン

- (1) 固定局に対し、同一及び隣接の周波数を利用する SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスによる干渉から保護することを目的として、(2) で定める干渉保護基準に従い、AFC システムは、SP モードが利用する周波数帯を使用する固定局受信機の周囲に、位置及び周波数に基づくエクスクルージョンゾーン（同一周波数と隣接周波数の両方）を設けなければならない。
- (2) AFC システムは、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスからの同一周波数干渉から保護対象の固定局受信機を保護するためのエクスクルージョンゾーン（同一周波数と隣接周波数の両方）のサイズを決定する際の保護基準として、-10 dB の干渉対雑音電力比（I/N）を使用しなければならない。

(イ) 保護対象の固定局受信機との適切な離隔距離（すなわちエクスクルージョンゾーンのサイズ）を決定するための電波伝搬モデル

points under the current rules. This will ensure that outdoor client devices that connect to an indoor composite LPI/standard-power access point operating in standard power mode would never operate at a power level greater than what the AFC system would permit for an outdoor standard-power access point at that location.”

⁴⁸ 他国・地域との調整が必要になりうるものであることから、現時点で具体的な方法を定めることは困難であり、今後 AFC システムオペレータと総務省との間で協議が必要になる。

- (1) 30メートルまでの離隔距離について、AFCシステムは、自由空間伝搬損失モデルを使用するものとする。
- (2) 30メートルを超え、1キロメートルまでの離隔距離について、AFCシステムは、WINNER II (Wireless World Initiative New Radio phase II) モデルを使用するものとする。
 - ① 原則、見通し (LOS) 想定で伝搬損失を計算する。適切なデータを使用できる場合に限り、建造物や地形等のサイトスペシフィック情報を用いて伝搬路の LOS/NLOS の判定に使用してよい。NLOS と判定される場合には、NLOS 想定での伝搬損失計算を実施してよい。
 - ② AFCシステムは、保護対象固定局受信機と SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスとの間のパスの土地分類 (Urban、Suburban、Rural) と整合する WINNER II パラメータを使用すること。
- (3) 1キロメートルを超える離隔距離について、AFCシステムは、Rec. ITU-R P. 452-18 を使用するものとする。
 - ① AFCシステムは、地形データとして、国土地理院が提供する10メートルメッシュの基盤地図情報数値標高モデルを使用するものとする。
 - ② AFCシステムは、土地利用区分データとして、国土交通省が提供する100メートルメッシュの都市地域土地利用細分メッシュデータを使用するものとする。

(2) 電波天文施設保護

AFCシステムが実施する電波天文施設保護に係る要件を以下のように定めることが適当である。

(ア) エクスクルージョンゾーン

- (1) 保護対象電波天文施設を、これらと同一の周波数を利用する SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスによる干渉から保護することを目的として、(2)で定める基準に従い、AFCシステムは、6650 - 6675.2 MHz 帯を使用する電波天文受信アンテナの周囲に、位置及び周波数に基づくエクスクルージョンゾーン (同一周波数と隣接周波数の両方) を設けなければならない。
- (2) AFCシステムは、エクスクルージョンゾーン (同一周波数と隣接周波数の両方) のサイズを決定する際の保護基準として、-181 (dBm/10MHz) の干渉電力閾値を使用しなければならない。

(イ) 保護対象の電波天文施設との適切な離隔距離 (すなわちエクスクルージョンゾーンのサイズ) を決定するための電波伝搬モデルについて。

- (1) 40メートルまでの離隔距離については、AFCシステムは、自由空間モデルを使用して決定するものとする。
- (2) 40メートルを超える離隔距離について、AFCシステムは、Rec. ITU-R P. 452-18 を使用して決定するものとする。

- ① AFC システムは、地形データとして、国土地理院が提供する 10 メートルメッシュの基盤地図情報数値標高モデルを使用するものとする。
- ② AFC システムは、土地利用区分データとして、国土交通省が提供する 100 メートルメッシュの都市地域土地利用細分メッシュデータを使用するものとする。

2.4.2.2 運用要件

AFC システムの運用に係る要件を以下のように定めることが適当である。

- (ア) AFC システムは、その AFC システムオペレータが技術的要件や運用要件の定めに従って策定するシステム仕様を含む、全てのポリシー及び手順に従うように構築されなければならない。
- (イ) AFC システムはデータリポジトリ、登録、照会といった機能群を複数の異なる主体に分割されてもよい、ただし、AFC システムオペレータとして指定された主体が、総合的な機能性やシステム管理に対する責任を負うものとする。
- (ウ) AFC システムオペレータは、保護対象の既存システムに関する情報、SP アクセスポイントと固定クライアントデバイスの登録情報を含む、本技術的要件で規定される情報について、定期的に更新される AFC システムデータベースを維持管理しなければならない。
- (エ) AFC システムオペレータは、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスとの間の全ての通信及びやりとりが正確かつセキュアであることを保証し、データベース又は SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスに送信される利用可能周波数のリストに対する、権限のない者による不正アクセスや変更から保護されるよう十分な対策を講じなければならない。
- (オ) AFC システムオペレータは、総務省又は非無線 LAN システムを運用する既存免許人等の当事者から AFC システムの不正確さに関する請求があった場合に、データを検証、修正、又は削除するために、適切な方法で適時に対応しなければならない。この要件は、2.4.2 章で AFC システムに保存することを要求された情報にのみ適用されるものとする。
- (カ) AFC システムオペレータは、指定された地理的領域での SP アクセスポイントや固定クライアントデバイスの動作の停止を含む、総務省からの強制執行に係る指示に準拠するためのプロトコルを確立し、それに従わなければならない。
- (キ) AFC システムオペレータは、非無線 LAN システムを運用する既存免許人から疑い事案を含む干渉報告を受付し、必要な対応を行うための体制を整備しなければならない。

2.4.3 技術的要件を満足するシステム仕様の一例

本章では、前章技術的要件を満足することが可能なシステム仕様を整理する。なお、整理したシステム仕様が必ずしも唯一の実装方法とは限らない点に留意されたい。より効率的、効果的な実装方法により技術的要件を満足することが可能であるならば、そのような実装方法をシステム仕様として適宜反映していくことが重要である(2.7.1.3 章も参照のこと)。

2.4.3.1 固定局保護に係る計算仕様

2.4.3.1.1 使用する固定局データについて

PARTNER に記録されているデータのうち、表 2-22 に示すものを固定局保護の計算に使用するものとする。

表 2-22：使用する固定局データの一覧

項目名	型	単位	備考
免許番号	文字列	-	
無線局種コード	文字列	-	無線局の種類
装置の区別 (番号)	数値	-	
通過帯域幅	数値	Hz	占有帯幅
雑音指数	数値	dB	受信機の雑音指数
空中線番号	数値	-	
空中線番号枝番	数値	-	
空中線(送受の別コード)	文字列	-	空中線の送受
空中線型式基本 CD 名	文字列	-	受信機の空中線の種類
空中線偏波面 CD	文字列	-	受信機の空中線の偏波 (V、H、VH のいずれか)
地上高	数値	m	受信機の空中線の地上高
利得_送信	数値	dB	受信機のアンテナゲイン
単位区分名_利得_送信	文字列	-	アンテナゲインの単位
指向方向	数値	度	受信機の空中線の水平面の指向方向 (真北を基準とする時計回りの角度)
口径	数値	m	受信機の空中線の口径
経度_空中線	数値	度分秒	受信機の空中線の位置の経度
緯度_空中線	数値	度分秒	受信機の空中線の位置の緯度
給電線損失:受信	数値	dB	受信機の給電線損失
共用器損失:受信	数値	dB	受信機の共用器損失
その他損失:受信	数値	dB	受信機のおその他損失
受信周波数_占有周波数帯幅 1	文字列	-	占有周波数帯幅
受信周波数_周波数:始	数値	Hz	中心周波数の計算に利用
受信周波数_周波数:終	数値	Hz	中心周波数の計算に利用
無給電中継装置番号	数値	-	無給電中継装置の番号
無給電中継装置名	文字列	-	無給電中継装置の種類
中継装置長_横径	数値	m	反射板の横方向の長さ
中継装置長_縦径	数値	m	反射板の縦方向の長さ
無給電中継装置_地上高	数値	m	無給電中継装置の地上高
無給電中継装置_入反射角	数値	度	反射板への入反射角
緯度_無給電中継装置	数値	度分秒	無給電中継装置の位置の緯度
経度_無給電中継装置	数値	度分秒	無給電中継装置の位置の経度
免許番号_通信相手	文字列	-	
装置区別通信相手装置	数値	-	
通信相手空中線番号	数値	-	
通信相手空中線番号枝番	数値	-	

2.4.3.1.2 保護計算対象の固定局選定基準について

以下の全ての条件を満たす固定局を保護計算の対象とする。

- (ア) 利用可能周波数及び最大許容電力を計算する対象の SP モードデバイスの位置から半径 200 km の範囲内に存在する固定局 (『無線局種コード』が“FX”) 及

び特定地上基幹放送局（『無線局種コード』が“BC”）の受信機（『空中線（送受の別コード）』が“M”又は“R”）

- (イ) 中心周波数から帯域幅の半分の値を差し引いた周波数を始点とし、中心周波数に帯域幅の半分の値を加えた周波数を終点とする範囲が、技術的条件のうち一般的条件で定める SP モードデバイスの無線周波数帯（5925 – 6425 MHz、6570 – 6870 MHz）の少なくともいずれかの範囲に重複する固定局及び特定地上基幹放送局の受信機

なお、上記条件において、中心周波数と帯域幅は以下のように決定するものとする。

- (1) PARTNER に記録されている『受信周波数_周波数:始』と『受信周波数_周波数:終』が等しい場合は、『受信周波数_周波数:始』を中心周波数とし、『通過帯域幅』を帯域幅とする。
- ① 『通過帯域幅』が空欄で、『受信周波数_占有周波数帯幅 1』が空欄でない場合は、『受信周波数_占有周波数帯幅 1』を帯域幅として用いる。
 - ② 『通過帯域幅』と『受信周波数_占有周波数帯幅 1』がともに空欄である場合は、帯域幅を 100 MHz とする。
 - ③ 帯域幅の上限は 100 MHz とする。
- (2) 『受信周波数_周波数:始』と『受信周波数_周波数:終』が異なる場合、『受信周波数_周波数:始』と『受信周波数_周波数:終』の平均値を中心周波数とし、その差分を帯域幅とする。
- ① 『受信周波数_周波数:始』と『受信周波数_周波数:終』の一部範囲が 5925 – 6870 MHz の範囲外である場合は、その部分を取り除いて中心周波数と帯域幅を決定する。

2.4.3.1.3 干渉保護基準式について

保護対象の特定の固定局受信機を保護可能な利用可能周波数及び最大許容電力を計算する際、以下の条件を満たすよう最大許容電力を決定するものとする。複数の固定局受信機を同時に考慮しなければならない場合には、それら全てが保護されるように利用可能周波数及び最大許容電力を決定する。なお、「仮想受信機」とは、無給電中継装置（平面反射板又はパラボラ背面給電）を通信回線で使用する固定局受信機を保護するために、計算上仮想的に固定局受信機に見立てることにより、固定局受信機保護を達成することを目的としたものである。

$$I/N_{\text{Thres}} \geq \max(I/N_{\text{Rx, Est}}, I/N_{\text{VRx-1, Est}}, \dots, I/N_{\text{VRx-j, Est}}, \dots, I/N_{\text{VRx-XNumOfVRx, Est}})$$

$$I/N_{\text{Rx, Est}} = P_{\text{SPD, Tx}} - L_{\text{Propagation, Rx}} - L_{\text{BEL}} + G_{\text{Rx, Effective}} - N - L_{\text{FS, Feeder}}$$

$$I/N_{\text{VRx-j, Est}} = P_{\text{SPD, Tx}} - L_{\text{Propagation, VRx-j}} - L_{\text{BEL}} + G_{\text{VRx-j, Effective}} - G_{\text{VRx-j, Disc}} - N - L_{\text{FS, Feeder}}$$

- I/N_{Thres} (dB) : 干渉保護基準となる干渉対雑音電力比
- $I/N_{\text{Rx, Est}}$ (dB) : 固定局受信機又はダイバーシチ受信機における干渉対雑音電力比の推定値
- $I/N_{\text{VRx-j, Est}}$ (dB) : j 番目の仮想受信機における干渉対雑音電力比の推定値 (※)

対象の固定局受信機が通信回線上で無給電中継装置を使用している場合に適用)

- $P_{SPD, Tx}$ (dBm): $I/N_{Rx, Est}$ (dB) (及び $I/N_{VRx-j, Est}$) の推定を実施する周波数範囲における SP モードデバイスの送信電力
- $L_{Propagation, Rx}$ (dB) : SP モードデバイスと、固定局受信機との間の電波伝搬損失 (dB)
- $L_{Propagation, VRx-j}$ (dB) : SP モードデバイスと、 j 番目の仮想受信機との間の電波伝搬損失 (dB) (※対象の固定局受信機が通信回線上で無給電中継装置を使用している場合に適用)
- L_{BEL} (dB) : 建物侵入損失 (dB)
- $G_{Rx, Effective}$ (dBi) : 固定局受信機の SP モードデバイス方向についての実効アンテナゲイン (dBi)
- $G_{VRx-j, Effective}$: j 番目の仮想受信機の実効ゲイン (※対象の固定局受信機が通信回線上で無給電中継装置を使用している場合に適用)
- $G_{VRx-j, Disc}$: j 番目の仮想受信機の、SP モードデバイス方向についての実効ゲイン (※対象の固定局受信機が通信回線上で無給電中継装置を使用している場合に適用)
- N (dBm) : $I/N_{Rx, Est}$ (dB) (及び $I/N_{VRx-j, Est}$ (dB)) の計算の対象となる周波数範囲にスケールした固定局受信機雑音電力レベル (dBm)
- $L_{FS, Feeder}$ (dB) : PARTNER に記録されている『給電線損失:受信』・『共用器損失:受信』・『その他損失:受信』の合計値 (dB)

2.4.3.1.4 固定局受信機の実効アンテナゲインの計算

以下の仕様に基づき、固定局受信機の実効アンテナゲイン ($G_{Rx, Effective}$) を決定し、使用するものとする。

(ア) Rec. ITU-R F.1245⁴⁹に基づくアンテナの放射パターン包絡線 (RPE) を計算に使用するものとする。

(イ) 実効アンテナゲイン $G_{Rx, Effective}$ は、以下の式に基づき決定する。

$$G_{Rx, Effective} = G_0 + G_{Disc}$$

- G_0 : PARTNER の『利得_送信』を参照。『単位区分名_利得_送信』が dBd の場合は、『利得_送信』 + 2.14 dB (単位: dBi)。
- G_{Disc} : RPE における、ボアサイト方向に対する計算参照点 (2.4.3.3.2 章 (イ) 参照) 方向を示す分離角度 (discrimination angle) θ_{Disc} の時のゲイン (単位: dB)。

(ウ) ボアサイト方向は、以下のとおり決定する。

⁴⁹ Recommendation ITU-R F.1245-3 (01/2019) “Mathematical model of average and related radiation patterns for point-to-point fixed wireless system antennas for use in interference assessment in the frequency range from 1 GHz to 86 GHz”, Approved in 2019-01

- (1) 固定局受信機から見て次の装置が固定局送信機で、通信相手が特定できる場合、あるいは次の装置が無給電中継装置である場合は、前の装置の緯度、経度、海拔高に基づいてボアサイト方向を計算する。
- (2) (1)に該当しない場合は、『指向方向』を方位角方向のボアサイト方向とする。ただし、仰角方向は無指向とする。
- (3) (1)に該当せず、『指向方向』が空欄である場合は、方位角、仰角ともに無指向とする。

2.4.3.1.5 固定局受信機の実効アンテナゲインに対する近傍界補正值の計算

以下の仕様に基づき、固定局受信機の実効アンテナゲイン ($G_{Rx, Effective}$) に対する近傍界補正值を決定し、使用するものとする。

- (ア) 以下の条件を満たすとき、近傍界補正值を $G_{Rx, Effective}$ に加算するものとする。

$$\begin{cases} d_{FSRx-Eval} < d_{Limit} \\ \varphi_{FSRx-Eval} < 90 \text{ (deg)} \end{cases}$$

- $d_{FSRx-Eval}$: 固定局受信機アンテナと計算参照点 (2.4.3.3.2章(イ)参照) との間の距離 (単位 : m)
- d_{Limit} : 下記式に基づいて計算される近傍界距離限界 (単位 : m)

$$d_{Limit} = \frac{2 \cdot F_{c, FS-Rx} \cdot D_{Rx, NFA}^2}{c}$$

- $\varphi_{FSRx-Eval}$: 固定局受信機アンテナのピーク方向に対する計算参照点 (2.4.3.3.2章(イ)参照) 方向の分離角度 (単位 : 度)
- $F_{c, FS-Rx}$: PARTNER の『受信周波数_周波数:始』を参照 (単位 : Hz)
- $D_{Rx, NFA}$: PARTNER の『口径』を参照 (単位 : m)

- (イ) PARTNER の『口径』が空欄である場合、 $D_{Rx, NFA}$ は以下の手順に基づき決定する。

- G_0 が空欄でない場合、以下表に基づいて G_0 の値に応じた $D_{Rx, NFA}$ を決定する

表 2-23 : $F_{c, FS-Rx}$ が 5925 - 6425 MHz の範囲である場合の G_0 と $D_{Rx, NFA}$ の関係

G ₀ の範囲		D _{Rx, NFA}
最小値	最大値	
32.0	34.3	0.91
34.4	37.5	1.22
37.6	40.3	1.83
40.4	42.5	2.44
42.6	44.5	3.05
44.6	46.1	3.66

46.2	48.0	4.57
------	------	------

表 2-24 : $F_{c, FS-Rx}$ が 6570 – 6870 MHz の範囲である場合の G_0 と $D_{Rx, NFA}$ の関係

G_0 の範囲		$D_{Rx, NFA}$
最小値	最大値	
32.0	34.5	0.91
34.6	37.6	1.22
37.7	40.5	1.83
40.6	42.7	2.44
42.8	44.5	3.05
44.6	46.2	3.66
46.3	48.0	4.57

- G_0 が空欄である場合、 $D_{Rx, NFA}$ は 1.83 m とする

(ウ) 近傍界補正值は、正規化離隔距離 x_{dB} 、固定局受信機アンテナ分離角パラメータ u 、アンテナ効率 $\eta_{Rx, NFA}$ に基づく線形補間により決定する。なお、WINNF-TS-1014 App01⁵⁰で提供される補間表を参照すること。

- x_{dB} : 以下式により求める (単位 : dB)

$$x_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{c \cdot d_{FSRx-Eval}}{2F_{c, FS-Rx} \cdot D_{Rx, NFA}^2} \right)$$

- u : 以下式により求める

$$u = \frac{F_{c, FS-Rx} \cdot D_{Rx, NFA}}{c} \sin \varphi_{FSRx-Eval}$$

- $\eta_{Rx, NFA}$: 以下式により求める

$$\begin{cases} 0.4 & \text{if } \eta_{Rx, NFA} < 0.4 \\ 0.7 & \text{if } \eta_{Rx, NFA} > 0.7 \\ \eta_{Rx, NFA} & \text{otherwise} \end{cases}$$

- $\eta_{Rx, NFA} = 10^{\frac{\eta_{Rx, NFA} (dB)}{10}}$

- $\eta_{Rx, NFA} (dB)$: G_0 の値が表 2-23 及び表 2-24 に示された範囲より 0.3 dB 大きい又は小さい場合、及び G_0 が空欄である場合は -2.6 dB とする。それ以外の場合は、以下式により求める。

⁵⁰ WINNF-TS-1014 App01 6GHz Functional Requirements - Appendix A, https://winnf.memberclicks.net/assets/work_products/Specifications/WINNF-TS-1014-V1.2.0-App01_6GHz_Functional_Requirements_-_Appendix_A.xlsx

$$\eta_{Rx, NFA} \text{ (dB)} = \begin{cases} G_0 - 36.21 - 20 \log_{10}(D_{Rx, NFA}) & (5925 \text{ MHz} \leq F_c, \text{FS-Rx} \leq 6425 \text{ MHz}) \\ G_0 - 36.92 - 20 \log_{10}(D_{Rx, NFA}) & (6570 \text{ MHz} \leq F_c, \text{FS-Rx} \leq 6870 \text{ MHz}) \end{cases}$$

2.4.3.1.6 無給電中継装置の取り扱いについて

以下の仕様にに基づき、無給電中継装置を計算上取り扱うものとする。

- (ア) 『無給電中継装置名』が『パラボラ背面給電』か『平面反射板（1枚）』であるデータについては、それぞれ仮想的に固定局受信機（以下、仮想受信機）として2.4.3.1.3章に定める計算を行う。なお、『平面反射板（2枚）』の場合は、同一の装置であっても、各データを個別の仮想受信機として扱う。
- (イ) 固定局送信機から受信機までに X_{NumOfVRx} 局の無給電中継装置が設置されている場合、受信機から j 番目の無給電中継装置までのパスセグメントゲインの和と、受信機のアンテナゲイン G_{Rx} （『利得_送信』）を足し合わせることで、仮想受信機の実効アンテナゲイン $G_{\text{VRx-j, Effective}}$ を求める。なお、無給電中継装置の設置順序は、『無給電中継装置番号』の昇順に従う。

$$G_{\text{VRx-j, Effective}} = \left(\sum_{i=j}^{X_{\text{NumOfVRx}}} G_{\text{PathSeg, } i} \right) + G_{\text{Rx}}$$

- (1) 『パラボラ背面給電』の場合のパスセグメントゲイン G_{PathSeg} は以下のとおり求める。

$$G_{\text{PathSeg}} = G_{\text{Rx, B-B}} + G_{\text{Tx, B-B}} - L_{\text{WG}} + 20 \log_{10} \left(\frac{\lambda}{4\pi d_{\text{PathSegLength}}} \right)$$

ここで、各シンボルの定義は以下のとおり。

- $G_{\text{Rx, B-B}}$: 受信パラボラアンテナのゲイン (= 39.5 dBi)
- $G_{\text{Tx, B-B}}$: 送信パラボラアンテナのゲイン (=39.5 dBi)
- L_{WG} : 導波路損失 (= 0.5 dB)
- λ : 波長 (単位 : m)
- $d_{\text{PathSegLength}}$: パスセグメント長 (単位 : m)。
 - 『経度_空中線』と『緯度_空中線』及び『緯度_無給電中継装置』と『経度_無給電中継装置』の2点間の距離を用いて算出する。

- (2) 『平面反射板（1枚）』の場合のパスセグメントゲイン G_{PathSeg} は以下のとおり求める。

$$G_{\text{PathSeg}} = \begin{cases} \min(+3, \alpha_n) & 1/K_S \geq 2.5 \text{ 又は、次が『平面反射板（1又は2枚）』の場合} \\ \alpha_{NF} & \text{上記以外} \end{cases}$$

各シンボルの定義は以下のとおり。

- $\alpha_n = 20 \log_{10} \left(\frac{\pi}{4} \cdot K_S \right)$

- a_{NF} : 近傍界の場合のパスセグメントゲイン⁵¹
- $K_S = 4A \cdot \cos\theta_{IN} / (p \cdot l \cdot d_{PathSegLength})$
- $Q = D_{Rx, Next} [p / (4A \cdot \cos\theta_{IN})]^{1/2}$
- $D_{Rx, Next}$: 受信機のアンテナの口径（単位：m）。『口径』を参照。
- A : 反射板の面積（単位：m²）。『中継装置長_横径』 × 『中継装置長_縦径』で計算可能。
- $2\theta_{IN}$: 入射波と反射波の角度（度）。『無給電中継装置_入反射角』を $2\theta_{IN}$ とする。

(3) 『平面反射板（2枚）』の場合のパスセグメントゲイン $G_{PathSeg}$ は以下のとおり求める。

$$G_{PathSeg} = \begin{cases} \min(+3, \alpha_n) + 3 & 1/K_S \geq 2.5 \text{ 又は、次が『平面反射板（1又は2枚）』の場合} \\ \alpha_{NF} + 3 & \text{上記以外} \end{cases}$$

(ウ) 仮想受信機のボアサイト方向を以下のとおり求める。

- (1) 固定局受信機から見て次の装置が固定局送信機で、通信相手が特定できる場合、あるいは次の装置が無給電中継装置である場合は、次の装置の緯度、経度、海拔高に基づいてボアサイト方向を計算する。
- (2) (1)に該当しない場合は、固定局受信機の緯度、経度と『無給電中継装置_入反射角』から次の装置が存在する方向を求め、その方向を方位角方向のボアサイト方向とする。ただし、仰角方向は無指向とする。
- (3) (1)に該当せず、『無給電中継装置_入反射角』が空欄である場合及び『平面反射板（2枚）』の場合は、方位角、仰角ともに無指向とする。

(エ) 実効ゲイン $G_{VRx-j, Disc}$ を求めるに当たり、仮想受信機のボアサイト方向に対する計算参照点（2.4.3.3.2章(イ)参照）方向の分離角度 $\theta_{VRx-j, Disc}$ を求める。

(オ) 『パラボラ背面給電』の場合の、計算参照点（2.4.3.3.2章(イ)参照）方向についての実効ゲイン $G_{VRx-j, Disc}$ は、先述の固定局受信機の実効アンテナゲイン $G_{Rx, Disc}$ と同じ方法で計算する。

(カ) 『平面反射板（1枚）』の場合の、計算参照点（2.4.3.3.2章(イ)参照）方向についての実効ゲイン $G_{VRx-j, Disc}$ は、以下の式に基づいて計算する。

$$G_{VRx-j, Disc} = \max(D_0, D_1)$$

$$D_0 = -10 \log_{10}[4\pi A \cos\theta_{IN} / \lambda^2]$$

$$D_1(\theta) = \begin{cases} 20 \log_{10} \left(\frac{\sin u}{u} \right); & |\theta| \leq \theta_1 \text{ [degs]} \\ -20 \log_{10}(|u|); & \theta_1 < |\theta| \leq \theta_0 \text{ [degs]} \\ D_1(\theta_0) - m(|\theta| - \theta_0); & \theta_0 < |\theta| \text{ [degs]} \end{cases}$$

各パラメータは以下のとおり。

⁵¹ WINNF-TS-1014 App02 で提供される補間表に基づき決定

$$u \text{ [rad]} = \frac{\pi s}{\lambda} \sin \theta$$

$$\frac{\sin u}{u} \approx 1 - \frac{u^2}{6} \left(1 - \frac{u^2}{20}\right); |u| < 0.1$$

$$m \text{ [dB/deg]} = 0.4165$$

$$\theta_0 \text{ [deg]} = 20$$

$$\theta_1 \text{ [deg]} = \sin^{-1} \left(\frac{\lambda}{2s} \right)$$

$$s = \max(W, H) \cos \theta_{IN}$$

2.4.3.1.7 固定局受信機雑音電力について

2.4.3.1.3 に定める計算において、固定局受信機雑音電力 N は以下のとおり設定する。

$$N = -114 \text{ (dBm/MHz)} + NF$$

- NF : PARTNER の『雑音指数』（単位：dB）

2.4.3.1.8 WINNER II について

以下に示す仕様に基づき、WINNER II モデルの計算を行う。

- (ア) 3次元の距離に基づいて伝搬損失を計算するものとする。
- (イ) 2.4.3.4.2章(エ)で定める表2-26に基づいて、SPモードデバイスの位置における土地利用区分（Urban、Suburban 又は Rural）を決定する。
- (ウ) 2.4.3.1.3章にて、 $L_{\text{Propagation, Rx}}$ は次式に基づいて計算するものとする。

$$L_{\text{Propagation, Rx}} \text{ (dB)} = L_{\text{LOS}} \text{ (dB)} - \sigma_{\text{LOS}} \text{ (dB)}$$

ここで、各シンボルの定義は以下のとおり。

- L_{LOS} : IST-4-027756 の Table 4-4 に定義に従って計算される見通し内伝搬損失（単位 dB）。Suburban はシナリオ C1、Urban はシナリオ C2、Rural はシナリオ D1 を参照する。
 - σ_{LOS} (dB) : IST-4-027756 の Table 4-4 に従う、見通し内パスロス（ L_{LOS} ）の標準偏差（単位 dB）
- (エ) WINNER II モデルにおける h_{BS} を固定局受信アンテナ地上高、 h_{MS} を SP モードデバイスの地上高として計算する。

2.4.3.2 電波天文保護に係る計算仕様

2.4.3.2.1 保護対象電波天文施設について

下表に定める電波天文施設を、記載のパラメータに基づいて保護するものとする。

表 2-25 : 保護対象電波天文施設の一覧

No.	運用主体	観測所名	経度 (°)	緯度 (°)	地上高 (m)	中心周波数 (MHz)	占有帯幅 (MHz)
-----	------	------	--------	--------	---------	-------------	------------

1	JAXA/ISAS	臼田	138.3627778	36.1325	65	6662.6	10
2	NICT	山川	130.6166667	31.20416667	11.5	6662.6	10
3	山口大学	山口	131.5572222	34.21611111	37	6662.6	10
4	山口大学 (国立天文台)	山口	131.5572222	34.21611111	36	6662.6	10
5	茨城大学 (国立天文台)	茨城局日立	140.6922222	36.6975	39	6662.6	10
6	茨城大学 (国立天文台)	茨城局高萩	140.6947222	36.69861111	38	6662.6	10
7	和歌山大学	12 m	135.15	34.26722222	13.5	6662.6	10
8	和歌山大学	教育屋上	135.1519444	34.26638889	16.8	6662.6	10
9	国土地理院	石岡	140.2188889	36.20916667	18	6662.6	10
10	国立天文台	水沢	141.1325	39.13361111	22	6662.6	10
11	国立天文台	入来	130.44	31.74777778	22	6662.6	10
12	国立天文台	石垣島	124.1711111	24.41222222	22	6662.6	10
13	国立天文台	小笠原	142.2166667	27.09194444	22	6662.6	10

2.4.3.2.2 保護計算対象の電波天文施設選定基準について

利用可能周波数及び最大許容電力を計算する対象の SP アクセスポイント又は固定クライアントの位置から半径 200 km の範囲内に存在する電波天文施設を保護するように計算するものとする。

2.4.3.2.3 最大許容電力を決定するための計算式について

保護対象の電波天文施設の受信機を保護可能な利用可能周波数及び最大許容電力を計算する際、以下の式に基づいて最大許容電力を決定するものとする。なお、以下の式は最大許容電力スペクトル密度 (PSD) (単位 dBm/MHz) を求めるためのものであり、無線 LAN の周波数チャンネル当たりの最大許容等価等方輻射電力 (e. i. r. p) (単位 dBm) を計算する場合には、周波数チャンネルの範囲内で計算される最大許容 PSD に基づいて計算する必要がある。

$$P_{\text{MaxPSD}} (\text{dBm/MHz}) = I_{\text{RAS-Thres}} (\text{dBm/10MHz}) - 10\log_{10}(10[\text{MHz}]) + L_{\text{Propagation, RAS-Rx}} (\text{dB}) + L_{\text{BEL}} (\text{dB}) - G_{\text{RAS-Rx}} (\text{dBi})$$

ここで、各シンボルの定義は以下のとおり。

- $P_{\text{MaxPSD}} (\text{dBm/MHz})$: SP モードデバイスの最大許容 PSD
- $I_{\text{RAS-Thres}} (\text{dBm/10MHz})$: = -181
- $L_{\text{Propagation, RAS-Rx}} (\text{dBm})$: SP モードデバイスと、電波天文受信機との間の電波伝搬損失 (dB)
- $L_{\text{BEL}} (\text{dB})$: 建物侵入損失 (dB)
- $G_{\text{RAS-Rx}} (\text{dBi})$: 電波天文受信機の、SP モードデバイス方向についての実効アンテナゲイン (dBi)

2.4.3.2.4 受信アンテナゲインについて

電波天文受信機が無指向性アンテナを具備するものと仮定し、受信アンテナゲインは $G_{\text{RAS-Rx}} (\text{dBi}) = 0 \text{ dBi}$ とする。

2.4.3.3 伝搬損失等の干渉保護計算に係る共通仕様

2.4.3.3.1 Rec. ITU-R P. 452-18 の適用について

Rec. ITU-R P. 452-18 の適用に当たっては、以下の仕様に基づいて行うものとする。

- (ア) 伝搬損失推定時に適用する地形のサンプリング間隔は以下のとおりとする。
- (1) 45 km までの大円 (great circle) 経路距離については、30 メートルを超えずにできるだけ 30 メートルに近い大円経路間隔を選択するものとする。
 - (2) 45 km を超える場合、大円経路に沿って等間隔に配置された 1500 の地点を使用するものとする。
- (イ) 2 地点間の距離や上記サンプリング間隔は Vincenty 法⁵²を使用して計算する。
- (ウ) Rec. ITU-R P. 452-18 を用いて算出される伝搬損失推定値が自由空間モデルを用いて計算される伝搬損失推定値を下回る場合、自由空間モデルを用いて計算される伝搬損失推定値を適用するものとする。
- #### 2.4.3.3.2 位置不確実性の考慮の方法について
- 以下の定めに従って、位置不確実性を計算で考慮するものとする。
- (ア) SP モードデバイスが登録する位置座標、高さ、それらの不確実性に基づき、水平面及び高さ方向に不確実性空間 (uncertainty volume) を定義する。
- (イ) 不確実性空間の表面と内部に計算参照点を設定する。
- (1) 水平面においては、緯度、経度それぞれで 1 アーク秒 (arcsecond) を超えない間隔、高さ方向には 5 メートルを超えない間隔で設定する。
 - (2) 高さ方向に関しては、最大と最小 (HSPD (AGL) +/- ΔHSPD) を必ず含むようにする。
 - (3) 土地利用区分 (urban, suburban, rural) は計算参照点ごとに決定する。
- (ウ) 特定の周波数範囲の利用を禁止する地理的なエクスクルージョンゾーンが設けられている場合、少なくとも不確実性空間の水平面の一部が重複していれば、当該周波数範囲を利用可能周波数から除外する。
- (エ) 全ての計算参照点に関して利用可能周波数及び最大許容電力を計算し、これらに基づいて最も制限が厳しくなるように、SP モードデバイスに提供する利用可能周波数及び最大許容電力を決定する。
- (オ) SP モードデバイスが登録する高さが 1.5 m を下回る場合は、HSPD (AGL) は 1.5 m とする。

2.4.3.3.3 隣接周波数干渉の評価について

ある無線 LAN チャンネルの隣接に位置する周波数を使用する保護対象固定局及び電波天文の使用周波数範囲に係る可用性を評価する際に、下記に示す保護計算用スペクトラムマスクに基づく隣接チャンネル漏洩電力 (干渉源送信電力に相当) を用いて 2.4.3.1.3 章 (固定局向け) 及び 2.4.3.2.3 章 (電波天文向け) の干渉保護基準式を満たすように最大許容送信電力を決定する (以下、BW は占有帯幅のこと)。

- 搬送波周波数から $\pm (BW/2 + 1)$ [MHz] までの周波数範囲 : 0 [dBr]

⁵² 始点の座標と終点の座標から距離と方位角を求めるアルゴリズム

- 上記範囲を含まない、搬送波周波数から±BW までの周波数範囲：-20 [dBr]
- 上記範囲を含まない、搬送波周波数から±1.5BW までの周波数範囲：-25 [dBr]
- 上記範囲を含まない、搬送波周波数から±2.5BW までの周波数範囲：-40 [dBr]

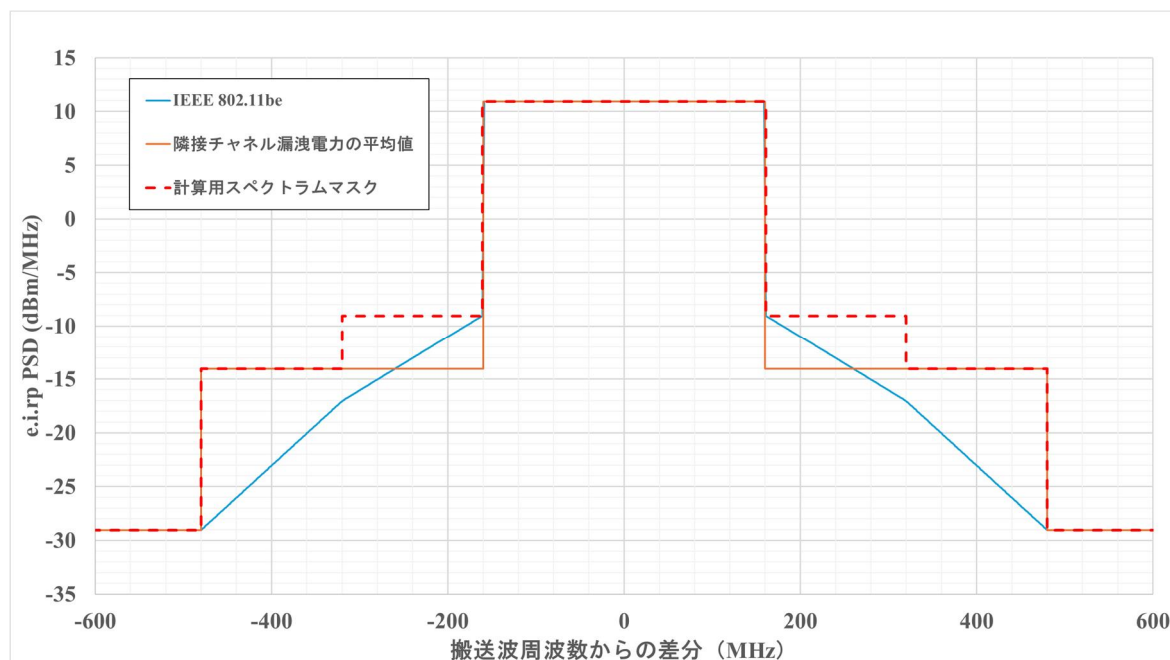


図 2-19：占有周波数帯幅が 320 MHz かつ等価等方輻射電力 (e. i. r. p) の密度が 12.5 mW/MHz (約 11 dBm/MHz) の場合の保護計算用スペクトラムマスクのイメージ⁵³

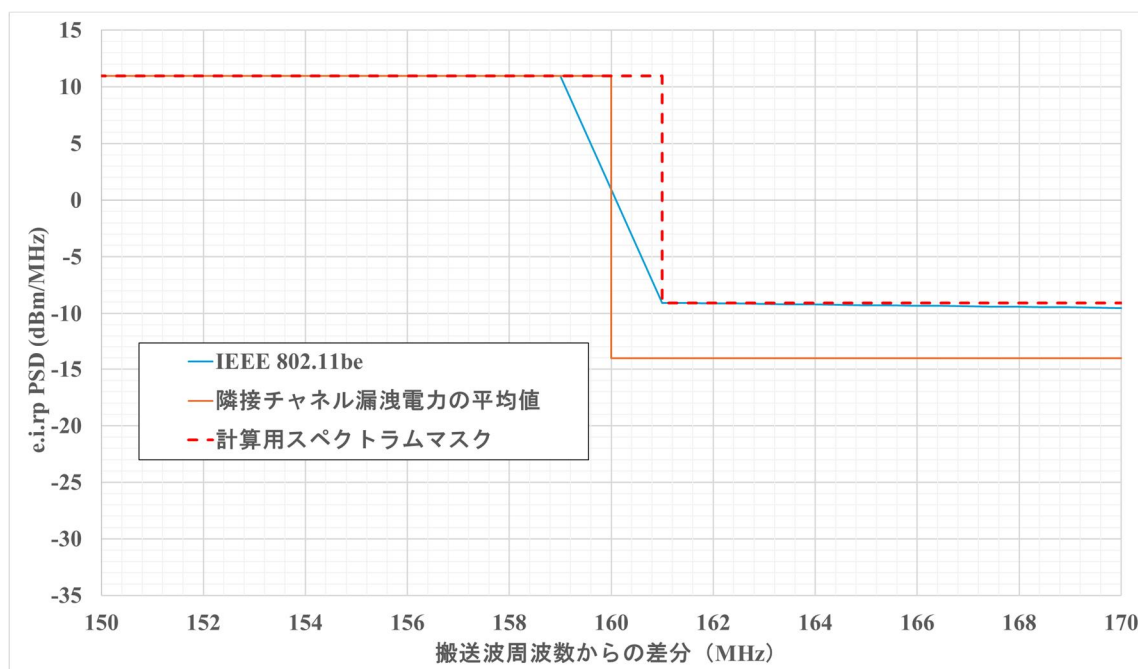


図 2-20：図 2-19 の拡大図（搬送波周波数からの差分が 150 MHz 以上 170 MHz 以下の領域）

⁵³ 2.5.2.1 章(キ)に掲載の「隣接チャンネル漏洩電力」と IEEE 802.11be のスペクトラムマスクの両方を包含するように保護計算用スペクトラムマスクを設計した。

2.4.3.4 各種データの取扱いについて

2.4.3.4.1 基盤地図情報 数値標高モデルについて

以下の定めに従って、数値標高モデルを使用するものとする。

- (ア) 10mメッシュは、10B（地形図の等高線）を用いる。
- (イ) メッシュ内の水上の標高値及びメッシュが存在しないエリアの標高値は0とする。

2.4.3.4.2 都市地域土地利用細分メッシュデータについて

以下の定めに従って、土地利用細分メッシュデータを使用するものとする。

- (ア) 国土数値情報ダウンロードサイトから令和3年度作成の世界測地系データをダウンロードして用いるものとする。令和3年度のデータが得られない場合は、平成28年度のデータを用いる。当該データにおいて1次メッシュコード5942（岩手県宮古市の太平洋沖エリア）のみ以下の取り扱いを行うものとする。
 - (1) 同ウェブサイト上の1次メッシュコード5942向けに提供されるデータは世界測地系ではないため利用しない。
 - (2) メッシュコード5941（岩手県盛岡市及び宮古市の周辺エリア）の世界測地データ内に、メッシュコード5942のデータも含まれているため、そちらで代用する。
- (イ) 日本国内であるが、同ウェブサイト上でデータが取得できない1次メッシュについて、その領域内を解析範囲外（0000）として取り扱う。
- (ウ) 同ウェブサイト上で取得できる1次メッシュのデータに含まれない100m（1/10細分）メッシュについて、その領域内を解析範囲外（0000）として取り扱う。
- (エ) 下表に示す土地種別と土地分類のマッピングを、伝搬損失計算時に参照する。

表2-26：土地種別と土地分類のマッピング

国土地理院 種別	土地利用区分データ コード	土地分類
田	100	Rural
その他の農用地	200	Rural
森林	500	Rural
荒地	600	Rural
公共施設等用地	1001	Rural
空地	1002	Rural
公園・緑地	1003	Rural
河川地及び湖沼	1100	Rural
海浜	1400	Rural

海水域	1500	Rural
ゴルフ場	1600	Rural
工場	702	Suburban
低層建物	703	Suburban
低層建物（密集地）	704	Suburban
道路	901	Suburban
鉄道	902	Suburban
高層建物	701	Urban
解析範囲外	0000	Rural

2.5 6GHz 帯無線 LAN (SP モード) の技術的条件

本章においては、共用条件及び AFC システムの技術的要件を踏まえて、SP モードデバイスの技術的条件を整理する。なお、既存の LPI モード及び VLP モードの技術的条件⁵⁴との差分に相当する内容は下線付きで示す。

2.5.1 一般的条件

2.5.1.1 無線周波数帯

SP モードの 6 GHz 無線 LAN システムの導入に際しては、IEEE Std. 802.11ax-2021⁵⁵及びそれ以降の標準化された技術方式又は本技術的条件を満たすことが可能な同等の技術方式を前提とし、これまでの検討結果を踏まえ、無線周波数帯は下表のとおり定めることが適当である。

表 2-27 SP モードの 6 GHz 無線 LAN システムの使用する帯域

システム種別	周波数帯の呼称	周波数帯
6GHz 帯無線 LAN システム	<u>6GHz 低域帯 (6L)</u>	5925 – 6425 MHz
	<u>6GHz 高域帯 (6U)</u>	<u>6570 – 6870 MHz</u>

2.5.1.2 周波数チャンネル配置

周波数チャンネル配置は以下のとおり定めることが適当である。

表 2-28 SP モードの 6 GHz 無線 LAN システムの周波数チャンネル配置

占有周波数帯幅	周波数帯	中心周波数	チャンネル数
20 MHz 以下の場合	6 GHz 低域帯	5955 – 6415 MHz 間の 20 MHz 毎	24
	<u>6 GHz 高域帯</u>	<u>6595 – 6855 MHz 間の 20 MHz 毎</u>	<u>14</u>
20 MHz を超え 40 MHz 以下の場合	6 GHz 低域帯	5965 – 6405 MHz の間の 40 MHz 毎	12
	<u>6 GHz 高域帯</u>	<u>6605 – 6845 MHz の間の 40 MHz 毎</u>	<u>7</u>
40 MHz を超え 80 MHz 以下の場合	6 GHz 低域帯	5985 – 6385 MHz の間の 80 MHz 毎	6
	<u>6 GHz 高域帯</u>	<u>6625 MHz、6705 MHz、6785 MHz</u>	<u>3</u>
80 MHz を超え	6 GHz 低域帯	6025 MHz、6185 MHz、6345 MHz	3
160 MHz 以下の場合	<u>6 GHz 高域帯</u>	<u>6665 MHz</u>	<u>1</u>
160 MHz を超え	6 GHz 低域帯	6105 MHz、6265 MHz	2
320 MHz 以下の場合	<u>6 GHz 高域帯</u>	二	<u>0</u>

⁵⁴平成 27 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「無線 LAN システムの高度化利用に係る技術的条件」のうち「6GHz 帯無線 LAN の導入のための技術的条件」についての報告書を参照し、可能な限り記載フォーマット及び内容を踏襲した。

⁵⁵ IEEE Std. 802.11ax-2021, “IEEE Standard for Information Technology--Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 1: Enhancements for High-Efficiency WLAN”, <https://standards.ieee.org/ieee/802.11ax/7180/>

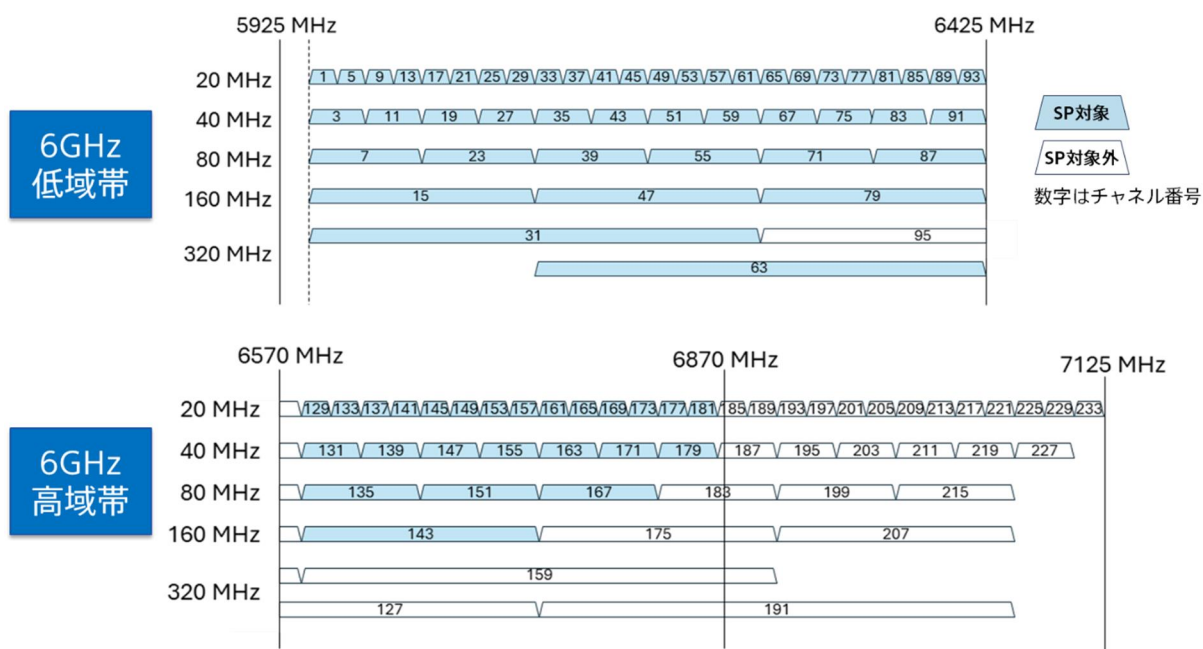


図 2-21 6 GHz 無線 LAN システムの周波数チャンネル配置

2.5.1.3 周波数チャンネルの使用順位

SP モードにおける周波数チャンネルの使用順位については、特段規定しない。

2.5.1.4 周波数の使用条件

- 周波数の使用を屋内外で認める。ただし、SP アクセスポイント及び固定クライアントについては、固定された場所に設置すること。
- 周波数の使用に当たっては、2.4.2 章に定める技術的要件を満足する AFC システムの提供する情報に従うこと。なお、プリアンブルパングチャリングを使用する場合には、パングチャリング領域における漏えい電力を、AFC システムの提供する 1 MHz 当たりの最大許容電力スペクトル密度 (PSD) 以下としなければならない。
- LPI/SP コンポジットデバイスに該当する SP アクセスポイントについて、動作モードを LPI モードに切り替えている間は、LPI モードに定められた周波数帯域⁵⁶のみ周波数の使用を認める。

2.5.1.5 空中線電力

いずれの SP モードデバイスも、空中線電力は 1 W 以下とする。

2.5.1.6 等価等方輻射電力

SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは 4 W 以下、SP クライアントデバイスは 1 W 以下とする。屋外設置される SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスについて、水平面に対して仰角 30 度を超えるところで測定される

⁵⁶ 令和 8 年 3 月時点では、6 GHz 低域帯 (5925 - 6425 MHz) のみが認められる。今後 LPI モードに定められた帯域が拡張される場合、その拡張帯域についても、LPI モードに切り替えている間の使用を認めることが可能になると想定される。

e. i. r. p. の最大が 21 dBm (125 mW) を超えないものとする。

2.5.1.7 伝送速度 (周波数利用効率)

LPI/VLP モードと同様に、伝送速度は、表 2-29 のとおりとする。

表 2-29 伝送速度 (周波数利用効率)

占有周波数帯幅	伝送速度
20 MHz 以下の場合	20 Mbps 以上
20 MHz を超え 40 MHz 以下の場合	40 Mbps 以上
40 MHz を超え 80 MHz 以下の場合	80 Mbps 以上
80 MHz を超え 160 MHz 以下の場合	160 Mbps 以上
160 MHz を超え 320 MHz 以下の場合	320 Mbps 以上

2.5.1.8 通信方式

LPI/VLP モードと同様に、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。

2.5.1.9 接続方式

LPI/VLP モードと同様に、接続方式は、現行どおり、各 20 MHz チャンネルを基本とした送信権の獲得を公平にし、共存を実現できるものとする。

2.5.1.10 変調方式

LPI/VLP モードと同様に、変調方式は、直交周波数分割多重 (OFDM) 方式とすることが適当である。なお、1 MHz 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。

2.5.1.11 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、以下のものとする。

(ア) 誤り訂正機能

- LPI/VLP モードと同様に、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適当であるが、再送制御による高レイヤでの品質向上を図るには、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。

(イ) 監視制御機能

- LPI/VLP モードと同様に、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。

(ウ) システム設計上の条件

- LPI/VLP モードと同様に、違法使用を防止する対策のため、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）を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。

(エ) 子局の制御

- LPI/VLP モードと同様に、親局により子局の周波数チャンネル選択及び送信電力を制御することが適当である。
- 固定クライアントデバイスを除く SP クライアントについては、送信電力制御機能を具備することを必須とし、接続先親局が SP アクセスポイントである場合に、親局が使用する送信電力よりも 6 dB 以上低い値とすることが必要である。また、周波数チャンネルについても接続先親局と同じ周波数のみを使用可能とすることが必要である。

(オ) 同一システム間の共用方策

- LPI/VLP モードと同様に、6 GHz 帯無線 LAN 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、5 GHz 帯の小電力データ通信システム間の共用策と同様とすることが適当である。

(カ) 異種システムとの共用方策

- 2.5.1.12 章に定める AFC システム利用に係る機能の条件を満足し、2.4.2 章に定める技術的要件を満足する AFC システムにより使用可能とされた周波数とその出力制限に従って電波の発射を行うものとする。

2.5.1.12 AFC システム利用に係る機能の条件

SP アクセスポイント及び固定クライアントは、異種システムとの共用方策のため、本章で定める機能の条件を満足することが必要である。なお、ネットワークエレメントを介して AFC システムとの通信を行う SP モードデバイス（2.4 章におけるノンスタンドアロン型アクセスポイント）については、ネットワークエレメントとの組み合わせ利用によって本章に定める機能の条件を満足することが必要であり、ネットワークエレメントを用いずに単体で稼働させることはできないことに留意しなければならない。

2.5.1.12.1 機器登録に係る要件

機器登録に係る要件を以下のように定める。

- (ア) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、最初の電波発射開始（送信）又は設置場所を変更した後の電波発射開始（送信）に先立って AFC システムへ登録し、AFC システムから許可されなければならない。
- (イ) SP アクセスポイントと固定クライアントデバイスは、自身で直接的に又は同一ネットワークの複数の SP アクセスポイントや固定クライアントデバイスを代表するネットワークエレメントにより間接的にいずれかの手段で AFC システムへ登録情報を提供しなければならない。
- (ウ) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイス又は代行するネットワークエレメントは、有線又は 2.5.1.1 章に定める周波数帯以外を使用する無線、

これらのどちらかを介して AFC システムへ登録しなければならない⁵⁷。

- (エ) 固定クライアントデバイスは、SP アクセスポイントのみと接続するものとする。
- (オ) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、以下に示す情報を AFC システムへ提供し、登録しなければならない。
 - 自位置の地理座標情報（緯度、経度）
 - アンテナ地上高情報
 - 技術基準適合証明番号又は工事設計認証番号
 - 製造番号
- (カ) 上記いずれかの情報に変更が生じる場合、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、更新された情報を AFC システムへ提供しなければならない。
- (キ) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスから AFC システムへ提供される情報は全て、真実、完全、そして正確に作成されていなければならない。

2.5.1.12.2 AFC システム提供情報に基づく周波数使用に係る要件

AFC システム提供情報に基づく周波数使用に係る要件を以下のように定める。なお、本章における「最大許容電力」とは、「最大許容等価等方輻射電力 (e. i. r. p)」又は「最大許容電力スペクトル密度 (PSD)」又は両方のいずれかに読み替えることが可能である。

- (ア) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、自位置で使用可能な周波数と最大許容電力を電波の発射に先立って決定するために、AFC システムへアクセスしなければならない。
- (イ) 2.5.1.12.1 章 (ア) に従い AFC システムへ機器登録し承認された SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、AFC システムから、自位置で使用可能な周波数リスト及び最大許容電力を取得しなければならない。
- (ウ) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、AFC システムにより使用可能と示された周波数と電力レベルでのみ電波を発射してもよい。⁵⁸
- (エ) SP アクセスポイントと固定クライアントデバイスは、少なくとも 1 日に 1 回は AFC システムにアクセスし、自位置において使用可能な周波数の最新のリストと、当該周波数の最大許容電力を取得しなければならない。
- (オ) SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスが AFC システムに正常に接続できなかった場合、その翌日の午後 11 時 59 分まで稼働を継続してもよい

⁵⁷ ネットワークエレメントを要するノンスタンドアローン SP アクセスポイントは、ネットワークエレメントとのセットで技術基準適合証明ないし工事設計認証を取得する必要がある。

⁵⁸ プリアンブルパルクチャリング機能の利用の有無に関わらず適用される。

⁵⁹。その時刻を過ぎる場合には、SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスは、AFC システムとの接続を再確立し、使用可能な周波数とそれに紐づく電力レベルのリストを再確認できるまで稼働を停止しなければならない。

2.5.1.12.3 位置特定機能に係る要件

位置特定機能に係る要件を以下のように定める。

(ア) 基本要件

- (1) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、95%信頼度で自身の地理座標及び位置不確実性を自動で決定⁶⁰するために、内蔵の位置特定機能又は位置特定用外部機器へセキュアに接続する機能のいずれかを具備しなければならない。
- (2) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、決定した座標及び不確実性を、電源オフ状態から起動したときに AFC システムに報告しなければならない。

(イ) 位置特定用外部機器

- (1) 位置特定用外部機器は、SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスに、無線又は有線のいずれかで接続してもよい。
- (2) 単一の位置特定用外部機器が、複数の SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスに位置情報を提供してもよい。
- (3) 位置特定用外部機器は、SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスでの使用が承認された位置特定用外部機器のみが SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスに地理座標を提供することを保証するセキュア接続を用いて、SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスに接続しなければならない。あるいは、延長ケーブルを使用して、遠隔受信アンテナを SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイス内部の地理位置受信機に接続してもよい。
- (4) 外付けの位置特定機能を具備する SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスにより推定される位置不確実性は、使用する位置特定用外部機器

⁵⁹ インターネット障害等によりデバイス側で接続の再確立を継続して試みる期間が必要になる可能性も踏まえて、北米同様にこのような猶予期間を設けている。猶予期間中、極めて低い確率で「SP モードデバイスが AFC システム接続に失敗する事象」と「接続失敗したデバイスの近隣に同一又は隣接周波数を使用する新規固定局が出現する事象」とが同時に発生する場合に、新規固定局に干渉が発生する可能性が考えられる。一方、総務省によれば、これまでの傾向では免許情報の新規追加は頻繁に発生せず、また、PARTNER の運用実態として免許情報の新規追加は免許人からの申請処理完了後に直ちに反映され、新規局が商用稼働を開始する前に AFC システムにデータが取り込まれて干渉保護が適用されるとのことである。したがって、前述のような事象が発生した場合でも、新規固定局の運用前に固定局のデータベースには既に反映された状態になっていることから、翌日午後 11 時 59 分までの猶予期間があっても大きな問題にはならない。

⁶⁰ Wi-Fi Alliance が定めるインタフェース仕様では、位置不確実性領域 (area of location uncertainty) を表現するために楕円形 (ellipse)、線形ポリゴン (linear polygon)、放射ポリゴン (radial polygon) の 3 つのフォーマットが定義されている。どのフォーマットを使用するか、どのような方法で推定するかは SP モードデバイス側の実装依存となる。2.5.2.6.4 章についても参照のこと。

の精度と、外付けの位置特定機能との間の距離を考慮して定めること。

(ウ) 機器認証申請時の要件

- (1) SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスの技術基準適合証明及び工事設計認証の申請者は、申請対象機器が使用する地理位置特定の方法の精度と位置不確実性を証明しなければならない。
- (2) 位置特定機能を内蔵しない可能性がある SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスの場合、この位置不確実性は、使用する位置特定用外部機器の精度と、同機器と申請対象機器との間の距離を考慮して定めなければならない。

2.5.1.12.4 セキュリティ要件

セキュリティ要件を以下のように定める。

- (ア) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスは、総務省から承認されていない AFC システムへのアクセスを防止しなければならない。
- (イ) SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスには、権限のない者がデバイスを規則及び干渉保護基準に適合しない方法で動作するよう不正に変更できないようにし、SP アクセスポイント、固定クライアントデバイス及び AFC システム間の通信がデータの破損又は不正な傍受を防止するために安全であることを保証するよう、適切なセキュリティ対策を組み込まなければならない。
- (ウ) SP アクセスポイントは、不正なデータ入力や保存データの改ざんから保護するため、クライアントデバイスとの通信回線における認証手続きの確立を含むセキュリティ対策を組み込まなければならない。

2.5.2 無線設備の技術的条件

2.5.2.1 送信装置

(ア) 周波数の許容偏差

LPI/VLP モードと同様に、周波数の許容偏差は、 ± 20 ppm 以下とする。

(イ) 占有周波数帯幅の許容値

LPI/VLP モードと同様に、占有周波数帯幅の許容値は、表 2-30 のとおりとする。

表 2-30 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
20 MHz 以下の場合	20 MHz
20 MHz を超え 40 MHz 以下の場合	40 MHz
40 MHz を超え 80 MHz 以下の場合	80 MHz
80 MHz を超え 160 MHz 以下の場合	160 MHz
160 MHz を超え 320 MHz 以下の場合	320 MHz

(ウ) 空中線電力

空中線電力は、表 2-31 のとおりとすることが適当である。なお、LPI モードと VLP モードについて空中線利得が 0 dBi を下回る場合においては、e. i. r. p. が下記(オ)の等価等方輻射電力の項で表記する最大等価等方輻射電力以下となる範囲で空中線電力をもって補うことができる。

表 2-31 空中線電力規定

占有周波数帯幅	LPI モードの 空中線電力	VLP モードの 空中線電力	SP モードの 空中線電力
20 MHz 以下	10 mW/MHz 以下	1.25 mW/MHz 以下	<u>50 mW/MHz 以下</u>
20 MHz を超え 40 MHz 以下	5 mW/MHz 以下	0.625 mW/MHz 以下	<u>25 mW/MHz 以下</u>
40 MHz を超え 80 MHz 以下	2.5 mW/MHz 以下	0.3125 mW/MHz 以下	<u>12.5 mW/MHz 以下</u>
80 MHz を超え 160 MHz 以下	1.25 mW/MHz 以下	0.15625 mW/MHz 以下	<u>6.25 mW/MHz 以下</u>
160 MHz を超え 320 MHz 以下	0.625 mW/MHz 以下	0.078125 mW/MHz 以下	<u>3.125 mW/MHz 以下</u>

(エ) 空中線電力の許容偏差

LPI/VLP モードと同様に、空中線電力の許容偏差は、上限+20%、下限-80%とすることが適当である。

(オ) 等価等方輻射電力 (e. i. r. p)

等価等方輻射電力は、下表のとおりとすることが適当である。

表 2-32 等価等方輻射電力

占有周波数帯幅	LPI モードの	VLP モードの	SP モードの等価等方輻射電力
---------	----------	----------	-----------------

	等価等方輻射電力	等価等方輻射電力	SP アクセスポイント及び 固定クライアントデバイス	SP クライアント
20 MHz 以下	10 mW/MHz 以下	1.25 mW/MHz 以下	<u>200 mW/MHz 以下</u>	<u>50 mW/MHz 以下</u>
20 MHz を超え 40 MHz 以下	5 mW/MHz 以下	0.625 mW/MHz 以下	<u>100 mW/MHz 以下</u>	<u>25 mW/MHz 以下</u>
40 MHz を超え 80 MHz 以下	2.5 mW/MHz 以下	0.3125 mW/MHz 以下	<u>50 mW/MHz 以下</u>	<u>12.5 mW/MHz 以下</u>
80 MHz を超え 160 MHz 以下	1.25 mW/MHz 以下	0.15625 mW/MHz 以下	<u>25 mW/MHz 以下</u>	<u>6.25 mW/MHz 以下</u>
160 MHz を超え 320 MHz 以下	0.625 mW/MHz 以下	0.078125 mW/MHz 以下	<u>12.5 mW/MHz 以下</u>	<u>3.125 mW/MHz 以下</u>

(カ) 送信空中線特性

(1) 送信空中線利得

SP アクセスポイント及び固定クライアントの場合、送信空中線利得は、最大 e. i. r. p 4 W 及び最大空中線電力 1 W の範囲内で設定可能とする。SP クライアントの場合、特段規定しない。ただし e. i. r. p. の最大値 1W 及び空中線電力の最大値 1W から間接的に定義されている。

(2) 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は、規定しない。

(キ) 隣接チャネル漏洩電力等

SP モードデバイスの隣接チャネル漏洩電力は、下表のとおりとすることが適当である。

表 2-33 SP モードデバイスの隣接チャネル漏洩電力

占有周波数帯幅	隣接チャネル漏洩電力
<u>20 MHz 以下</u>	<u>搬送波の周波数から 20 MHz 及び 40 MHz 離れた周波数の ±10 MHz 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 25 dB 及び 40 dB 以上低い値</u>
<u>20 MHz を超え 40 MHz 以下</u>	<u>搬送波の周波数から 40 MHz 及び 80 MHz 離れた周波数の ±20 MHz 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 25 dB 及び 40 dB 以上低い値</u>
<u>40 MHz を超え 80 MHz 以下</u>	<u>搬送波の周波数から 80 MHz 及び 160 MHz 離れた周波数の ±40 MHz 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 25 dB 及び 40 dB 以上低い値</u>
<u>80 MHz を超え 160 MHz 以下</u>	<u>搬送波の周波数から 160 MHz 及び 320 MHz 離れた周波数の ±80 MHz 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 25 dB 及び 40 dB 以上低い値</u>
<u>160 MHz を超え 320 MHz 以下</u>	<u>規定しない</u>

(ク) パンクチャリング領域の漏えい電力の許容値

当該使用中の非パンクチャリング領域の最大等価等方輻射電力密度を基準値 (0 dBr) とし、非パンクチャリング領域の端部から 1 MHz 以上離れた領域は -20 dBr とする。パンクチャリング領域が占有周波数帯幅の端に来る場合は、-20 dBr が適用される範囲は占有周波数帯幅の端までとする。非パンクチャリング領

域の端部から 1 MHz までの領域は dB 単位で線形補間とする。

(ケ) 周波数チャンネル当たりのスペクトラム特性

LPI/VLP モードと同様に、周波数チャン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ンネル漏えい電力で規定されているため、周波数チャンネル当たりのスペクトラムマスクは規定しないものとする。

(コ) 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、以下のとおりとすることが適当である。

(1) 帯域外領域の定義

6 GHz 低域帯と高域帯の周波数チャンネルを同時に使用する可能性もあることから、6 GHz 低域帯と高域帯の間の周波数帯域を帯域外領域に含めることは望ましくなく、表 2-34 のとおり定義することが適当である。

表 2-34 帯域外領域の定義

占有周波数帯幅	帯域外領域
20 MHz 以下	5925 MHz 未満及び 6870 MHz 以上
20 MHz を超え 40 MHz 以下	5925 MHz 未満及び 6870 MHz 以上
40 MHz を超え 80 MHz 以下	5925 MHz 未満及び 6870 MHz 以上
80 MHz を超え 160 MHz 以下	5925 MHz 未満及び 6870 MHz 以上
160 MHz を超え 320 MHz 以下	5925 MHz 未満及び 6870 MHz 以上

(2) 不要発射の強度の許容値

SP モードデバイスが使用しない帯域 (5925 MHz 未満、6425 MHz 超 6570 MHz 未満、6870 MHz 超) は AFC システムの所掌範囲外であり、この領域に関しては、AFC システムは SP モードデバイスの電波の発射を制御できない。そのため、過去の LPI/VLP 及び 320 MHz 導入時の検討を参考に、2.3.6 章における固定衛星 (宇宙から地球) との隣接帯域共用検討の結果も踏まえて、スプリアス領域の上限 50 μ W/MHz (-13 dBm/MHz) と 5.6 GHz 帯無線 LAN の上限 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) を基準に、IEEE 802.11be で規定されるスペクトラムマスクを踏まえて SP モードデバイスの技術的条件として規定する。これにより、その帯域のシステムとの共用を担保する。

■ 5925 MHz 未満の領域について

米国・カナダにおける 5925MHz 未満の不要発射の上限は-27 dBm/MHz (= 2 μ W) である。(FCC: 47 CFR 15.407(b)(6)、ISED: RSS-248 Section 4.6.2 を参照のこと。) また、欧州郵便電気通信主管庁会議 (CEPT) にてパブリックコンサルテーションのフェーズにある、共用検討に係る Draft ECC Report 377 においても、Road ITS との共用観点で、5925 MHz 未満の不要発射の上限は-27 dBm/MHz (= 2 μ W) とすることが検討されている。

50 μ W (-13 dBm/MHz) や 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) よりも低い数値であること

に加え、我が国においても米国、欧州同様に 5925 MHz 未満の C-V2X への割り当てが検討中であることを踏まえると、5925 MHz 未満の不要発射の上限を-27 dBm/MHz (=2 μ W) とする。

■ 6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域及び 6870 MHz 超の領域について

無線 LAN の広帯域チャネルの運用を考慮すると、5925 MHz 以外の境界となる周波数に隣接する IEEE 802.11be チャネルまで利用できることとする。そこで、6425 MHz 近傍、6570 MHz 近傍、6870 MHz 近傍にガードバンドは設定せず、より厳しい帯域外領域における不要発射強度の許容値を規定することとする。以下、IEEE 802.11be で規定されるスペクトラムマスクと、スプリアス領域の上限 50 μ W/MHz (-13dBm/MHz)、5.6 GHz 帯無線 LAN の上限 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) の比較である。なお、320 MHz 幅については、より制限が緩い non-HT duplicate PPDU の場合のスペクトラムマスクを参照している。

・ 20 MHz BW の場合 (6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域)

6425 MHz 超 6441.1 MHz 以下の範囲及び 6568.3 MHz 以上 6570 MHz 未満の範囲で 50 μ W (-13 dBm/MHz) 以下、6441.1 MHz 超 6568.3 MHz 未満の範囲で 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) とする。

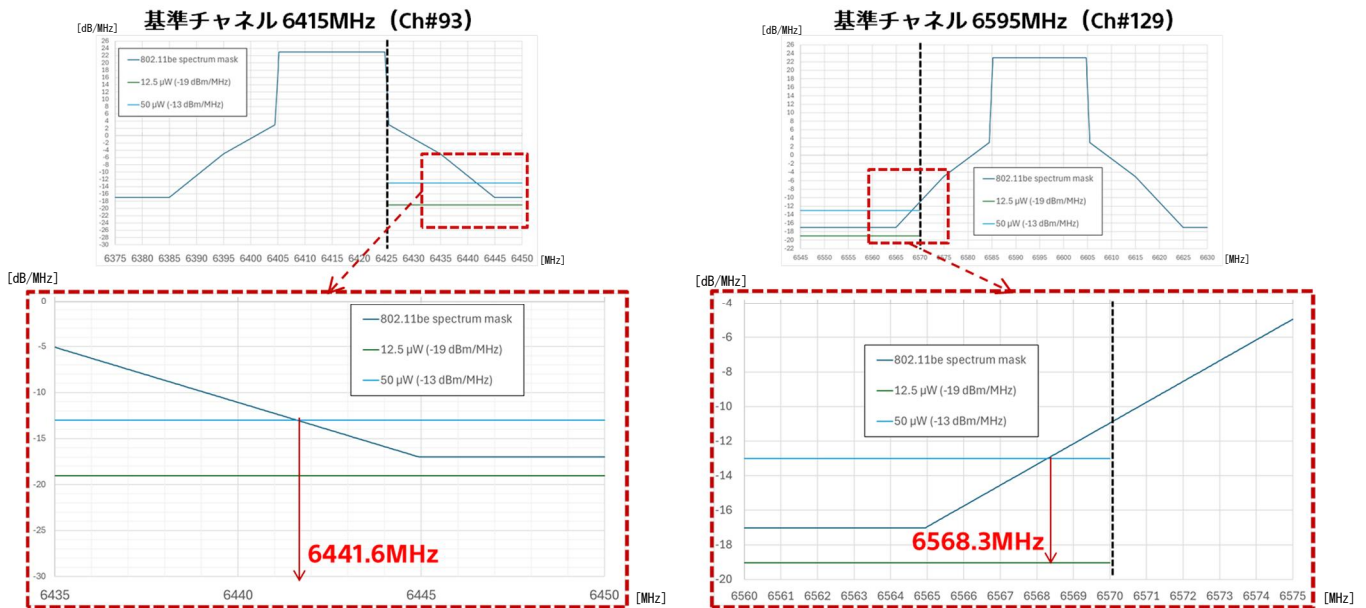


図 2-22 : 20 MHz BW チャネルの場合 (6425MHz 超 6570MHz 未満の領域)

・ 20 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

6870 MHz 超 6881.7 MHz 以下の範囲で 50 μ W (-13 dBm/MHz) 以下、6881.7 MHz 超の範囲で 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) とする。

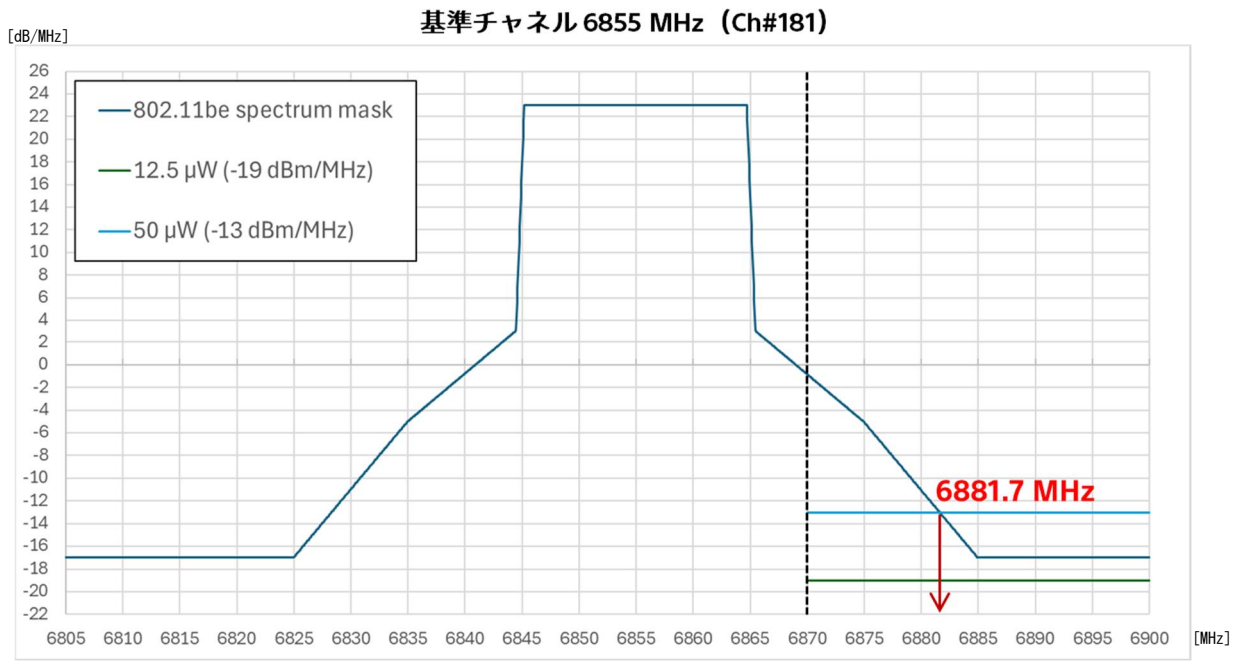


図 2-23 : 20 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

・ 40 MHz BW の場合 (6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域)

6425 MHz 超 6453.2 MHz 以下の範囲及び 6556.7 MHz 以上 6570 MHz 未満の範囲で 50 μ W (-13 dBm/MHz) 以下, 6453.2 MHz 超 6556.7 MHz 未満の範囲で 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) とする。

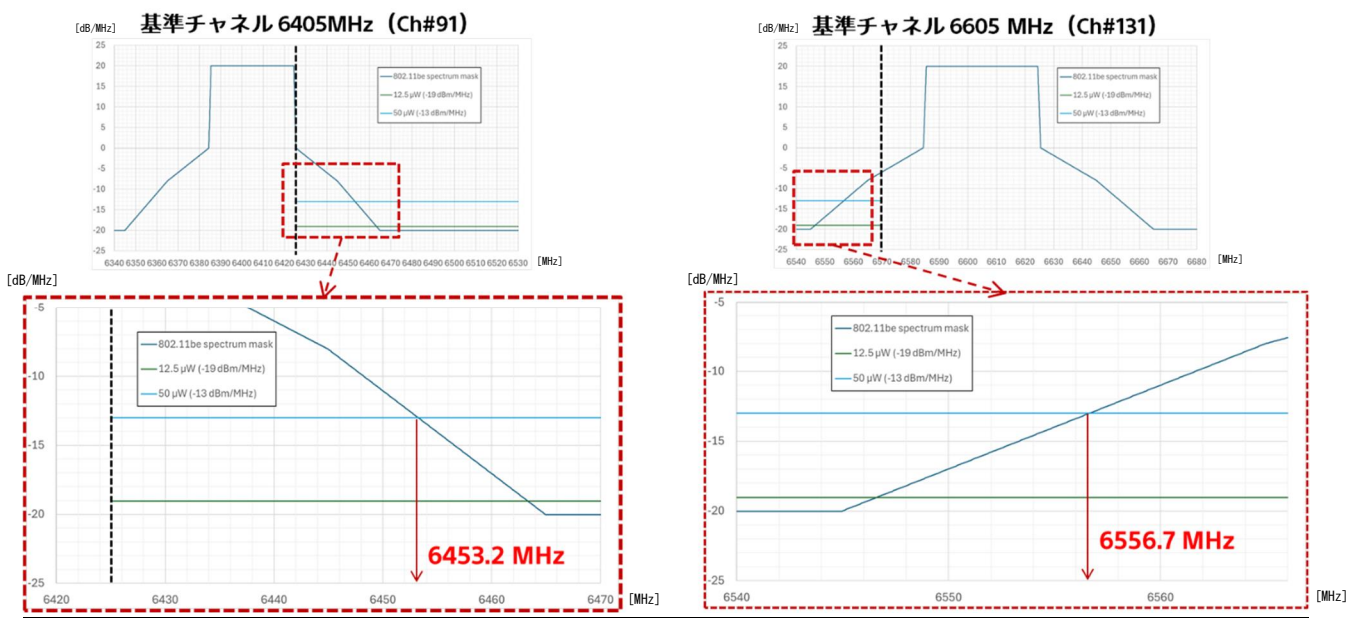


図 2-24 : 40 MHz BW チャンネルの場合

・ 40 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

6870 MHz 超 6893.3 MHz 以下の範囲で 50 μ W (-13 dBm/MHz) 以下, 6893.3 MHz 超の範囲で 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) とする。

[dB/MHz]

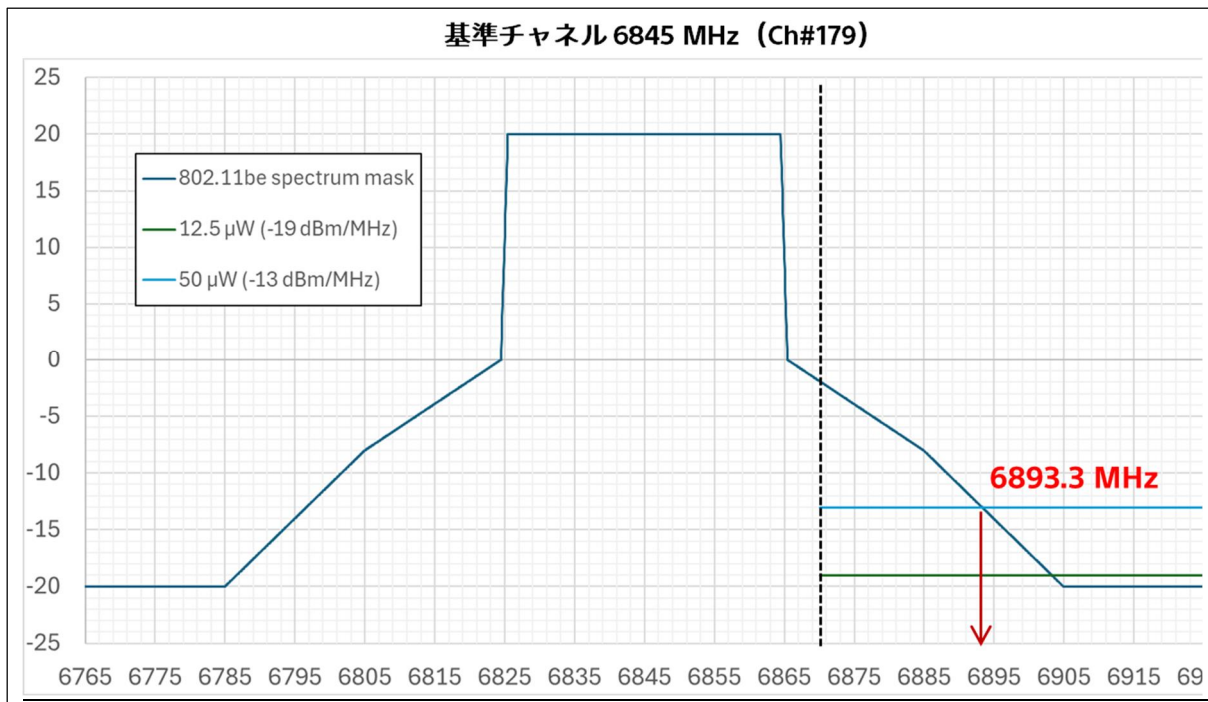


図 2 - 25 : 40 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

・ 80 MHz BW の場合 (6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域)

6425 MHz 超 6471.6 MHz 以下の範囲及び 6538.4 MHz 以上 6570 MHz 未満の範囲
で 50 μW (-13 dBm/MHz) 以下, 6471.6 MHz 超 6538.4 MHz 未満の範囲で 12.5 μW
(-19 dBm/MHz) とする。

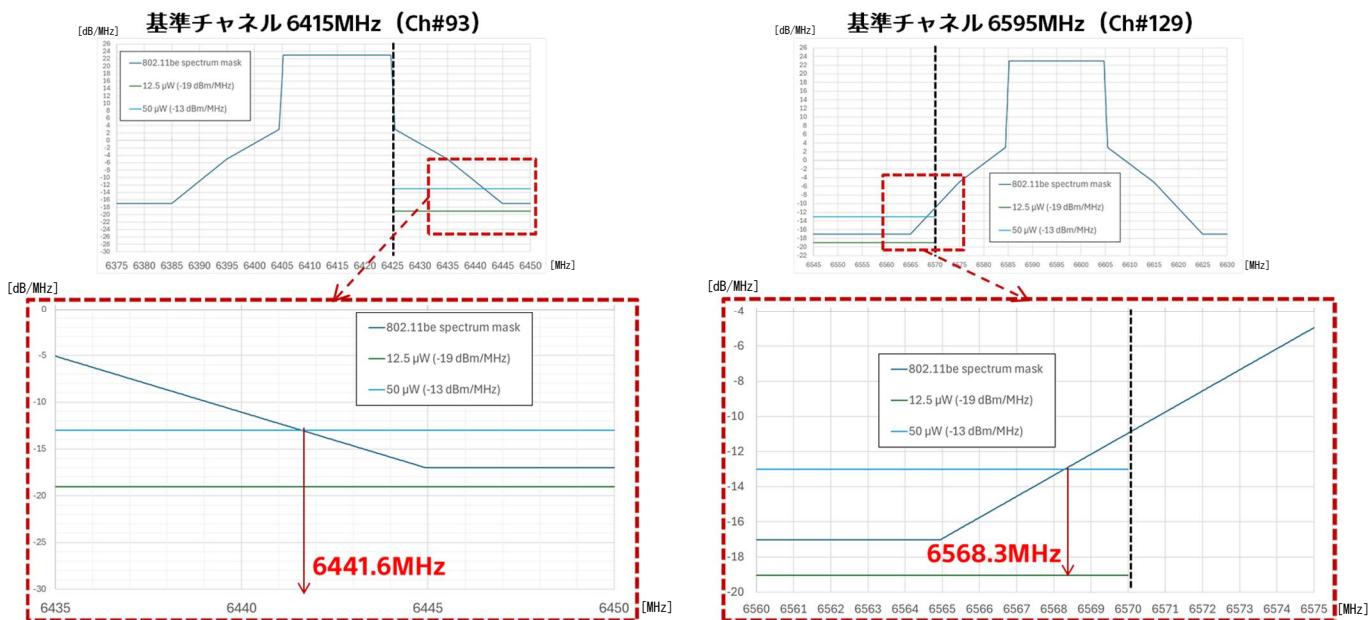


図 2 - 26 : 80 MHz BW の場合 (6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域)

・ 80 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

6870 MHz 超 6871.6 MHz 以下の範囲で 50 μ W (-13 dBm/MHz) 以下, 6871.6 MHz 超の範囲で 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) とする。

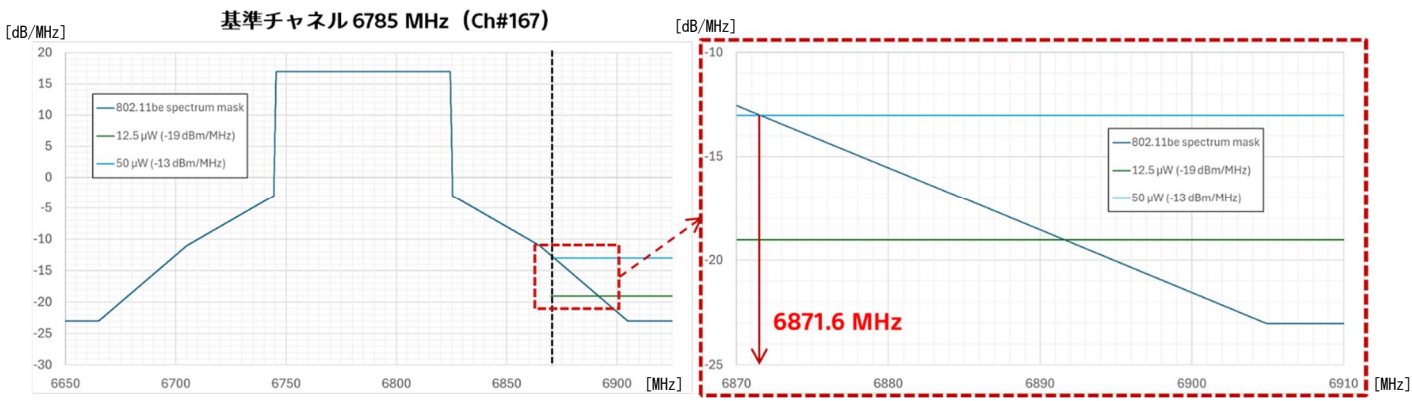


図 2-27 : 80 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

・ 160 MHz BW の場合 (6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域)

6425 MHz 超 6498.8 MHz 以下の範囲及び 6515.2 MHz 以上 6570 MHz 未満の範囲で 50 μ W (-13 dBm/MHz) 以下, 6498.8 MHz 超 6515.2 MHz 未満の範囲で 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) とする。

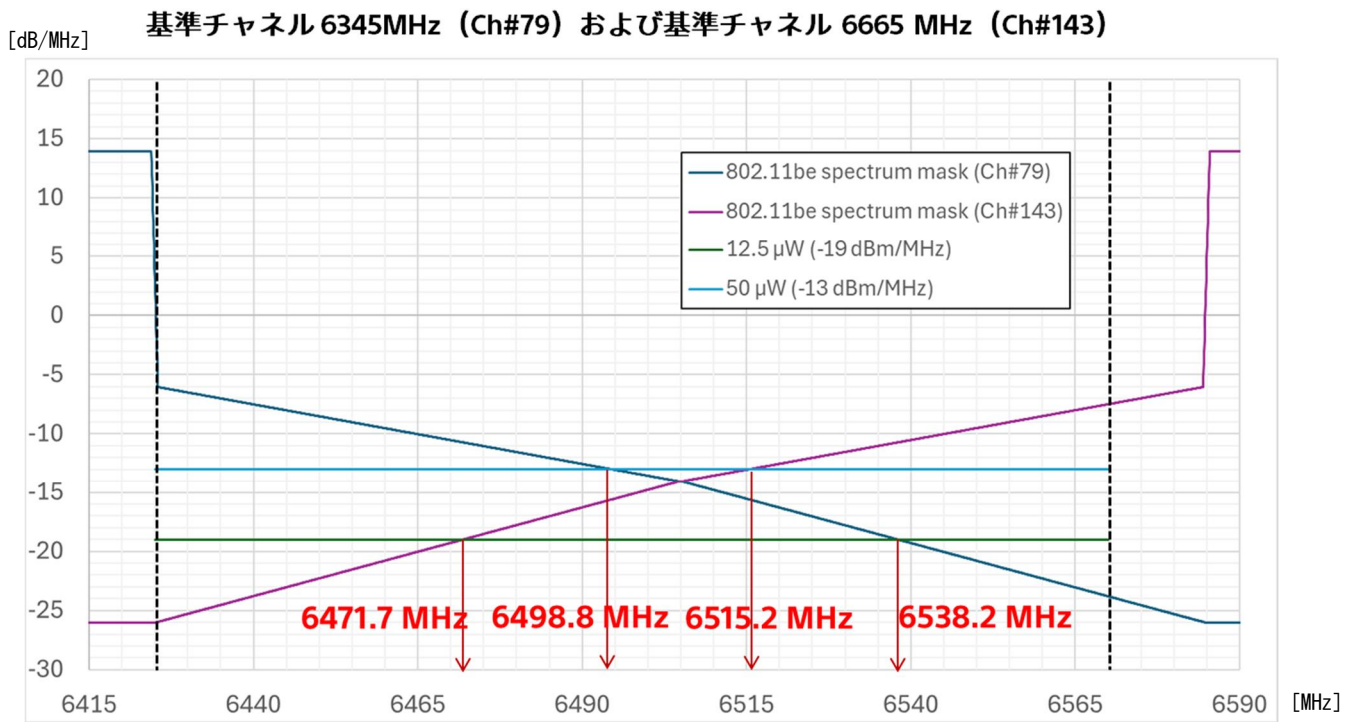


図 2-28 : 160 MHz BW の場合 (6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域)

・ 160 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

6870 MHz 超の範囲で 12.5 μ W (-19 dBm/MHz) とする。

基準チャネル 6665 MHz (Ch#143)

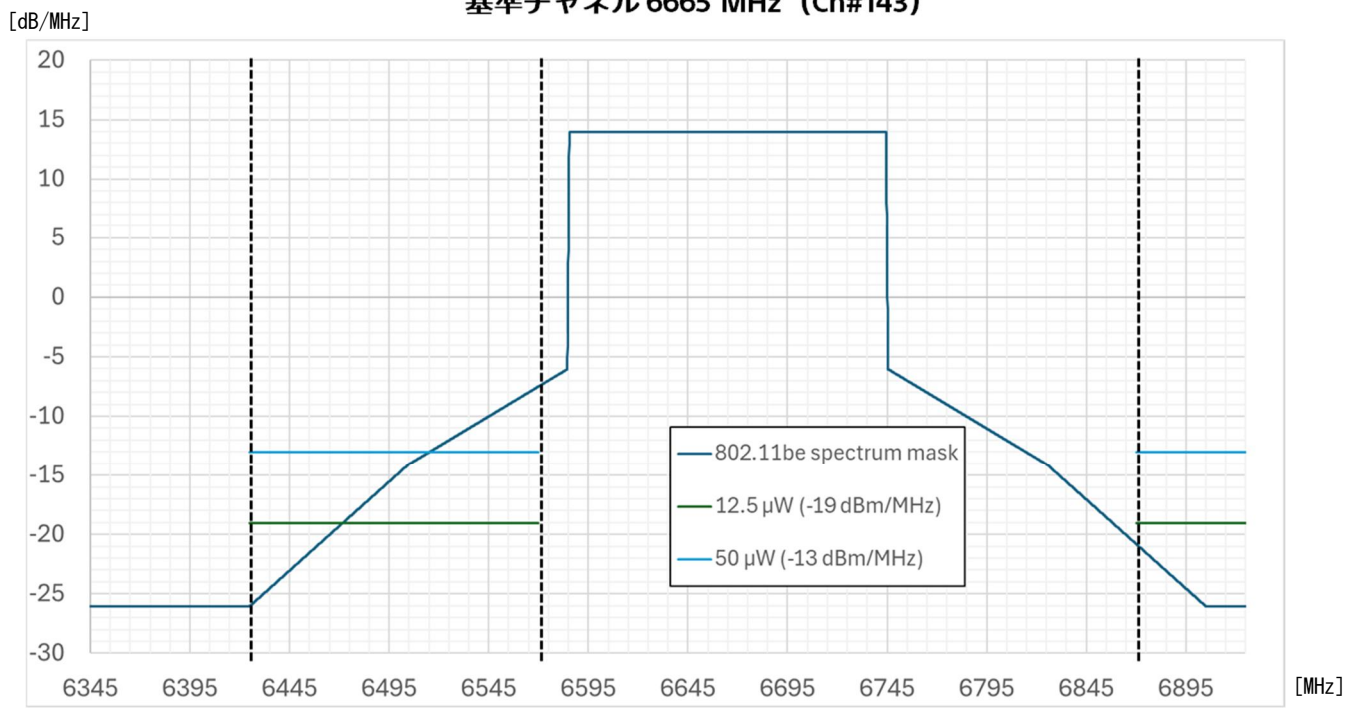


図 2-29 : 160 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

・ 320 MHz BW の場合 (6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域)

6425 MHz 超 6504.7 MHz 以下の範囲で 50 μW (-13 dBm/MHz) 以下, 6504.7 MHz 超の範囲で 12.5 μW (-19 dBm/MHz) とする。

基準チャネル 6105MHz (Ch#63) (non-HT duplicate PPDUの場合)

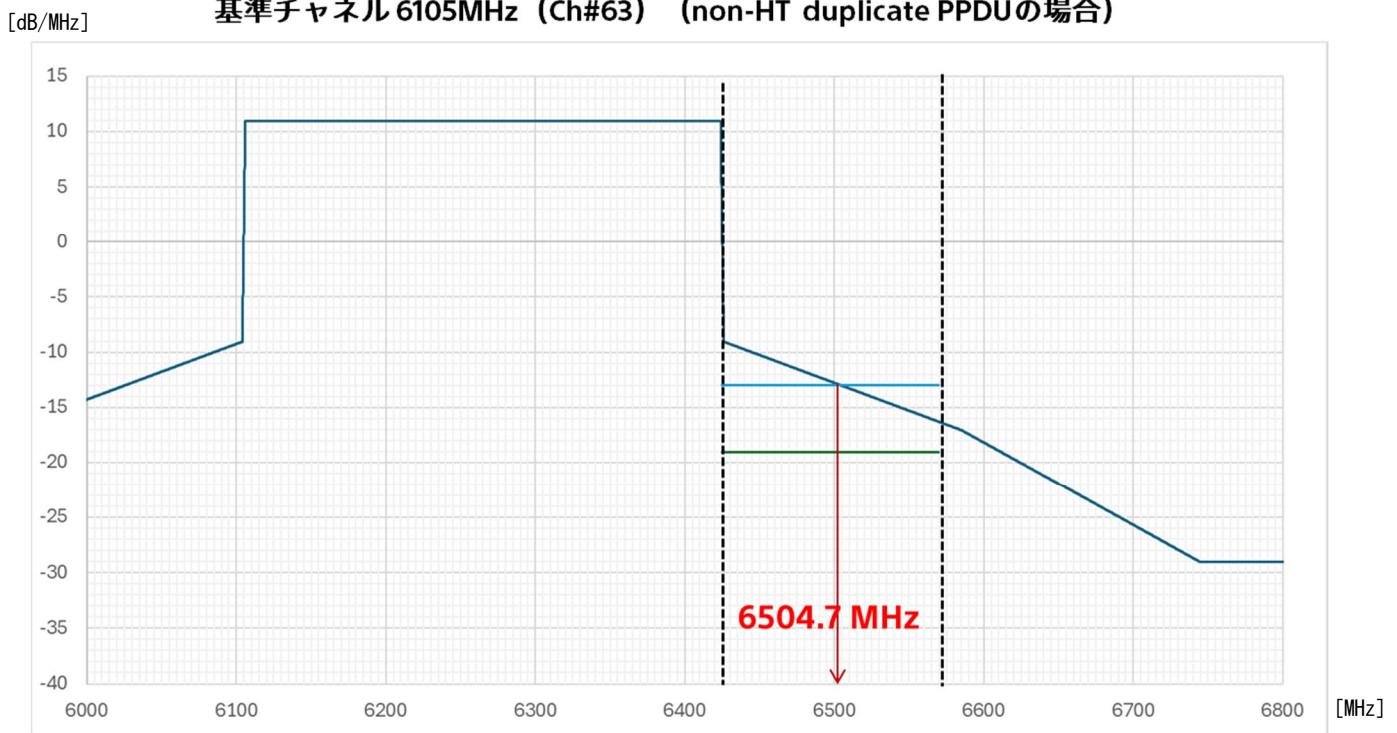


図 2-30 : 320 MHz BW の場合 (6425 MHz 超 6570 MHz 未満の領域)

・ 320 MHz BW の場合 (6870 MHz 超の領域)

6570 - 6870 MHz の範囲内に 320 MHz 幅のチャンネルを定義できないことから、規定は設けない。

以上より、6 GHz 帯無線 LAN システムのうち、SP モードデバイスの不要発射の強度の許容値については、以下のとおりとすることが適当である。

表 2-35 : SP モードデバイスの不要発射の強度の許容値

周波数帯	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	基準チャンネルからの差
5925 - 6425 MHz	20 MHz 以下	5955 MHz	5925 MHz 以下	2 μ W 以下	30 MHz 以上
		6415 MHz	6425 MHz 超 6441.1 MHz 以下	50 μ W 以下	10 MHz 以上 26.1 MHz 未満
			6441.1 MHz 超	12.5 μ W 以下	26.1 MHz 以上
	20 MHz 超え 40 MHz 以下	5965 MHz	5925 MHz 以下	2 μ W 以下	40 MHz 以上
		6405 MHz	6425 MHz 超 6453.2 MHz 以下	50 μ W 以下	20 MHz 以上 35.1 MHz 未満
			6453.2 MHz 超	12.5 μ W 以下	35.1 MHz 以上
	40 MHz 超え 80MHz 以下	5985 MHz	5925 MHz 以下	2 μ W 以下	60 MHz 以上
		6385 MHz	6425 MHz 超 6471.6 MHz 以下	50 μ W 以下	40 MHz 以上 55.4 MHz 未満
			6471.6 MHz 超	12.5 μ W 以下	55.4 MHz 以上
	80 MHz 超え 160 MHz 以下	6025 MHz	5925 MHz 以下	2 μ W 以下	100 MHz 以上
		6345 MHz	6425 MHz 超 6498.8 MHz 以下	50 μ W 以下	80 MHz 以上 80.5 MHz 未満
			6498.8 MHz 超	12.5 μ W 以下	80.5 MHz 以上
160 MHz 超え 320 MHz 以下	6105 MHz	5925 MHz 以下	2 μ W 以下	180 MHz 以上	
	6265 MHz	6425 MHz 超 6504.7 MHz 以下	50 μ W 以下	160 MHz 以上 160.7 MHz 未満	
		6504.7 MHz 超	12.5 μ W 以下	160.7 MHz 以上	
6570 - 6870 MHz	20 MHz 以下	6595 MHz	6568.3 MHz 以上 6570 MHz 未満	50 μ W 以下	25 MHz 以上 26.7 MHz 未満
			6568.3 MHz 未満	12.5 μ W 以下	26.7 MHz 以上
		6855 MHz	6870 MHz 超 6881.7 MHz 以下	50 μ W 以下	15 MHz 以上 26.7 MHz 未満
	6881.7 MHz 超		12.5 μ W 以下	26.7 MHz 以上	
	20 MHz 超え 40 MHz 以下	6605 MHz	6556.7 MHz 以上 6570 MHz 未満	50 μ W 以下	30.5MHz 以上 48.3 MHz 未満
			6556.7 MHz 未満	12.5 μ W 以下	48.3 MHz 以上
6845 MHz		6870 MHz 超 6893.3 MHz 以下	50 μ W 以下	25 MHz 以上 48.3 MHz 未満	
	6893.3 MHz 超	12.5 μ W 以下	48.3 MHz 以上		

	40 MHz 超え 80 MHz 以下	6625 MHz	6538.4 MHz 以上 6570 MHz 未満	50 μ W 以下	55 MHz 以上 86.6 MHz 未満	
		6785 MHz	6538.4 MHz 未満	12.5 μ W 以下	86.6 MHz 以上	
			6870 MHz 超 6871.6 MHz 以下	50 μ W 以下	85 MHz 以上 86.6 MHz 未満	
			6871.6 MHz 超	12.5 μ W 以下	86.6 MHz 以上	
	80 MHz 超え 160 MHz 以下	6665 MHz	6515.2 MHz 以上 6570 MHz 未満	50 μ W 以下	95 MHz 以上 150.2 MHz 未満	
			6515.2 MHz 未満	12.5 μ W 以下	150.2 MHz 以上	
			6870 MHz 超	12.5 μ W 以下	215 MHz 以上	
	160 MHz 超え 320 MHz 以下					

(サ) 帯域外漏洩電力

LPI/VLP モードと同様に、帯域外漏洩電力は、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。

2.5.2.2 受信装置

(ア) 副次的に発射する電波等の限度

LPI/VLP モードと同様に、副次的に発射する電波の強度は、1 GHz 未満の周波数において 4 nW 以下、1 GHz 以上の周波数において 20 nW 以下とする。

(イ) 受信感度

LPI/VLP モードと同様に、受信感度は特段規定しないこととする。

(ウ) 受信空中線特性

LPI/VLP モードと同様に、受信空中線特性は、無線機器製造の柔軟性を確保するため、特段規定しないことが適当である。なお、送信空中線特性と等価であることとする。

2.5.2.3 電気通信回線設備との接続

LPI/VLP モードと同様に、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 8 ms 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。

2.5.2.4 混信防止機能等

LPI/VLP モードと同様に、混信防止機能等は、以下のとおりとすることが適当である。

- (1) 混信防止機能は、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。

- (2) 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 8 ms 以下とすること。
- (3) 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 8 ms 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。
- (4) 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 100 mV/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停止させるものであること。

2.5.2.5 電波防護指針

安全な電波利用の一層の徹底を図るため、電波法施行規則第 21 条の 3（電波の強度に対する安全施設）により安全基準が規定されている。送信点から距離 d 離れた地点における電力束密度 S は以下のとおり定義される。

$$S = \frac{P}{4\pi d^2}$$

S : 電力束密度 [W/m²]

P : 等価等方輻射電力 (e. i. r. p.) [W]

d : 送信点との距離 [m]

したがって、距離 d は以下のとおり求められる。

$$d = \sqrt{\frac{P}{4\pi S}}$$

電波法施行規則に記載されている電波防護指針の規格値は表 2-3 のとおりである。

表 2-36 電波防護指針（電波法施行規則別表第二号の三の三の抜粋）

周波数	電界強度の実効値 E	磁界強度の実効値 H	電力束密度 S
1.5 GHz を超え 300 GHz 以下	61.4 V/m	0.163 A/m	1 mW/cm ²

電波防護指針について考察を行うに当たり、過去の答申を参照することが適当である。平成 29 年度陸上無線通信委員会報告⁶¹においては、最大 e. i. r. p. が 1W の場合でも問題ないという結果が得られている。IEEE 802.11be で規定されるマルチリンク伝送では、複数のリンクを構成する送信機群全体での総送信電力に対して、電波防護指針に対する適合性を検討する必要がある。SP モードでのマルチリンク伝送を想定し

⁶¹ 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「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」

た場合の各リンクの最大 e. i. r. p. は以下のとおりである。

- ・ 2.4 GHz 帯 : 327.4 mW (最大空中線電力 200 mW + アンテナ利得 2.14 dBi)
- ・ 5.2 GHz 及び 5.3 GHz 帯 : 200 mW (屋内利用)
- ・ 5.6 GHz : 1 W (最大空中線電力 200 mW + アンテナ利得 7 dBi)
- ・ 6 GHz 帯 : 4 W (最大空中線電力 1 W + アンテナ利得 6 dBi、SP アクセスポイント及び固定クライアントの場合)、1 W (SP クライアントの場合)

マルチリンク伝送を行う無線機の合計の e. i. r. p. はそれぞれ 5527.4 mW (SP アクセスポイント及び固定クライアント)、2527.4 mW (SP クライアント) となり、電波防護指針の条件を満たす無線 LAN と人体の距離 d はそれぞれ 21.0 cm (SP アクセスポイント及び固定クライアント)、14.2 cm (SP クライアント) となる。本条件が必要となるユースケースとしては、一例として屋外や大規模工場などの屋内における無線バックホールのような利用形態や産業用機器間の通信などが挙げられる。そのような利用ケースにおいて、人体が連続して以上の計算値より近接することは想定されない。さらに、本計算は送信時間率 100% を前提とした計算結果であるが、実際の無線 LAN の運用において実現不可能である。

以上の理由から、電波防護指針への適合のために、新たに技術的条件を定める必要はない。

2.5.2.6 測定法

電波の質等、電波発射に係る特性の測定については、既存の 6 GHz 帯無線 LAN システムの一部答申で示された測定法を用いることが適当である。なお、既存システムとの共用条件を満足することを担保するために、構造上、筐体にアンテナを外付けする機構を具備する機器の測定を行う場合、機器が対応する外付けアンテナの全てについて測定を行うことが必要になる。

SP アクセスポイント及び固定クライアント特有の要件である「仰角による出力制限 (2.5.1.6 章参照)」及び「AFC システムへ接続するためのインタフェース機能 (2.5.1.12 章参照)」については、要件順守を確認するための測定方法を新たに定める必要がある。パンクチャリング機能を有する SP モードデバイスについても同様に測定方法を定める必要がある。

2.5.2.6.1 パンクチャリング機能を有する SP モードデバイスの測定要件

FCC の機器認証ガイドライン⁶²においては以下の要件が求められている。

原文	仮和訳
If a device utilizes channel puncturing, additional requirements shall be met. 1. Standard Power Devices: a. The device shall meet the FCC mask for the total nominal bandwidth regardless of whether the punctured channel	デバイスがチャンネルパンクチャリング機能を活用する場合、追加要件を満たさなければならない。 1. SP デバイスの場合 : a. パンクチャされたチャンネル部分がチャンネルエッジにあるか、チャンネルの内部にあるかに関係なく、公称帯域幅の合

⁶² 987594 D02 U-NII 6 GHz EMC Measurement v03 test report, exhibits, and RF Measurement Procedures for demonstrating: EIRP, Bandwidth, Channel Mask, Out of Band Emissions, Contention Based Protocol (Listen Before Talk), Transmit Power Control (TPC) and Automatic Power Control (APC) as applicable to 6 GHz devices.

<p>portion is at the channel edge or internal to the channel. For example, suppose a 40-megahertz sub-channel is punctured from a 160-megahertz channel. In that case, this new configuration shall still meet the FCC mask based on a 160-megahertz nominal bandwidth, i.e., at the edges of the nominal channel. As defined here, nominal bandwidth refers to 20, 40, 80, 160 & 320 megahertz bandwidths. Test data shall be provided for each nominal bandwidth capable of puncturing with at least one configuration where the puncturing is at the outer edge of the nominal bandwidth and several configurations where the puncturing is internal to the nominal bandwidth (puncturing using $20*N$ subchannels, where N is an integer). The mask is constructed based on 26 dB bandwidth, and</p> <p>b. When deployed, the device must comply with all the AFC requirements, i.e., the power transmitted within the punctured region must be at or below the power that an AFC would permit for communicating across the punctured channels' bandwidth.</p>	<p>計について FCC マスクを満たす必要がある。例えば、40 MHz のサブチャネルが 160 MHz のチャネルからパンクチャされる場合、この新しい構成でも、公称チャネルのエッジで、160 MHz の公称帯域幅に基づく FCC マスクを満たす必要がある。ここで定義されているように、公称帯域幅とは、20、40、80、160 及び 320 MHz の帯域幅を指す。パンクチャリングが公称帯域幅の外縁にある少なくとも一つの構成及びパンクチャリングが公称帯域幅の内部にあるいくつかの構成 ($20*N$ サブチャネル (N は整数) を使用したパンクチャ) で、パンクチャリングが可能な公称帯域幅ごとにテストデータを提供するものとする。マスクは、26 dB 帯域幅に基づいて構築される。</p> <p>b. 設置展開されるときには、デバイスは全ての AFC 要件に適合していなければならない。パンクチャリングされた領域内で送信される電力は、パンクチャリングされたチャネルの帯域幅を介して通信するために AFC が許可する電力以下でなければならない。</p>
---	---

a については測定項目の要件であり、5GHz 帯無線 LAN で検討されている技術的条件に定められた測定方法⁶³と同等にすることが適当である。日本においても、少なくとも b については、パンクチャリング機能を有する SP モードデバイスはこの要件を満足することが必要である。

2.5.2.6.2 仰角による出力制限に係る測定

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「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」の 5.1.6.2 章に、5.2 GHz 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向けの仰角毎の等価等方輻射電力測定の試験が示されている。機器の想定設置角度を考慮しない場合には同様の方法を踏襲することが可能である。(本報告書では詳細説明は割愛する。)

機器の想定設置角度を考慮した測定が必要な場合、米国 FCC 認証ガイドラインにおいて開示されている方法が参考になる。以下、同方法の原文及び仮和訳を掲載する。

原文	仮和訳
<p>H. Measurement of emission at elevation angles higher than 30° from the horizon For an outdoor standard power access point and</p>	<p>H. 水平面から 30° を超える仰角における放射の測定</p>

⁶³ 3.4.4 章参照

fixed client device operating in the 5.925-6.425 GHz and 6.525-6.875 GHz bands, the maximum EIRP at any elevation angle above 30 degrees as measured from the horizon must not exceed 125 mW (21 dBm). This restriction leads to a general requirement for the antenna pattern: if the EIRP within the 3 dB elevation beamwidth of any radiation lobe is higher than 125 mW, this lobe must be controlled, either mechanically or electrically, and the 3 dB elevation beamwidth of this lobe must be below the 30° elevation angle relative to the horizon so that the maximum EIRP stays below the limit. For compliance purposes, the filing must include information for all antenna types. For antennas to be considered similar, their patterns and other characteristics must also be identical. Note: Elevation angle is defined as 0° is horizontal and 90° is straight-up.

1. For fixed infrastructure, not electrically or mechanically steerable beam antenna

- a. If elevation plane radiation pattern is available:
 - i. Determine the device's intended mounting elevation angle and define a 0° reference angle on the elevation plane radiation pattern.
 - ii. Indicate any radiation pattern between 30° and 90° with the highest gain.
 - iii. Calculate the EIRP based on this highest gain and conducted output power.
 - iv. Compare to the 125 mW limit to establish compliance.
 - v. Include the elevation pattern data in the application filing with the test report to show how the calculations are made.

Note: For MIMO devices, take the maximum gain of each antenna and apply the guidance in KDB Publication 662911⁶⁴ to calculate the overall gain, including directional gain, for the maximum EIRP calculation.

屋外の SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスが 5.925-6.425 GHz 及び 6.525-6.875 GHz 帯域で稼働する場合、地平線からの任意の仰角 30° 以上における最大 EIRP は 125 mW (21 dBm) を超えてはなりません。この制限はアンテナパターンに関する一般的な要件をもたらします：

もし任意の放射ローブの 3 dB 仰角ビーム幅内の EIRP が 125 mW を超える場合、このローブは機械的又は電氣的に制御されなければならず、このローブの 3 dB 仰角ビーム幅は、最大 EIRP が制限を下回るようにするために地平線に対して 30° 未満のところに位置しなければならない。

コンプライアンスの目的のために、申請には全てのアンテナタイプに関する情報を含める必要があります。アンテナが類似していると見なされるためには、それらのパターンやその他の特性も同一でなければなりません。

注釈：仰角は水平面を 0° とし、90° は真上とする。

1. 電氣的又は機械的に可変でないビームアンテナの固定インフラストラクチャの場合

- a. 仰角面放射パターンが利用可能な場合：
 - i. デバイスの想定取付角度を決定し、仰角面放射パターン上に 0° の基準角を定義します。
 - ii. 30° から 90° の間で最も高い利得を持つ放射パターンを示します。
 - iii. この最も高い利得と伝導出力電力を基に EIRP を計算します。
 - iv. 125 mW の制限と比較してコンプライアンスを確立します。
 - v. 計算方法を示すために、テストレポートとともに申請ファイリングに仰角パターンデータを含めます。

注：MIMO デバイスの場合、各アンテナの最

⁶⁴ KDB662911 Measurement of Transmitters with Multiple Output, MIMO, Smart Antenna, <https://apps.fcc.gov/oetcf/kdb/forms/FTSSearchResultPage.cfm?id=49466&switch=P>

<p>b. If the elevation plane radiation pattern is not available, but the antenna type (such as dipole omnidirectional, Yagi, parabolic, or sector antenna) has a symmetrical elevation plane pattern referenced at the main beam, and all lobes on the central beam elevation plane have highest gains. The following measurement method is acceptable to determine compliance:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Determine the device's intended mounting elevation angle referenced to the horizon. ii. Rotate the EUT antenna by 90° around the central beam axis in a horizontal position to transform the measurement in elevation angle into an azimuth angle and define a 0° reference angle based on the device's intended mounting elevation angle. iii. Move the test antenna along the horizontal arc or rotate the turntable with the EUT antenna placed at the center, between 30° and 90° relative to the 0° reference angle, and then continue down from 90° to 30° on the other side of the pattern while maintaining the test antenna pointing at a constant distance to the EUT antenna. Search for the spot with the highest measured emission. Both horizontal and vertical polarization shall be investigated to determine the maximum radiated emission level. <p>Note: Moving the test antenna along the horizontal arc or rotating the turntable shall be performed in an angular step size as small as possible but not larger than 3°.</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Calculate the EIRP based on the highest measured emission. Compare to the limit of 125 mW to determine compliance. ii. The antenna pattern measurements must be included in the filing. <p>2. For All Other Antenna Types For all other antenna types (such as patch antennas, array antennas, antennas with</p>	<p>大利得を取り、KDB Publication 662911 のガイダンスを適用して、最大 EIRP 計算のための全体の利得（指向性利得を含む）を計算します。</p> <ul style="list-style-type: none"> b. 仰角面放射パターンが利用できない場合でも、アンテナタイプ（例えば、ダイポール全方向性、八木、パラボリック又はセクターアンテナ）が主ビームに基づいて対称的な仰角面パターンを持ち、中央ビーム仰角面上の全てのローブが最も高い利得を持つ場合、以下の測定方法をコンプライアンス判定に容認できる： <ul style="list-style-type: none"> i. 地平線に対してデバイスの想定取付角度を決定します。 ii. EUT アンテナを中央ビーム軸の周りで 90° 回転させ、測定を仰角から方位角に変換し、デバイスの想定取付角度に基づいて 0° の基準角を定義します。 iii. テストアンテナを水平弧に沿って移動させるか、EUT アンテナを中心に置いたターンテーブルを回転させ、0° の基準角に対して 30° から 90° の間で、次にパターンの反対側で 90° から 30° まで下げながら、テストアンテナが EUT アンテナに一定の距離を保つようにします。最も高い測定された放射を探します。最大放射放出レベルを決定するために、水平及び垂直偏波の両方を調査します。 <p>注：テストアンテナを水平弧に沿って移動させるか、ターンテーブルを回転させる際は、可能な限り小さい角度ステップサイズで行いますが、3° を超えてはなりません。</p> <ul style="list-style-type: none"> i. 最も高い測定された放射に基づいて EIRP を計算します。125 mW の制限と比較してコンプライアンスを判断します。 ii. アンテナパターンの測定結果は申請に含める必要があります。 <p>2. その他全てのアンテナタイプについて</p>
---	---

<p>irregular radiator shapes, etc.) that have any combination of the following characteristics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asymmetrical, complex radiation patterns • 2-D or 3-D steerable beam • Portable/mobile, not fixed infrastructure device <p>Provide the following information in the report:</p> <p>a) Describe what type of antenna is used.</p> <p>b) Determine by calculation, measurement, or simulation all radiation lobes/beams with EIRP higher than 125 mW within a 3-dB elevation beamwidth.</p> <p>c) Explain how these antenna beams are controlled to be kept below the 30° elevation angle. The explanation should include device installation instructions, mechanical control, electro-mechanical control, or software algorithms if the beams are electrically controlled by software.</p>	<p>パッチアンテナ、アレイアンテナ、不規則な放射体形状のアンテナなど、以下の特性のいずれかの組み合わせを持つ全ての他のアンテナタイプについて：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 非対称で複雑な放射パターン ▪ 2次元又は3次元の指向性ビーム ▪ 固定インフラストラクチャデバイスではない、ポータブル/モバイル <p>報告書に以下の情報を提供してください：</p> <p>a) 使用されるアンテナの種類を説明します。</p> <p>b) 計算、測定又はシミュレーションにより、3 dB 仰角ビーム幅内で EIRP が 125 mW を超える全ての放射ローブ/ビームを特定します。</p> <p>c) これらのアンテナビームがどのように制御されて 30° の仰角を下回るように保たれているかを説明します。この説明には、デバイスの設置指示、機械的制御、電気機械的制御又はビームがソフトウェアによって電氣的に制御される場合にはソフトウェアアルゴリズムを含める必要があります。</p>
--	---

2.5.2.6.3 AFC システムへ接続するためのインタフェース機能に係る試験

2.5.2.6.3.1 基本的な考え方

SP モードデバイスの技術的条件のうち、AFC システムへ接続するためのインタフェース機能（関連：2.5.1.12 章に定める機能要件）のテストビリティを踏まえて、適切な検証方法を設定することが必要である。

基本的に、SP モードデバイスが Wi-Fi Alliance が定める AFC System to Device Interface Specification に基づいてインタフェースプロトコルを実装する場合には、米国の SP モードデバイス向け FCC 認証試験に採用されている Wi-Fi Alliance AFC Device (DUT) Compliance Test Plan⁶⁵（以下、「DUT Test Plan」という。）を参考にラボテストを実施することが可能である。したがって、本章においては、SP モードデバイスが同仕様を実装するという前提で必要な機能試験を整理する。

なお、一部の要件は、DUT Test Plan に基づいて検証を実施することはできない。自己確認による要件順守を確認する必要がある機能要件を表 2-37 にまとめる。

表 2-37：自己確認を要する機能要件

章番号	番号	機能要件の概要
2.5.1.12.1	(カ)	機器登録必須パラメータ変更後に AFC システムへア

⁶⁵ Wi-Fi Alliance AFC Device (DUT) Compliance Test Plan, <https://www.wi-fi.org/6-ghz-afc-resources>

		クセスすること
2.5.1.12.1	(キ)	AFC システムへの提供するパラメータの真実性、完全性、正確性、誠実性の担保
2.5.1.12.2	(オ)	AFC システムへのアクセス失敗時の猶予期間
2.5.1.12.3	全て	位置特定機能に関する要件（確認方法は 2.5.2.6.4 章にて説明）
2.5.1.12.4	(ア)	未承認の AFC システムへのアクセス防止
2.5.1.12.4	(イ)	機器のソフトウェアの不正改ざん防止
2.5.1.12.4	(ウ)	クライアント機器との通信に係るセキュリティ

2.5.2.6.3.2 インタフェース及び相互作用に係る機能検証の構成及び所要ツールについて

図 2-31 から図 2-33 に、それぞれ SP モードデバイスの種類に応じた試験の機器構成を示す。

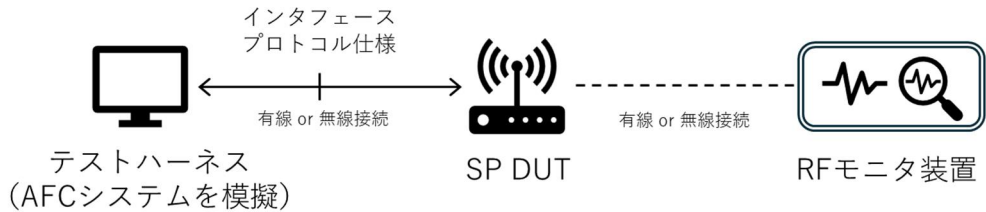


図 2-31 : SP モードデバイス（スタンドアロン型アクセスポイント）の適合性検査の構成

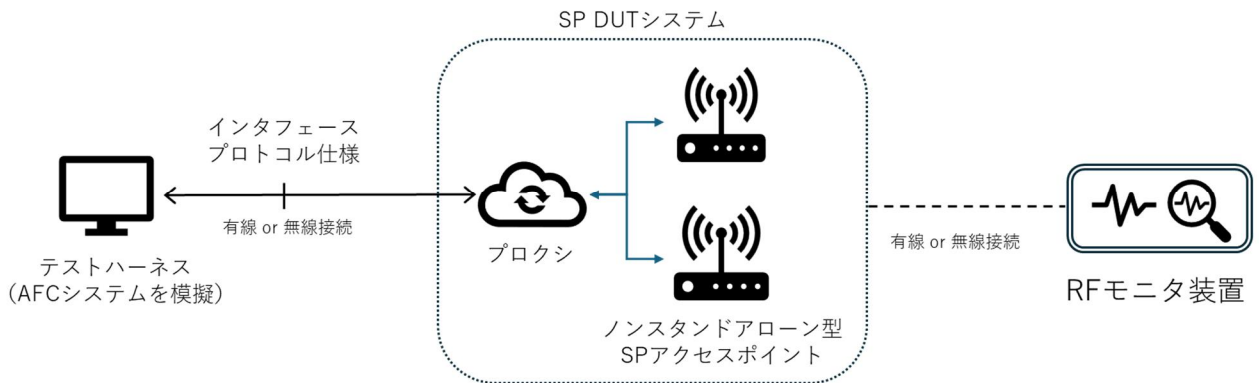


図 2-32 : SP モードデバイス（ノンスタンドアロン型アクセスポイント）の適合性検査の構成

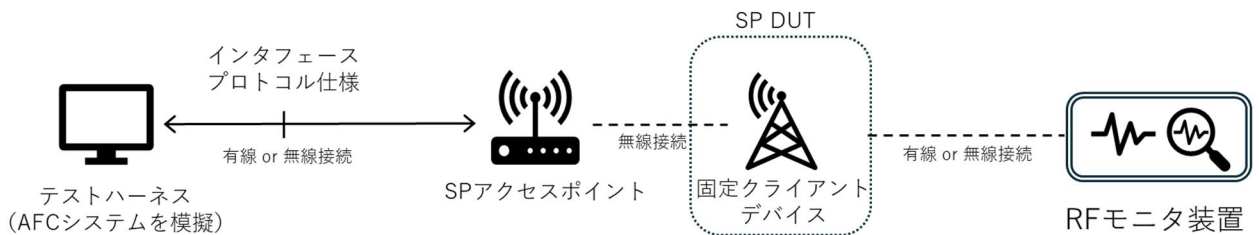


図 2-33 : SP モードデバイス（固定クライアントデバイス）の適合性検査の構成

「SP DUT (Device Under Test)」は、検査対象の SP モードデバイス（SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイス）に当たる。このうち、AFC システムへの接

続にプロキシを要するノンスタンドアローン型 SP アクセスポイントについては、使用するプロキシと一体的に「SP DUT システム」として扱う。

「テストハーネス」は、AFC システムを模擬し、SP DUT が実装するインタフェースプロトコル仕様に従って、SP DUT が送信するリクエストに対して、試験内容に則した既定の応答を返却するソフトウェアである。応答には基本的には、機器登録完了状態や周波数可用性に関する情報が含まれる。なお、以降の説明においては、Wi-Fi Alliance 仕様をベースに情報を整理することから、「SP DUT が DUT テストハーネスへ送信するリクエスト」を、Wi-Fi Alliance 仕様に沿って「Available Spectrum Inquiry Request」（又は単に「リクエスト」）と呼び、「DUT テストハーネスが SP DUT へ送信するレスポンス」を「Available Spectrum Inquiry Response」（又は単に「レスポンス」）と呼ぶこととする。

「RF モニタ装置」は、SP DUT の電波発射状態がテストハーネスの返却する応答に含まれる周波数可用性情報に則しているかどうかを確認するためのツールである。一般的なスペクトルアナライザを使用することが可能である。なお、本機器構成にて RF モニタ装置を要する目的は、RF 性能や電波の質等、従来の無線 LAN 機器においても実施される検証ではなく、AFC システム（本構成ではテストハーネス）が提供する利用可能周波数及び最大許容電力に従って電波が発射されているかどうかを検証することが目的であることに留意されたい。

なお、SP モードデバイスが Wi-Fi Alliance が定める AFC System to Device Interface Specification に基づいてインタフェースプロトコルを実装する場合には、Wi-Fi Alliance が提供するテストハーネスである『AFC DUT Test Harness』を将来的に利用できるようになると想定される⁶⁶。同ツールを活用すると、テストハーネスに含まれるモジュールが RF モニタ装置に直接接続することで検証を完全に自動化することができるようになってきている⁶⁷ことから、技術基準適合証明／工事設計認証の試験機関において迅速かつスムーズに検証を実行できるようになることが期待される。

2.5.2.6.3.3 検査実施者（＝テスター）について


米国においては、テストハーネス及びテストベクタを使用する SP DUT 機能試験は認定試験機関（accredited test lab）によって実施され、機器認証申請時に SP DUT としての試験報告書（「DUT テストハーネスレポート」）を FCC に提出する、という形式を採用している⁶⁸。例えば、図 2-34 は、Cisco Systems, Inc. の SP モードデバイス製品（FCC ID：UDX-600104010）について、FCC の機器認証システム（EAS）⁶⁹で公開されている DUT テストレポートである。DUT テストレポートは、通常実施する電波の測定に関するレポートや各種宣言書等に加えて提出することが求められている。


⁶⁶ 別のインタフェースプロトコル仕様に基づいて実装された SP モードデバイスを事前検証する場合には、同仕様の発行元や SP モードデバイスの開発元によってテストハーネスを提供されることが望み適当である。

⁶⁷ Wi-Fi Alliance, “Wi-Fi Alliance® webinar: Testing of 6 GHz Standard Power Device”, May 16, 2023

⁶⁸ KDB987594 D05 より (“When using the WiFi Alliance AFC Device (DUT) Compliance Test Plan, the test report for certification must include at a high level the successful Tool Report that is provided from the AFC DUT test harness and the applicable DUT spectrum inquiry request/response logs as appendices. The testing shall be performed by an Accredited and FCC recognized test lab.”)

⁶⁹ OET Laboratory Division Equipment Authorization System (EAS), <https://apps.fcc.gov/oetcf/eas/>


AFC DUT TEST HARNESS REPORT
Report No. : F3181947-18

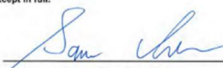


AFC DUT TEST HARNESS REPORT


FCC ID : UDX-600104010
Equipment : Wi-Fi 6E Access Point
Brand Name : Cisco
Model Name : MR57-HW
Applicant : Cisco Systems, Inc.
 170 West Tasman Drive, San Jose, CA 95134 USA
Manufacturer : Cisco Systems, Inc.
 170 West Tasman Drive, San Jose, CA 95134 USA
Standard : 47 CFR FCC Part 15.407

The product was received on Sep. 04, 2023, and testing was started from Sep. 13, 2023 and completed on Sep. 22, 2023. We, Sporton International Inc. Hsinchu Laboratory, would like to declare that the tested sample has been evaluated in accordance with the procedures given in AFC Device (AFC DUT) Compliance Test Plan Version 1.5 and shown compliance with the applicable technical standards.

The test results in this variant report apply exclusively to the tested model / sample. Without written approval of Sporton International Inc. Hsinchu Laboratory, the test report shall not be reproduced except in full.


 Approved by: Sam Chen
Sporton International Inc. Hsinchu Laboratory
 No. 8, Ln. 724, Bo'ai St., Zhubei City, Hsinchu County 302010, Taiwan (R.O.C.)

TEL : 886-3-656-9055 Page Number : 1 of 21
 FAX : 886-3-656-9055 Issued Date : Feb. 07, 2024
 Report Template No. : CB-A12_7_Ver1.0 Report Version : 01


AFC DUT TEST HARNESS REPORT
Report No. : F3181947-18

Summary of Test Result

Report Class	Ref Std. Class	Test Case Name	Result (PASS/FAIL)	Remark
AFC capability - Inquired Frequency				
Test Group: Inquired Frequency - Always				
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_Frequency_20MHz_10611_1	PASS	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_Frequency_40MHz_10612_1	PASS	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_Frequency_80MHz_10613_1	PASS	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_Frequency_160MHz_10614_1	PASS	-
3.2	3.2.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDSUA32_Frequency_10615_1	PASS	-
3.3	3.3.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDSUA33_Frequency_10616_1	PASS	-
3.4	3.4.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDUUA34_Frequency_10617_1	PASS	-
AFC capability - Inquired Channel				
Test Group: Inquired Channel - Always				
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_Channel_20MHz_10618_1	N/A	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_Channel_40MHz_10619_1	N/A	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_Channel_80MHz_10620_1	N/A	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_Channel_160MHz_10621_1	N/A	-
3.2	3.2.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDSUA32_Channel_10622_1	N/A	-
3.3	3.3.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDSUA33_Channel_10623_1	N/A	-
3.4	3.4.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDUUA34_Channel_10624_1	N/A	-
AFC capability - Inquired Frequency & Channel				
Test Group: Inquired Frequency and Channel - Always				
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_FrequencyChannel_20MHz_10625_1	N/A	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_FrequencyChannel_40MHz_10626_1	N/A	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_FrequencyChannel_80MHz_10627_1	N/A	-
3.1	3.1.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDRSA31_FrequencyChannel_160MHz_10628_1	N/A	-
3.2	3.2.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDSUA32_FrequencyChannel_10629_1	N/A	-
3.3	3.3.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDSUA33_FrequencyChannel_10630_1	N/A	-
3.4	3.4.4	CT_AFC_SP_AP_AFCDUUA34_FrequencyChannel_10631_1	N/A	-
AFC capability - Server Validation - Mandatory				
Test Group: Server Validation - Always				
3.5	3.5.4	CT_AFC_ServerValidation_AP_AFCDUSV35_NonMatchSAN_10632_1	PASS	-
3.5	3.5.4	CT_AFC_ServerValidation_AP_AFCDUSV35_DifferentRootCA_10633_1	PASS	-
3.5	3.5.4	CT_AFC_ServerValidation_AP_AFCDUSV35_MatchSuffixSAN_10634_1	PASS	-
3.5	3.5.4	CT_AFC_ServerValidation_AP_AFCDUSV35_ServerCertRevoked_10635_1	PASS	-
3.5	3.5.4	CT_AFC_ServerValidation_AP_AFCDUSV35_OCSPStaplingDisabled_10636_1	PASS	-
3.5	3.5.4	CT_AFC_ServerValidation_AP_AFCDUSV35_StapledOCSPRespExpired_10637_1	PASS	-
3.5	3.5.4	CT_AFC_ServerValidation_AP_AFCDUSV35_TLSCipherSuiteENULL_10638_1	PASS	-
3.5	3.5.4	CT_AFC_ServerValidation_AP_AFCDUSV35_NoRootCA_10639_1	PASS	-

TEL : 886-3-656-9055 Page Number : 4 of 21
 FAX : 886-3-656-9055 Issued Date : Feb. 07, 2024
 Report Template No. : CB-A12_7_Ver1.0 Report Version : 01

図 2-34 : Cisco Systems, Inc. の SP モードデバイス (FCC ID : UDX-600104010) の DUT テストレポート

我が国においても、同様の形式で DUT 機能試験が必要になることから、SP モードデバイスの技術基準適合証明や工事設計認証の際に、通常の測定試験に加えて、SP DUT 機能試験を例えば登録証明機関（電波法第 38 条の 2 の 2）や承認証明機関（電波法第 38 条の 31）が実施することが適当である。

2.5.2.6.3.4 検査実施者への情報提供

SP DUT の試験申請者は、表 2-38 に記載の機能について自己確認し、検証を円滑に実施するために、検査実施者（=テスター）に対して当該情報を提供することが必要である。

表 2-38 : SP DUT の機能確認

項目	質問	回答
1	SP DUT の種類	<ul style="list-style-type: none"> ▪ スタンドアローン型アクセスポイント ▪ プロキシ+ノンスタンドアローン型アクセスポイント ▪ 固定クライアントデバイス
2	SP DUT が周波数ベースクエリをサポートするか。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yes/No
3	SP DUT がチャンネルベースクエリをサポートするか。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yes/No
4	項目 2 と 3 の回答が Yes の場合、どちらがデフォルトか。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 周波数ベース

項目	質問	回答
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ チャンネルベース ▪ 両方
5	SP DUT は BSS configuration パラメータを供給される必要があるか。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yes/No
6	SP DUT の対応オペレーションモード	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ ▪ LPI/SP コンポジットモード
7	Available Spectrum Inquiry Request を生成するために、SP DUT は必須機器登録情報を供給してもらう必要があるか。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yes/No
8	項目 7 の回答が Yes の場合、DUT がサポートする位置情報フォーマットは何か？	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ellipse ▪ LinearPolygon ▪ RadialPolygon
9	DUT は 160 MHz チャンネル通信をサポートするか。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yes/No
10	(固定クライアントの場合) AFC システムへの送信するメッセージをインバンド通信 ⁷⁰ とアウトオブバンド通信 ⁷¹ のどちらを使用するか。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ インバンド通信 ▪ アウトオブバンド通信
11	DUT は 320 MHz チャンネル通信をサポートするか	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yes/No

ここで、周波数ベースクエリとは、Wi-Fi Alliance AFC System to Device Interface Specification で定められた AFC システムへのリクエスト方式の 1 つで、1 MHz 当たりの最大電力スペクトル密度 (PSD) (dBm/MHz) の情報 (PSD マスク) を要求し、取得する方式。同方式を使用する SP アクセスポイント及び固定クライアントは、隣接周波数干渉保護を担保するよう、AFC システムから取得した最大 PSD 情報に基づいて、適切に自身の送信スペクトラムを形成することが求められる。この方式は、一般的に、非 Wi-Fi の SP アクセスポイント及び固定クライアントや、プリアンブルパンクチャリングを使用する SP アクセスポイント及び固定クライアントによって使用される。同仕様書では別方式として、チャンネルベースクエリも定義されている。こちらは、AFC システムが隣接周波数干渉を踏まえて各チャンネル使用時の最大 e. i. r. p. を計算する。そのため、隣接周波数干渉保護を気にする必要はなく、規定のスペクトラムマスクを超えないように送信すればよい。

2.5.2.6.3.5 テストケース

(1) 検証方法及び手順

⁷⁰ SP クライアントとして SP アクセスポイントに 6 GHz 帯を使用して接続し、AFC システムへメッセージを送信する方式のこと

⁷¹ 6 GHz 帯以外の無線バックホールを介して AFC システムへメッセージを送信する方式のこと

各テストケースに対して以下のフォーマット⁷²に従う ID を付与する。

JP.<Unit Under Test>.<Purpose>.<Test Case Number>

<Unit Under Test>は適合性検査対象のエンティティを示す識別子が指定される。SP モードデバイスの場合には“AFCD”⁷³となる。

<Purpose>はテストの目的を示す 3 文字のアルファベット符号が指定される。本書においては以下の符号が使用される。

- RSA：機器登録及び周波数アクセス要求に係るプロトコル正常系検査 (Successful Registration and Spectrum Access request)
- USA：機器登録及び周波数アクセス要求に係るプロトコル異常系検査 (Unsuccessful Registration and Spectrum Access request)
- SAU：周波数アクセス要求の更新に係る正常系検査 (Successful spectrum access update)
- UAU：周波数アクセス要求の更新に係る異常系検査 (Unsuccessful spectrum access update)
- USV：サーバ証明書検証の異常系検査 (Unsuccessful Server Validation)

<Test Case Number>は、同一目的の異なる複数のテストを区別するために付与される通し番号である。

なお、「周波数アクセス (spectrum access)」は「周波数可用性情報を取得して電波を利用すること、また、その許可」の意味合いで DUT Test Plan 内で使用されている言葉である。元の意味を失わないよう、本章においては引き続き「周波数アクセス」という言葉を使用することとする。

もし DUT が Wi-Fi Alliance AFC System to Device Interface Specification に従って周波数ベースリクエストを使用する場合、その電波の放射は、Available Spectrum Inquiry Response の *availableFrequencyInfo* フィールドに含まれるうち、その中心周波数からチャンネル帯域幅の 1.5 倍までの範囲内の最大 PSD (*maxPsd* フィールド) を超えてはならない。DUT は、SP モードを利用可能な帯域外にある周波数範囲を除き、中心周波数からチャンネル帯域幅の 1.5 倍までの範囲内の PSD 情報を要求し、持つものとする。

以降、説明する検査方法やその手順は、原則 Wi-Fi Alliance の AFC Device (DUT) Compliance Test Plan の仮和訳を参考に整理しているものであることに留意されたい。

(2) 機器登録及び周波数アクセス要求に係るプロトコル正常系検査 (JP. AFCD. RSA)

本テストケースは、SP DUT がインタフェースプロトコル仕様を適切に実装できているかどうかを評価すること、そして、インタフェースプロトコル仕様の定めに従って機器登録及び周波数可用性照会に係る AFC システムとのメッセージングを正常完了できるかどうかを検証することが目的である。

⁷² 原則 Wi-Fi Alliance の定める米国向けテストプランで採用されているフォーマットを踏襲。本報告書においては、米国向けとの区別のために、独自に“JP.”をプリフィックスとして付与。

⁷³ SP モードデバイスは Wi-Fi Alliance の定める AFC システムに関する全ての仕様において“AFCD Device”と称しており、それに由来した識別子である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-39 にまとめる。

表 2-39 : JP. AFCD. RSA に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
機器登録及び周波数アクセス要求に係るプロトコル正常系検査	JP. AFCD. RSA	2.5.1.12.1 章(ア)	電波発射前の機器登録及び許可
		2.5.1.12.1 章(イ)	AFC システムへの直接又は間接的なアクセス
		2.5.1.12.1 章(オ)	必須機器登録情報
		2.5.1.12.2 章(ア)	自位置での利用可能周波数及び最大許容電力の取得を目的とする AFC システムへのアクセス
		2.5.1.12.2 章(イ)	AFC システムへのアクセスによる自位置での利用可能周波数及び最大許容電力の取得
		2.5.1.12.2 章(ウ)	AFC システム提供情報に基づく電波発射

本テストケースにおいては、インタフェースプロトコル仕様の定めに従い、機器登録及び周波数アクセス要求に係る Available Spectrum Inquiry Request を、SP DUT がテストハーネスに対して送信するものとする。テストハーネスは、SP DUT から送信されるメッセージを検証し、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を返却する。SP DUT がレスポンスに含まれる周波数可用性に関する情報で示される制限を順守するかどうかを本検査で確認する。

検査手順を表 2-40 に示す。

表 2-40 : 機器登録及び周波数アクセス要求に係るプロトコル正常系検査の手順

ステップ	内容	結果	
1.	SP DUT = SP アクセスポイントの場合 → ステップ 2 へ SP DUT = 固定クライアントデバイスの場合 → ステップ 12 へ	-	-
2.	SP DUT を初期状態にし、全ての機器登録必須情報及び周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request をテストハーネスへ送信するよう設定する。 全ての情報の設定が終わったら SP DUT に前記リクエストを送信させるようトリガーをかける。	-	-
3.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
4.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
5.	テストハーネスは、試験目的で事前に定義した Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。	-	-
6.	ステップ 2 からステップ 5 まで通して、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタする。このとき、以下の状態にあるかどうかを確認する。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、6GHz 帯内の発射が行われていない。 ▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認 	Pass	Fail

ステップ	内容	結果	
	<p>可能である) SP DUT である場合、LPI モードの制限を超えない発射に留まる。</p> <p>60 秒待機する。</p> <p>RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が以下の条件に適合するかどうかをモニタする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。 ▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合、送信電力が LPI 規定の上限とレスポンスに示される上限の大きい値を超えず、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。 		
7.	SP DUT に再度メッセージを送るようトリガーを掛ける。	-	-
8.	テストハーネスは SP DUT から受信したメッセージが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
9.	テストハーネスは SP DUT から受信したメッセージに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
10.	テストハーネスは、ステップ5とは周波数可用性に関する情報が大きく異なるレスポンスを SP DUT に対して返却する。	-	-
11.	<p>5 分待機する（待機時間は変更可能）。</p> <p>RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が以下の条件に適合するかどうかをモニタする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、レスポンスで示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。 ▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合、送信電力が LPI 規定の上限とテストベクタ応答に示される上限の大きい値を超えず、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。 	Pass	Fail
12.	<p>SP DUT = SP アクセスポイントの場合 → テスト終了</p> <p>SP DUT = 固定クライアントデバイスの場合 → ステップ 13 へ</p>	-	-
13.	SP DUT を初期状態にする。	-	-
14.	<p>全ての機器登録必須情報及び周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request をテストハーネスへ送信するよう設定する。</p> <p>全ての情報の設定が終わったら SP DUT に前記リクエストをインバンド通信又はアウトオブバンド通信により送信させるようトリガーをかける。</p>	-	-
15.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
16.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
17.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。	-	-
18.	もし SP DUT がアウトオブバンド通信を使用していた場合、DUT ベンダの説明に従って DUT と SP アクセスポイントとの間の接続手続きを開始する。	-	-
19.	<p>60 秒待機する。</p> <p>RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えないことをモニタする。</p>	Pass	Fail

ステップ	内容	結果	
20.	SP DUT に再度メッセージをインバンド通信又はアウトオブバンド通信により送信させるようトリガーをかける。	-	-
21.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
22.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
23.	テストハーネスは、ステップ 17 とは周波数可用性に関する情報が大きく異なるレスポンスを SP DUT に対して返却する。	-	-
24.	もし SP DUT がアウトオブバンド通信を使用していた場合、DUT ベンダの説明に従って DUT と SP アクセスポイントとの間の接続手続きを開始する。	-	-
25.	60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えないことをモニタする。 ここで全ステップ終了。	Pass	Fail

(3) 機器登録及び周波数アクセス要求に係るプロトコル異常系検査 (JP. AFC.D. USA)

本テストケースは、SP DUT がインタフェースプロトコル仕様を適切に実装できているかどうかを評価すること、そして、機器登録及び周波数可用性照会に係る AFC システムとのメッセージングにおいて、仕様の定めに従って異常系に対する処理をできるかどうかを検証することが目的である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-41 にまとめる。

表 2-41 : JP. AFC.D. USA に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
機器登録及び周波数アクセス要求に係るプロトコル異常系検査	JP. AFC.D. USA	2.5.1.12.1 章(ア)	電波発射前の機器登録及び認証
		2.5.1.12.1 章(イ)	AFC システムへの直接又は間接的なアクセス
		2.5.1.12.1 章(オ)	必須機器登録情報
		2.5.1.12.2 章(ア)	自位置での利用可能周波数及び最大許容電力の取得を目的とする AFC システムへのアクセス
		2.5.1.12.2 章(イ)	AFC システムへのアクセスによる自位置での利用可能周波数及び最大許容電力の取得
		2.5.1.12.2 章(ウ)	AFC システム提供情報に基づく電波発射

本テストケースにおいては、SP DUT の送信するリクエストに対する応答として、テストハーネスは使用可能な周波数（又はチャネル）が存在しないことを通知する。これに対して SP DUT が確実に電波の発射を行わないことを確認する。

検査手順を表 2-42 に示す。

表 2-42 : 機器登録及び周波数アクセス要求に係るプロトコル異常系検査の手順

ステップ	内容	結果	
1.	SP DUT = SP アクセスポイントの場合 → ステップ2へ SP DUT = 固定クライアントデバイスの場合 → ステップ7へ	-	-
2.	SP DUT を初期状態にし、全ての機器登録必須情報及び周波数アクセス要求に必要な情報を含む“Available Spectrum Inquiry Request”を AFC システム (=テストハーネス) へ送信するよう設定する。 全ての情報の設定が終わったら SP DUT に前記リクエストを送信させるようトリガーをかける。	-	-
3.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
4.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
5.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。ここでは、使用可能な周波数が存在しないことを示す情報が含まれる。	-	-
6.	ステップ2からステップ5まで通して、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタする。このとき、以下の状態にあるかどうかを確認する。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、6 GHz 帯内の発射が行われていない。 ▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合、LPI モードの制限を超えない発射に留まる。 	Pass	Fail
7.	SP DUT = SP アクセスポイントの場合 → テスト終了 SP DUT = 固定クライアントデバイスの場合 → ステップ8へ	-	-
8.	全ての機器登録必須情報及び周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request を AFC システム (=テストハーネス) へ送信するよう設定する。 全ての情報の設定が終わったら SP DUT に前記メッセージをインバンド通信又はアウトオブバンド通信により送信させるようトリガーをかける。	Pass	Fail
9.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
10.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	-	-
11.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。ここでは、使用可能な周波数が存在しないことを示す情報が含まれる。	Pass	Fail
12.	もし SP DUT がアウトオブバンド通信を使用していた場合、DUT ベンダの説明に従って DUT と SP アクセスポイントとの間の接続手続きを開始する。	-	-
13.	60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT が、SP アクセスポイントによって通知される SP クライアントとしての最大送信電力制限を超えて電波を発射しないことを確認する。 ここで全ステップ終了。	Pass	Fail

(4) 周波数アクセス要求の更新に係る正常系検査 (JP. AFC.D. SAU)

本テストケースは、SP DUT が技術的条件の定めに従って周波数アクセス要求の更新を目的とする周波数アクセス要求を実施し、周波数可用性の更新に対処するかどうかを検証することが目的である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-43 にまとめる。

表 2-43 : JP. AFCD. SAU に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
周波数アクセス要求の更新に係る正常系検査	JP. AFCD. SAU	2.5.1.12.1 章(ア)	位置変更後の登録
		2.5.1.12.1 章(カ)	パラメータ変更後の登録
		2.5.1.12.3 章(ア)(2)	電源起動後に位置情報を AFC システムへ通知

テストハーネスは、SP DUT によって提供された必須登録情報を検証後、利用可能周波数とそれぞれの最大許容電力が大幅に異なるリストを含む Available Spectrum Inquiry Response を返却する。RF モニタ機器は、SP DUT の送信が、LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合に LPI モードの制限を超えていないこと、又は SP DUT が最初の AFC による許可の前に 6 GHz 帯を使用して送信を開始していないこと及び後続の送信が Available Spectrum Inquiry Response の条件に適合していることを確認するために監視する。

検査手順を表 2-44 に示す。

表 2-44 : 周波数アクセス要求の更新に係る正常系検査の手順

ステップ	内容	結果	
1.	SP DUT = SP アクセスポイントの場合 → ステップ 2 へ SP DUT = 固定クライアントデバイスの場合 → ステップ 12 へ	-	-
2.	SP DUT を初期状態にし、全ての機器登録必須情報及び周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request をテストハーネスへ送信するよう設定する。 全ての情報の設定が終わったら SP DUT に前記メッセージを送信させるようトリガーをかける。	-	-
3.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
4.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
5.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。	-	-
6.	ステップ 1 からステップ 4 まで通して、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタする。このとき、以下の状態にあるかどうかを確認する。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、6GHz 帯内の発射が行われていない。 ▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合、LPI モードの制限を超えない発射に留まる。 60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が以下の条件に適合するかどうかをモニタする。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。 ▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認 	Pass	Fail

ステップ	内容	結果	
	可能である) SP DUT である場合、送信電力が LPI 規定の上限とレスポンスに示される上限の大きい値を超えず、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。		
7.	SP DUT の電源を一度オフにし、再度オンにする。 必要ならば (表 2-38 参照)、不確実性含む新たな地理位置情報及びアンテナ高情報を設定する。 機器登録必須情報と周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request をテストハーネスへ送信するよう設定する。	-	-
8.	60 秒待機する。 もし、DUT がリクエストを送信しない場合、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタする。このとき、以下の状態にあるかどうかを確認し、本テスト工程を終了する。 <ul style="list-style-type: none">▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、6GHz 帯内の発射が行われていない。▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する (又はそのように自己確認可能である) SP DUT である場合、LPI モードの制限を超えない発射に留まる。 もし DUT がリクエストを送信する場合、ステップ 9 に進む。	Pass	Fail
9.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれ、有効であることを検証する。	Pass	Fail
10.	60 秒待機する。この待機時間中に、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタする。このとき、以下の状態にあるかどうかを確認する。 <ul style="list-style-type: none">▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、6GHz 帯内の発射が行われていない。▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する (又はそのように自己確認可能である) SP DUT である場合、LPI モードの制限を超えない発射に留まる。 そしてテストハーネスは、ステップ 5 とは周波数可用性に関する情報が大きく異なる Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。	-	-
11.	60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が以下の条件に適合するかどうかをモニタする。 <ul style="list-style-type: none">▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する (又はそのように自己確認可能である) SP DUT である場合、送信電力が LPI 規定の上限とレスポンスに示される上限の大きい値を超えず、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。	Pass	Fail
12.	SP DUT = SP アクセスポイントの場合 → テスト終了 SP DUT = 固定クライアントデバイスの場合 → ステップ 13 へ	-	-
13.	SP DUT を初期状態にする。	-	-
14.	必要ならば (表 2-38 参照)、不確実性含む地理位置情報及びアンテナ高情報を設定する。また、全ての機器登録必須情報及び周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request を AFC システム (=テストハーネス) へ送信するよう設定する。 全ての情報の設定が終わったら SP DUT に前記メッセージをインバンド	-	-

ステップ	内容	結果	
	通信又はアウトオブバンド通信により送信させるようトリガーをかける。		
15.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
16.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
17.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。	-	-
18.	もし SP DUT がアウトオブバンド通信を使用していた場合、DUT ベンダの説明に従って DUT と SP アクセスポイントとの間の接続手続きを開始する。	-	-
19.	60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えないことをモニタする。	Pass	Fail
20.	SP DUT の電源を一度オフにし、再度オンにする。 必要ならば（表 2-38 参照）、不確実性含む新たな地理位置情報及びアンテナ高情報を設定する。 機器登録必須情報と周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request をテストハーネスへ送信するよう設定する。	-	-
21.	60 秒待機する。 もし、DUT がリクエストを送信しない場合、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタし、SP DUT が、SP アクセスポイントによって通知される SP クライアントとしての最大送信電力制限を超えて電波を発射しないことを確認する。そして本テスト工程を終了する。 もし DUT がメッセージを送信する場合、ステップ 22 に進む。	Pass	Fail
22.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれ、有効であることを検証する。	Pass	Fail
23.	60 秒待機する。この待機時間中に、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタし、SP DUT が、SP アクセスポイントによって通知される SP クライアントとしての最大送信電力制限を超えて電波を発射しないことを確認する。 そしてテストハーネスは、ステップ 5 とは周波数可用性に関する情報が大きく異なる Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。	Pass	Fail
24.	もし SP DUT がアウトオブバンド通信を使用していた場合、DUT ベンダの説明に従って DUT と SP アクセスポイントとの間の接続手続きを開始する。	-	-
25.	60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えないことをモニタする。 ここで全ステップ終了。	Pass	Fail

（５）周波数アクセス要求の更新に係る異常系検査（JP. AFC.D. UAU）

本テストケースは、SP DUT が技術的条件の定めに従って周波数可用性の更新を目的とする周波数アクセス要求を実施し、周波数可用性の更新に対処するかどうかを検証することが目的である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-45 にまとめる。

表 2-45 : JP. AFC.D. UAU に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
周波数アクセス要求の更新に係る異常系検査	JP. AFCD. UAU	2. 5. 1. 12. 1 章(ア)	位置変更後の登録
		2. 5. 1. 12. 1 章(カ)	パラメータ変更後の登録
		2. 5. 1. 12. 3 章(ア) (2)	電源起動後に位置情報を AFC システムへ通知

本テストケースにおいては、SP DUT が周波数可用性の更新のために送信するリクエストに対する応答として、テストハーネスは使用可能な周波数（又はチャンネル）が存在しないことを通知する。これに対して SP DUT が確実に電波の発射を行わないことを確認する。

検査手順を表 2-46 に示す。

表 2-46：周波数アクセス要求の更新に係る異常系検査の手順

ステップ	内容	結果	
1.	SP DUT = SP アクセスポイントの場合 → ステップ 2 へ SP DUT = 固定クライアントデバイスの場合 → ステップ 12 へ	-	-
2.	SP DUT を初期状態にし、全ての機器登録必須情報及び周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request をテストハーネスへ送信するよう設定する。 全ての情報の設定が終わったら SP DUT に前記メッセージを送信させるようトリガーをかける。	-	-
3.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
4.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
5.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。	-	-
6.	ステップ 2 からステップ 5 まで通して、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタする。このとき、以下の状態にあるかどうかを確認する。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、6GHz 帯内の発射が行われていない。 ▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合、LPI モードの制限を超えない発射に留まる。 60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が以下の条件に適合するかどうかをモニタする。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。 ▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合、送信電力が LPI 規定の上限とレスポンスに示される上限の大きい値を超えず、かつ、隣接周波数への放射制限を超えない。 	Pass	Fail
7.	SP DUT の電源を一度オフにし、再度オンにする。 必要ならば（表 2-38 参照）、不確実性含む新たな地理位置情報及びアンテナ高情報を設定する。 機器登録必須情報と周波数アクセス要求に必要な情報を含むリクエス	-	-

ステップ	内容	結果	
	トをテストハーネスへ送信できるように設定する。		
8.	60 秒待機する。 もし、DUT がメッセージを送信しない場合、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタする。このとき、以下の状態にあるかどうかを確認し、本テスト工程を終了する。 <ul style="list-style-type: none">▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、6GHz 帯内の発射が行われていない。▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合、LPI モードの制限を超えない発射に留まる。 もし DUT がメッセージを送信する場合、ステップ 9 に進む。	Pass	Fail
9.	テストハーネスは SP DUT から受信したメッセージに全ての機器登録必須情報が含まれ、有効であることを検証する。	Pass	Fail
10.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。ここでは、使用可能な周波数が存在しないことを示す情報が含まれる。	-	-
11.	ステップ 7 からステップ 10 まで通して、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタする。このとき、以下の状態にあるかどうかを確認する。 <ul style="list-style-type: none">▪ SP モードのみ対応する SP DUT である場合、6GHz 帯内の発射が行われていない。▪ LPI モードに係る技術的条件に適合する（又はそのように自己確認可能である）SP DUT である場合、LPI モードの制限を超えない発射に留まる。	Pass	Fail
12.	SP DUT = SP アクセスポイントの場合 → テスト終了 SP DUT = 固定クライアントデバイスの場合 → ステップ 13 へ	-	-
13.	SP DUT を初期状態にする。	-	-
14.	必要ならば（表 2-38 参照）、不確実性含む地理位置情報及びアンテナ高情報を設定する。また、全ての機器登録必須情報及び周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request を AFC システム（=テストハーネス）へ送信するよう設定する。 全ての情報の設定が終わったら SP DUT に前記メッセージをインバンド通信又はアウトオブバンド通信により送信させるようトリガーをかける。	-	-
15.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストが有効な形式であるかどうかを検証する。	Pass	Fail
16.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれるかどうかを検証する。	Pass	Fail
17.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。	-	-
18.	もし SP DUT がアウトオブバンド通信を使用していた場合、DUT ベンダの説明に従って DUT と SP アクセスポイントとの間の接続手続きを開始する。	-	-
19.	60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が、レスポンスに示される条件に適合し、かつ、隣接周波数への放射制限を超えないことをモニタする。	Pass	Fail
20.	SP DUT の電源を一度オフにし、再度オンにする。 必要ならば（表 2-38 参照）、不確実性含む新たな地理位置情報及びアンテナ高情報を設定する。	-	-

ステップ	内容	結果	
	機器登録必須情報と周波数アクセス要求に必要な情報を含む Available Spectrum Inquiry Request を AFC システム (=テストハーネス) へ送信するよう設定する。		
21.	60 秒待機する。 もし、DUT がリクエストを送信しない場合、RF モニタ装置により SP DUT の電波発射状況をモニタし、SP DUT が、SP アクセスポイントによって通知される SP クライアントとしての最大送信電力制限を超えて電波を発射しないことを確認する。そして本テスト工程を終了する。 もし DUT がメッセージを送信する場合、ステップ 22 に進む。	Pass	Fail
22.	テストハーネスは SP DUT から受信したリクエストに全ての機器登録必須情報が含まれ、有効であることを検証する。	Pass	Fail
23.	テストハーネスは、事前定義された Available Spectrum Inquiry Response を SP DUT に対して返却する。ここでは、使用可能な周波数が存在しないことを示す情報が含まれる。	-	-
24.	もし SP DUT がアウトオブバンド通信を使用していた場合、DUT ベンダの説明に従って DUT と SP アクセスポイントとの間の接続手続きを開始する。	-	-
25.	60 秒待機する。 RF モニタ装置は、SP DUT による電波発射が、SP DUT が、SP アクセスポイントによって通知される SP クライアントとしての最大送信電力制限を超えて電波を発射しないことを確認する。 ここで全ステップ終了。	Pass	Fail

(6) サーバ証明書検証の異常系検査 (JP. AFC.D. USV)

本テストケースは、SP DUT が適切にサーバ証明書の検証を実施し、検証に失敗した場合に当該 AFC システムへのアクセスを控えることを確認する。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-47 にまとめる。なお、実稼働環境で、AFC システム URL と Trust Root が SP DUT 側で安全に設定及び維持され、総務省の指定を受けた AFC システムを識別することを前提とする。

表 2-47 : JP. AFC.D. USV に関する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
サーバ証明書検証の異常系検査	JP. AFC.D. UAU	2.5.1.12.4 章(ア)	承認されていない AFC システムへのアクセス防止

検査方法は、インタフェースプロトコル仕様が定めるセキュリティ仕様に応じて検査方法を定める。Wi-Fi Alliance AFC System to Device Interface Technical Specification に従う場合の検査方法を参考に検査手順を示すこととする。

本検査においては、DUT テストハーネス及び/又は SPD DUT に対して、検証に失敗すると予想されるサーバ証明書のさまざまな組み合わせで検査を実施する。各テストケースでは、構成された DUT テストハーネスに接続するために SPD DUT がトリガーされ、DUT テストハーネスは、SPD DUT が周波数アクセス要求を送信していないことを確認する。

検査手順を表 2-48 に示す。

表 2-48 : サーバ証明書検証の異常系検査の手順

ステップ	内容	結果	
1	<p>SP DUT を初期状態にする。</p> <p>必要ならば（表 2-38 参照）、不確実性含む地理位置情報及びアンテナ高情報を設定する。</p> <p>テストハーネスの TLS 設定を以下の例外設定を除き、本文書の付録 1 内の「テストハーネスについて」に記載のデフォルトに設定する。</p> <p>例外 1：デフォルトと同じルート証明書による署名。 SAN ドメイン名値 “badafc.com”（AFC システムのドメイン名と異なる）を持つデフォルトと異なるサーバ証明書（及び秘密鍵）を使用。</p> <p>例外 2：公開鍵以外の全ての要素がデフォルトサーバ証明書と同じサーバ証明書を使用。ただし、異なるルート証明書による署名。</p> <p>例外 3：SAN ドメイン名エントリ “wfatestorg.org” のみを含む別のサーバ証明書（及び秘密鍵）（※SAN ドメイン名は、AFC サーバのホスト名のサフィックスのみと一致）の別のサーバ証明書（及び秘密キー）。デフォルトと同じルート証明書による署名。</p> <p>例外 4：公開鍵以外の全ての要素がデフォルトサーバ証明書と同じサーバ証明書を使用。ただし、ステープル OCSP 応答のとおりサーバ証明書を取り消す。</p> <p>例外 5：OCSP ステープルを無効化し、CRL/OCSP サーバが利用不可とする。その他はデフォルト設定にする</p> <p>例外 6：ステープル OCSP 応答が期限切れで、CRL/OCSP サーバが利用不可とし、その他をデフォルト設定にする。</p> <p>例外 7：TLS 暗号スイートの “enol”（非暗号化）を有効にし、その他をデフォルト設定にする。</p> <p>例外 8：デフォルト設定のまま</p> <p>加えて、SP DUT に AFC システム URL と以下のとおりのルート証明書を設定する</p> <p>例外 1～7 の場合：デフォルト設定のルート証明書</p> <p>例外 8：ルート証明書を設定しない</p> <p>SP DUT にインバンド通信又はアウトオブバンド通信を介して Available Spectrum Inquiry Request Message を送信するようトリガーをかける。</p>	-	-
2	10 秒待機する。テストハーネスは、SP DUT から Available Spectrum Inquiry Request Message が送信されていないことを確認する。	Pass	Fail
3	ステップ 1～2 を残りの例外設定の下で実施するよう繰り返す。	Pass	Fail

2.5.2.6.3.6 テストベクタ

以上のテストケースの全てにおいて、テストハーネスから SP DUT に返却する Available Spectrum Inquiry Response を事前に設定しておくことが必要になる。米国向けの場合、Wi-Fi Alliance AFC Device (DUT) Compliance Test Vectors⁷⁴として公開されている。今後 Wi-Fi Alliance へ日本対応を依頼するか、同 Test Vectors を参考に日本向けの Test Vectors を作成することが必要になる。ハーモナイゼーショ

⁷⁴ Wi-Fi Alliance AFC Device (DUT) Compliance Test Vectors Version 1.2, <https://www.wi-fi.org/6-ghz-afc-resources>

ンの観点からも、テストハーネス含め、可能な限り Wi-Fi Alliance の提供物を流用できるようにする。

2.5.2.6.4 位置特定機能の審査について

SP アクセスポイント及び固定クライアントは、2.5.1.12.3 章に記載のとおり、95% 信頼度で自身の地理座標及び位置不確実性を自動で決定することが求められることから、この要件を満たす位置特定機能を具備することを担保することが重要である。日本国内においては位置特定機能を技術基準適合証明又は工事設計認証において審査する方法が確立されていないことを踏まえ、本報告書では米国及びカナダで採用されている方法⁷⁵を示す。

米国では PIA (Persistent Inquiry Acceptance) と呼ばれる事前承認プロセス制度により、機器認証に先立って同機能のみに関する承認手続きを実施している。SP アクセスポイント及び固定クライアントについてベンダが機器認証申請を行う際に PIA 承認の書類を添付することで、同機能に係る審査をスキップできる。これはベンダが同一の位置特定機能を複数の異なる機種で流用する際の負担軽減に繋がる。

PIA 申請時には、以下の 2 種類の文書を提出することが求められている。

- **Geolocation General Description (GGD)** : 位置特定機能の全体像について説明する文書。GPS 等の技術の詳細に関する知見がなくとも理解可能な平易な言葉で記述しなければならない。
- **Geolocation Justification Report (GJR)** : 機器が 95% 信頼度をどのように満たすか、その詳細についてナラティブに説明される文書。技術的詳細が含まれ、ベンダの要求があれば、文書は長期に渡ってコンフィデンシャル扱いとすることが可能。

カナダにおいては、同国の 6 GHz 帯無線 LAN の技術基準に当たる RSS-248 において、GPS (Global Positioning System) は ISED の承認なしで使用可能とされている。代替技術についても ISED の承認を受けたものであれば使用可能とされている。承認済み代替技術については、ウェブサイト⁷⁶で公開されている。機器認証時に、試験報告書の中でどの位置特定技術を採用しているかを記述することが義務付けられている。

⁷⁵ 987594 D01 U-NII 6GHz General Requirements v03r01, https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=1hnrloRnGQvu8ZTUym1fQg%3D%3D&desc=987594%20D01%20U-NII%206GHz%20General%20Requirements%20v03r01&tracking_number=277034

⁷⁶ RSS-248: ISED-approved Alternate Geolocation Technology, <https://ised-isde.canada.ca/site/certification-engineering-bureau/en/ISED-approved-alternate-geolocation-technology>

RSS-248: ISED-approved Alternate Geolocation Technology

RSS-248 specifies that alternate geolocation technologies may be accepted by ISED. Accordingly, below is a list of alternative geolocation technologies that have been approved by ISED for use with Standard Power Access Points or fixed client devices operating in the 6 GHz band. This list will be updated on an ongoing basis, as new technologies are approved by ISED.

Evaluation of geolocation technologies can be time consuming, therefore, parties are encouraged to contact ISED as early as possible in their technology development to ensure the evaluation can be conducted efficiently.

Company	Description	Approval Date
Qualcomm Technologies Inc.	<ul style="list-style-type: none">• Terrestrial Positioning Service• 3D Buildings Database-based Elevation Determination• Barometric/Pressure Sensor Calibration Service for Elevation Determination	July 19, 2024
Broadcom Inc.	Smartphone-based Geolocation Solution	July 15, 2024

図 2-35 : 承認済み代替技術のリスト (脚注 76 のリンク先より転載)

以上を踏まえると、日本国内においても同様なし類似の仕組みによって、位置特定機能の審査をできるようにすることが適当である。

2.6 AFCシステムの運用

2.6.1 AFCシステムの実導入前の事前検証

本書で整理した技術的条件を SP モードデバイスが、技術的要件を AFC システムがそれぞれ適切に満足しなければ既存システムとの共用に多大な影響を及ぼす恐れがあることから、SP モードデバイス及び AFC システムの実導入に当たっては、実導入前の事前検証体制の構築が必要である。SP モードデバイスについては、2.5.2.6 章に示した測定ないし試験を技術基準適合証明ないし工事設計認証の審査で実施することにより担保することが可能になる。一方で、日本国内においては AFC システムのようなシステムの前検証の仕組みはこれまで確立されていない。

そこで、技術的要件の内容に応じた適切な事前検証を定め、実施することができるよう、本章では、北米の事例を参考にしながら AFC システムの前検証の在り方について整理する。

2.6.1.1 事前検証方法について

米国やカナダの AFC システム認証プロセスの事例を踏まえると、AFC システムの前検証方法として以下 3 つの方法が挙げられる。

- 書類審査
- ラボテスト
- パブリックトライアル

書類審査は原則 AFC システムオペレータへの応募申請時に実施される。技術的要件順守確認の観点では、AFC システムオペレータが技術的要件を正しく理解しているかどうかの審査や、以降説明するラボテスト等では検証不可能な技術的要件に係る自己確認 (“self-declaration”)・宣誓 (“attestation”) の確認が行われる。本書でまとめた技術的要件のうち、以下の項目については自己確認 (“self-declaration”)・宣誓 (“attestation”) が必要になる。

表 2-49 技術的要件に係る自己確認・宣誓が求められる要件

要件	要件内容	理由
既存システムデータに関わる要件	固定局については、総務省が運用する総合無線局監理システム (PARTNER) に記録されている情報を取得すること。PARTNER から取得する情報には無給電中継装置 (平面反射板又はパラボラ背面給電) に関する情報も含まれる。情報を取得する具体的な方法については、総務省と AFC システムオペレータとの間で別途定めること。	現行 PARTNER 仕様を踏まえると、データの取得方法に関しては総務省との協議が必要になることから、現時点でツールを用いた検査を行う必要はない。なお、今後 PARTNER と AFC システムを自動で連携させる場合には、そのローンチ前に、PARTNER 自動連携のための API 利用に係るテストは必要となる。
既存システムデータに関わる要件	電波天文施設については、保護対象施設を別途定めること。	システム仕様で定義しているため。
90 日のデータ保全	SP アクセスポイント及び固定クライアントデバイスが登録された位置における稼働を停止するまで、登録情報をセキュアなデータベースに保存するこ	テストハーネスを用いた検証が現実的でないため。

	と。なお、SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスによるアクセスが90日以上確認できない場合に、AFCシステムは当該機器が登録された位置における稼働を停止したものと扱う。	
非差別的取り扱い	特定の SP モードデバイスに対して差別的取り扱いにならないよう、合理的な理由なしに、特定の SP アクセスポイント又は固定クライアントデバイスの利用可能周波数が著しく不当に制限されてはならない。	テストハーネスを用いた検証が現実的でないため。
各種運用要件	2. 4. 2. 2 章参照のこと	テストハーネスを用いた検証が現実的でないため。

2. 6. 1. 2 ラボテストについて

2. 6. 1. 2. 1 基本的な考え方

米国 FCC が実施したシステム認証では、Wi-Fi Alliance の策定した“Wi-Fi Alliance AFC System (SUT) Compliance Test Plan” を AFC システム向け適合性試験計画書として採用し、SP モードデバイス同様に、AFC システムにおいても専用のテストハーネスとテストベクタを用いて検査する形式を用いている。テストハーネスやテストベクタを活用したラボテストは、多様な評価シナリオを迅速に第三者視点で実行するため、非常に有効な仕組みである。

2. 6. 1. 2. 2 検査構成及び所要ツール

図 2-36 に AFC システム向けの検査構成及び所要ツールを示す。

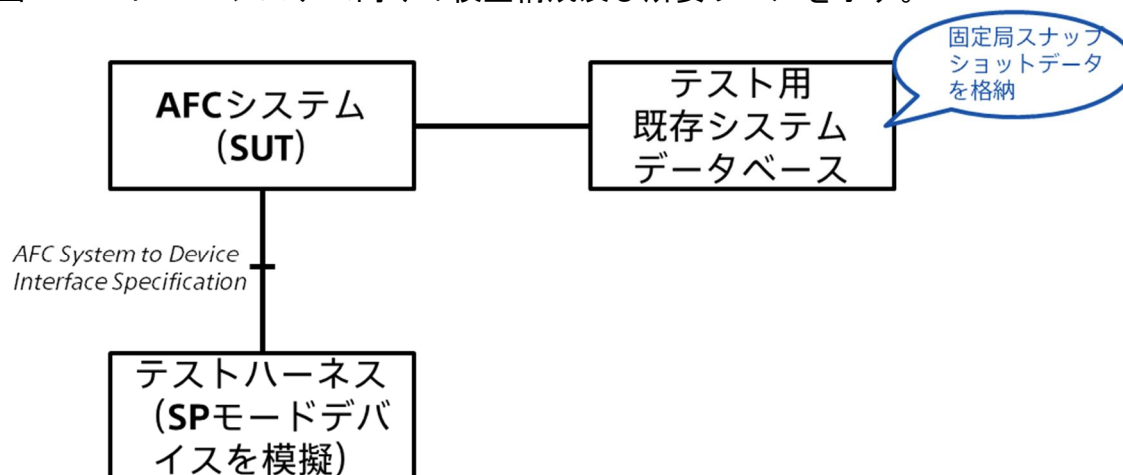


図 2-36 : テストツール構成⁷⁷

テストハーネスは Wireless Innovation Forum が開発 (GitHub で公開) し、テストベクタは Wi-Fi Alliance の策定した “Wi-Fi Alliance AFC System (SUT) Compliance Test Vectors” を使用している。複数の AFC システムオペレータ間で一貫した試験を実施する目的で既存システム (固定局) データは特定日時のスナップショットを使用している。

⁷⁷ “Wi-Fi Alliance AFC System (SUT) Compliance Test Plan” に記載の図をベースに書き起こし。

2.6.1.2.3 検査実施者（テスター）について

実導入に当たって、今後総務省において、AFC システムの運用を担う AFC システムオペレータの指定に係る手続きが設けられると想定される。AFC システムの機能試験は、この手続きの一環で実施されることが適当である。

米国では、3,550 – 3,700 MHz 帯 Citizens Broadband Radio Service (CBRS) で使用される基地局相当の CBRS Device (CBSD) 向けの認定試験機関⁷⁸が AFC システムのラボテスト（機能試験相当）を実施することとされた⁷⁹。また、これ以外の認定試験機関も参加できるように、WinnForum の定めた試験機関資格⁸⁰を満たす WinnForum 認定試験機関も AFC システムのラボテストを実施してよいとされた。いずれの場合も、試験機関によりテストレポートが作成され、FCC への報告が求められた。図 2-37 に一例として、Sony Group Corporation（ソニーグループ（株））が FCC に提出したラボテスト結果を示すテストレポートを示す⁸¹。テストレポートは「公益に資するものであり、機能試験の結果を示すものであって申請企業・団体固有の秘匿すべき情報が含まれるわけではない」との理由で全て一般公開されている⁸²。

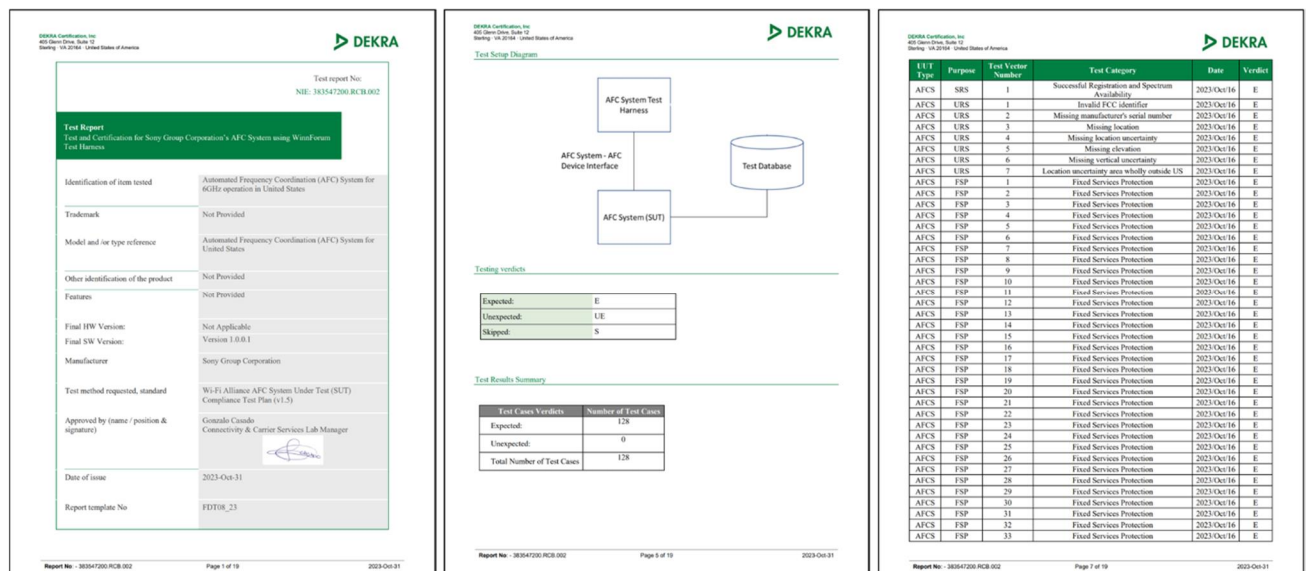


図 2-37 : Sony Group Corporation が提出した AFC テストレポート

⁷⁸ WinnForum CBSD Testing and Certification Program, WinnForum Approved CBSD Test Labs, <https://cbrs.wirelessinnovation.org/cbsd-certification-program>

⁷⁹ DA-23-759 の 11, 12 段落目参照。 (“First, OET is permitting FCC-recognized accredited testing laboratories that have also been approved through WinnForum’s Citizens Broadband Radio Service Device (CBSD) testing and certification program to conduct the lab testing.”) 、 (“To provide additional options for AFC testing, OET is also permitting test labs that have been accredited by WinnForum to conduct AFC system lab testing.”)

⁸⁰ WINNF-TS-5009-V1.0.0, “Requirements for Wireless Innovation Forum Authorized AFC System Test Lab”, August 4, 2022

⁸¹ Sony Group Cover Letter AFC Lab Test Report, <https://www.fcc.gov/ecfs/search/search-filings/filing/110637948403>

⁸² DA-23-759 の脚注 32 より。 (“Because these test reports are in the public interest and simply report test results along with any actions that may have been taken to modify an AFC system to ensure compliance, we do not expect that they will contain proprietary or company specific non-public information. Thus, they will be available for public inspection.”)

2.6.1.2.4 テストケース

(1) 検証方法及び手順

各テストケースに対して以下のフォーマット⁸³に従う ID を付与する。

JP.<Unit Under Test>.<Purpose>.<Test Case Number>

<Unit Under Test>は適合性検査対象のエンティティを示す識別子が指定される。AFC システムの場合には“AFCS”となる。

<Purpose>はテストの目的を示す 3 文字のアルファベット符号が指定される。本書においては以下の符号が使用される。

- SRS：機器登録及び周波数可用性照会のプロトコル正常系検査 (Successful Registration and Spectrum Availability)。インタフェース実装が適切かどうかを確認する試験である。
- URS：機器登録及び周波数可用性照会のプロトコル異常系検査 (Unsuccessful Registration and Spectrum Availability)。インタフェース実装が適切かどうかを確認する試験である。
- FSP：固定局保護に係る機能検査 (Fixed Service Protection)。固定局保護に係る計算機能を確認する試験であり、伝搬モデルのパラメータ設定等に応じて多様なシナリオを設定される。
- SIP：電波天文施設保護に係る機能検査 (Special Incumbent Protection)。電波天文施設保護に係る計算機能を確認する試験であり、伝搬モデルのパラメータ設定等に応じて多様なシナリオを設定することが重要。固定局に比べて非常に数は少ないので、原則、全ての施設を評価シナリオでカバーすべき。
- IBP：国境保護に係る機能検査 (International Border Protection)。国境を接する他国・地域への影響を踏まえた処理ができるかどうかを確認する試験。

<Test Case Number>は、同一目的の異なる複数のテストを区別するために付与される通し番号である。

(2) 検査の共通フロー

Wi-Fi Alliance AFC System (SUT) Compliance Test Plan の定める各テストケースの流れは基本的に共通している。以下にその流れを示す。

1. テストハーネス (= SP モードデバイスを模擬) が AFC システム (SUT) へ接続し、事前に設定したテストシナリオ (テストケース) に従って構成された既定の要求メッセージ (Available Spectrum Inquiry Request) を送信する。
2. AFC システムは、受信した要求メッセージの内容に基づいて周波数可用性を決定し、応答メッセージ (Available Spectrum Inquiry Response) を生成して返却する。
3. テストハーネスは、返却された応答メッセージに含まれる周波数可用性が、事前に作成された周波数可用性の期待値 (マスクデータ) と比較して、妥当

⁸³ 原則 Wi-Fi Alliance の定める米国向けテストプランで採用されているフォーマットを踏襲。本報告書においては、米国向けとの区別のために、独自に“JP.”をプリフィックスとして付与。

な誤差に収まっているかどうかは確認する。

- シナリオによっては、要求メッセージの内容を変更して再度1から繰り返す。

以降の章では、各テストケースの検査フローの説明は割愛する。

(3) テストベクタ

既定の要求メッセージ (Available Spectrum Inquiry Request) と周波数可用性の期待値 (マスクデータ) は、米国向けには Wi-Fi Alliance AFC System (SUT) Compliance Test Vectors として、Wi-Fi Alliance から公開されている。また、テストハーネスと一緒にマスクデータの JSON (JavaScript Object Notation) ファイルも公開されている。

日本においても同様にテストベクタを作成することが必要になる。仮に R7 年度の実機検証の評価結果を正とするならば、同 JSON ファイルをマスクデータとして扱うことが可能である。そうでなくとも、本検証のように評価シナリオを立て、計算を行い、マスクデータを作成することが、今後システム認証の体制整備の一環で重要になる (2.7.1 章参照)。

(4) SRS : 機器登録及び周波数可用性照会の正常系検査

本テストケースは、AFC システムがインタフェースプロトコル仕様を適切に実装できているかどうかを評価すること、そして、インタフェースプロトコル仕様の定めに従って機器登録及び周波数可用性照会に係る SP モードデバイスとのメッセージングを正常完了できるかどうかを検証することが目的である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-50 にまとめる。

表 2-50 : JP. AFCS. SRS に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
機器登録及び周波数可用性照会のプロトコル正常系検査	JP. AFCS. SRS	2.4.2.1.1 章(ア)	SP モードデバイス機器登録
		2.4.2.1.1 章(ア)	機器認証番号の検証
		2.4.2.1.1 章(イ)	周波数可用性の決定
		2.4.2.1.2 章	SP モードデバイスとのセキュア通信

本テストケースにおいては、インタフェースプロトコル仕様の定めに従い、テストベクタとして事前定義された Available Spectrum Inquiry Request を、テストハーネスが AFC システムに対して送信するものとする。テストハーネスは、AFC システムから送信されるメッセージを検証し、テストベクタとして事前定義された Available Spectrum Inquiry Response との内容の比較を行い検証する。

(5) URS : 機器登録及び周波数可用性照会の異常系検査

本テストケースは、AFC システムがインタフェースプロトコル仕様を適切に実装できているかどうかを評価すること、そして、インタフェースプロトコル仕様の定めに従って機器登録及び周波数可用性照会に係る SP モードデバイスとのメッセージングを正常完了できるかどうかを検証することが目的である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-51 にまとめる。

表 2-51 : JP. AFCS. URS に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
機器登録及び周波数可用性照会のプロトコル異常系検査	JP. AFCS. URS	2.4.2.1.1 章(ア)	SP モードデバイス機器登録
		2.4.2.1.1 章(ア)	機器認証番号の検証
		2.4.2.1.1 章(イ)	周波数可用性の決定
		2.4.2.1.2 章	SP モードデバイスとのセキュア通信

本テストケースにおいては、インタフェースプロトコル仕様の定めに従い、テストベクタとして事前定義された Available Spectrum Inquiry Request を、テストハーネスが AFC システムに対して送信するものとする。テストハーネスは、AFC システムから送信されるメッセージを検証し、テストベクタとして事前定義された Available Spectrum Inquiry Response との内容の比較を行い検証する。

なお、以下の機器登録必須パラメータを欠損させる、又は無効な値を設定することにより、それぞれのシナリオの検査を実施する。

- 機器認証番号（無効な値）
- 機器シリアル番号（欠損）
- 地理位置座標（欠損）
- 不確実性（欠損）
- アンテナ高（欠損）
- ルールセット ID（無効な値及び欠損）⁸⁴

(6) FSP : 固定局保護に係る機能検査

本テストケースは、AFC システムが技術的要件の定めに従って固定局保護に係る計算を適切に実施できるかどうかを検証することが目的である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-52 にまとめる。

表 2-52 : JP. AFCS. FSP に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
固定局保護に係る機能検査	JP. AFCS. FSP	2.4.2.1.1 章(イ)	固定局データに基づく周波数可用性の決定
		2.4.2.1.3 章(1)	干渉保護基準及び電波伝搬モデル

本テストケースにおいては、インタフェースプロトコル仕様の定めに従い、テストベクタとして事前定義された Available Spectrum Inquiry Request を、テストハーネスが AFC システムに対して送信するものとする。テストハーネスは、AFC システムから送信されるメッセージに含まれる周波数可用性情報と、テストベクタとして事前

⁸⁴ Wi-Fi Alliance 仕様で定めるカントリーコードに相当するパラメータである。

定義された周波数可用性の期待値（マスクデータと呼ぶ）との内容の比較を行い検証する。Wi-Fi Alliance AFC System (SUT) Compliance Test Planにおいては、許容誤差を±2 dBとしている。±2 dB を超える誤差が生じる場合には、システム仕様の違い等に起因する可能性があるため、必ずしも不合格になるとは限らず、誤差の妥当性について説明することが AFC システムオペレータには求められることに留意されたい。

(7) SIP : 電波天文施設保護に係る機能検査

本テストケースは、AFC システムが技術的要件の定めに従って電波天文保護に係る計算を適切に実施できるかどうかを検証することが目的である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-53 にまとめる。

表 2-53 : JP. AFCS. SIP に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
特別な既存システム (= 電波天文) の保護	JP. AFCS. SIP	2.4.2.1.1 章(イ)	電波天文データに基づく周波数可用性の決定
		2.4.2.1.3 章(2)	干渉保護基準及び電波伝搬モデル

本テストケースにおいては、インタフェースプロトコル仕様の定めに従い、テストベクタとして事前定義された Available Spectrum Inquiry Request を、テストハーネスが AFC システムに対して送信するものとする。テストハーネスは、AFC システムから送信されるメッセージに含まれる周波数可用性情報と、テストベクタとして事前定義された周波数可用性の期待値（マスクデータと呼ぶ）との内容の比較を行い検証する。Wi-Fi Alliance AFC System (SUT) Compliance Test Planにおいては、許容誤差を±2 dBとしている。±2 dB を超える誤差が生じる場合には、システム仕様の違い等に起因する可能性があるため、必ずしも不合格になるとは限らず、誤差の妥当性について説明することが AFC システムオペレータには求められることに留意されたい。

(8) IBP : 国境保護に係る機能検査

本テストケースは、AFC システムが技術的要件の定めに従って国境保護に係る計算を適切に実施できるかどうかを検証することが目的である。

本テストケースに関連する機能要件を表 2-54 にまとめる。

表 2-54 : JP. AFCS. IBP に関連する機能要件

テストケース概要	テストケース ID	機能要件	要件内容
他国・地域への影響を踏まえた計算	JP. AFCS. IBP	2.4.2.1.1 章(イ)(6)	他国・地域への影響を踏まえた計算

本テストケースにおいては、インタフェースプロトコル仕様の定めに従い、テストベクタとして事前定義された Available Spectrum Inquiry Request を、テストハーネスが AFC システムに対して送信するものとする。テストハーネスは、AFC システムから送信されるメッセージに含まれる周波数可用性情報と、テストベクタとして事前

定義された周波数可用性の期待値（マスクデータと呼ぶ）との内容の比較を行い検証する。Wi-Fi Alliance AFC System (SUT) Compliance Test Planにおいては、許容誤差を±2 dBとしている。±2 dB を超える誤差が生じる場合には、システム仕様の違い等に起因する可能性があるため、必ずしも不合格になるとは限らず、誤差の妥当性について説明することが AFC システムオペレータには求められることに留意されたい。

2.6.1.3 パブリックトライアル (Public Trial)

米国における AFC システム認証プロセスにおいては、ラボテストに加えてパブリックトライアル (Public Trial) の実施が義務付けられている。パブリックトライアルは、既存免許人を含む関係機関 (interested parties) によって AFC システムが提供する計算結果の正確性をチェックできるようにすることを目的として設けられた実機検証の一種である。ラボテストとパブリックトライアルの両方のテストレポートを FCC へ提出し、それらが承認されて初めて AFC システムオペレータ認定を得られる。カナダではパブリックトライアルは実施されない。AFC システムオペレータ指定に係るスキームを検討中の英国 Ofcom は、パブリックトライアルの実施は不要とする一方、類する試験として Ofcom 自身がテスターとなって検証を行う案を検討中である⁸⁵。

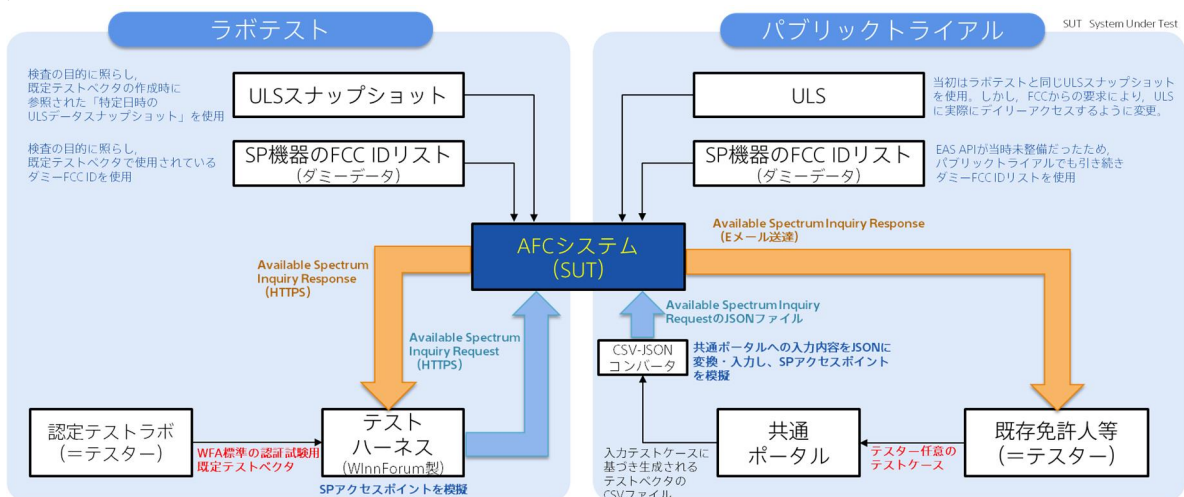


図 2-38 : 米国 AFC システム認証プロセスにおけるラボテストとパブリックトライアルの関係

パブリックトライアルでは、AFC システムオペレータ申請者がインターネット上でテスト用ポータルサイトのようなものを通じて AFC SUT を公開する。関係機関により地理座標、高さ、位置不確実性を入力してもらい、AFC SUT が入力に応じて利用可能周波数及び最大許容電力のリストの計算結果を返却することになっている。FCC 規則に準拠しない結果であると疑われる場合、入力者は異議申し立てを行うことが可能である。ラボテストは既定のテストベクタに基づいて実施する一方、パブリックトライアルは、ラボテストでカバーしきれないシナリオでも評価可能な、自由入力のテストベクタに基づく機能試験とみなすことができる。

参考のため、図 2-39 に Sony Group Corporation のパブリックトライアル全体像を示す。

⁸⁵ 脚注 2 参照。

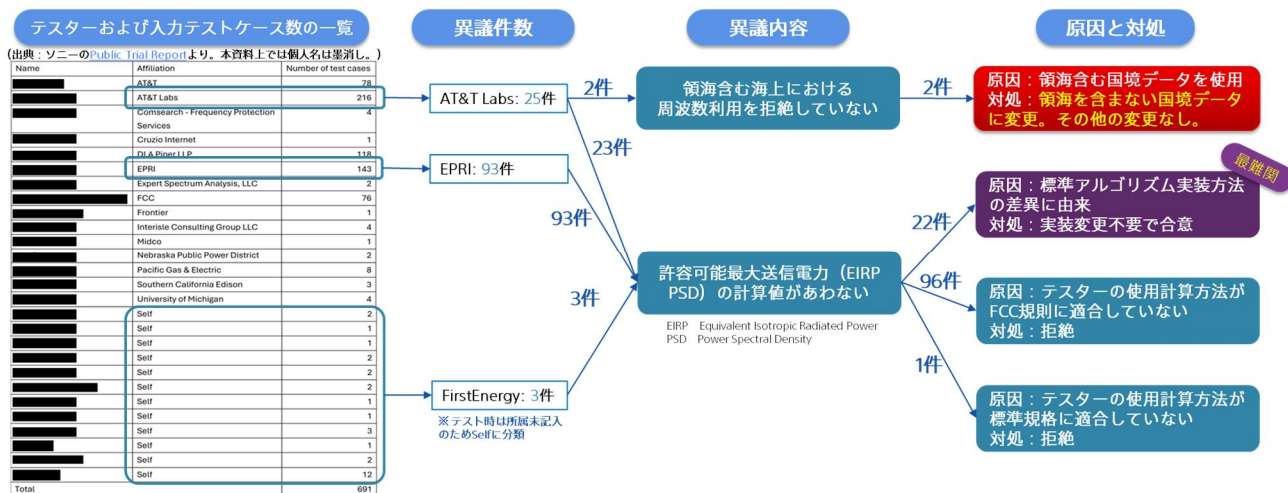


図 2-39 : Sony Group Corporation のパブリックトライアルの全体像⁸⁶

共通ポータルを介して法人 15 社、個人 12 名（以降，“テスター”）から入力された計 691 のテストを受領、3 法人から寄せられた計 120 件もの異議申立に対して対応し、一部については協議の結果、使用データ変更の対応を実施した。

ここから見えるパブリックトライアルの課題として、テスター側に、AFC システム利用に係る要件や、システム仕様に関する一定程度の知見がなければ適切に評価ができないという点が挙げられる。AFC システムオペレータ（開発者含む）とテスターの双方に資することが重要であり、我が国で実施する際にはこの点を踏まえた検証の仕組みを設ける必要がある。例えば、過去に AFC システムに関わる技術試験事務又はその調査検討会に従事した者にテスターを務めてもらうことで、この課題は一定程度解消することが期待される。

他方、別の課題として、米国では AFC システムが計算で使用するデータが、既存システムのデータ含め全て一般公開されており、テスター側でも同様の計算を実施して厳密に確認することが可能である一方、日本においては PARTNER データが非公開であることから、同様の形式で検証を行うことは現実的でない想定される。例えば、既存免許人に限定してテスターを務めてもらうことで、この課題は一定程度解消することが期待される。また例えば、既存システムデータを全てダミーデータにして検査を行うことも、計算機能の検証の観点では可能である。又は Ofcom の提案のように、総務省等の政府機関ないしその関係者がテスターとして検査を行うことも、有効である。

2.6.2 干渉報告及び対応について

2.4.2.2 章で示すように AFC システムオペレータは、非無線 LAN システムを運用する既存免許人から疑い事案を含む干渉報告を受付し、必要な対応を行うための体制を整備することが求められる。しかしながら、これに係る手続き、手順等の全ての詳細を厳格にルール化してしまうと、不測の事態が生じた際に柔軟に対応できなくなる恐れがある。また、考慮すべき事情に応じて、対処方法の優先順位等が変わる可能性もあり、これを抜け漏れなく網羅的に要件化することは現実的でない。そこで本章では、同体制の中で AFC システムオペレータが対応可能な作業を整理し、例示する。

⁸⁶ 第 4 回 AFC システム運用検討アドホックグループ資料 Ad-hoc4-2

2.6.2.1 SPモードデバイスの想定利用形態について

AFCシステムオペレータが実施すべき作業を整理するうえで、SPモードデバイスの想定利用形態を考慮することが重要である。これを図2-40に示す。

SPモードデバイスの想定利用形態	ケース (A)	ケース (B)	ケース (C)	ケース (D)
AFCシステム	検証あり	検証あり	検証あり	検証あり
SPアクセスポイント	接続 技適あり	接続 技適あり	接続不可 技適なし	接続不可 技適なし
SP端末	接続 技適あり (特例対象含む)	接続 技適なし	接続 技適あり (特例対象含む)	接続 技適なし
干渉の原因	(多岐に渡る可能性あり)	・不正SP端末の利用者	・不正SPアクセスポイントの運用者	・不正SPアクセスポイントの運用者 ・不正SP端末の利用者
AFCシステムオペレータの干渉事案発生責任	なし	なし	なし	なし
SPモードデバイス運用者の干渉事案発生責任	なし	あり (端末の不正利用)	あり (APの不正利用)	あり (APの不正利用はAPの運用者、端末の不正利用は端末の利用者の責任)

図2-40：SPモードデバイスの想定利用形態

AFCシステムオペレータは通常、SPモードデバイスが技術基準適合証明ないし工事設計認証により、本書で整理した技術的条件を全て満足することを前提として扱う。これを踏まえると、AFCシステムオペレータは、図2-40のケース(A)以外には対応できないことが考えられる。換言すれば、図2-40のケース(A)の場合に干渉の原因特定や解決に資するよう、AFCシステムオペレータは適切な対応を行う必要がある。

2.6.2.2 対応可能な作業の一例

2.6.2.2.1 SPモードデバイスの運用責任者について

AFCシステムオペレータに対して、干渉問題の作業への活用を目的として、SPモードデバイスの運用責任者の連絡先情報を、運用開始に先立って事前に登録することを求める。なお、カナダISED規則(DBS-06)ではこれが規則で義務化されている一方、米国FCC規則(Part 15 Subpart E)では義務付けられていない。英国Ofcomもカナダ同様に登録することを規則案として検討中である。連絡先情報として少なくとも以下の情報の登録を求める。

- 名称
- 住所
- 電話番号
- 検証済みのEメールアドレス

AFCシステムオペレータは、各SPモードデバイスとその運用責任者を照合する仕組みを具備することが適当である。カナダISEDの場合、AFCシステムオペレータに登録されている連絡先情報に紐づくSPモードデバイスにのみAFCシステムが周波数可用性情報を提供可能、と定めている。

- AFCシステムは、機器認証番号と製造番号のペアで個別のSPモードデバイスを

特定可能。

- 例えば、当該組み合わせを連絡先情報と紐づけて管理することで容易に照合可能。

2.6.2.2.2 全体フロー

AFC システムオペレータが実施可能な作業の一連の流れは、概ね以下に示すステップに分解して考えることができる。

- ① 干渉（疑い）報告の受付
- ② 干渉源候補の探索
- ③ 干渉源の特定
- ④ 原因分析と対処措置

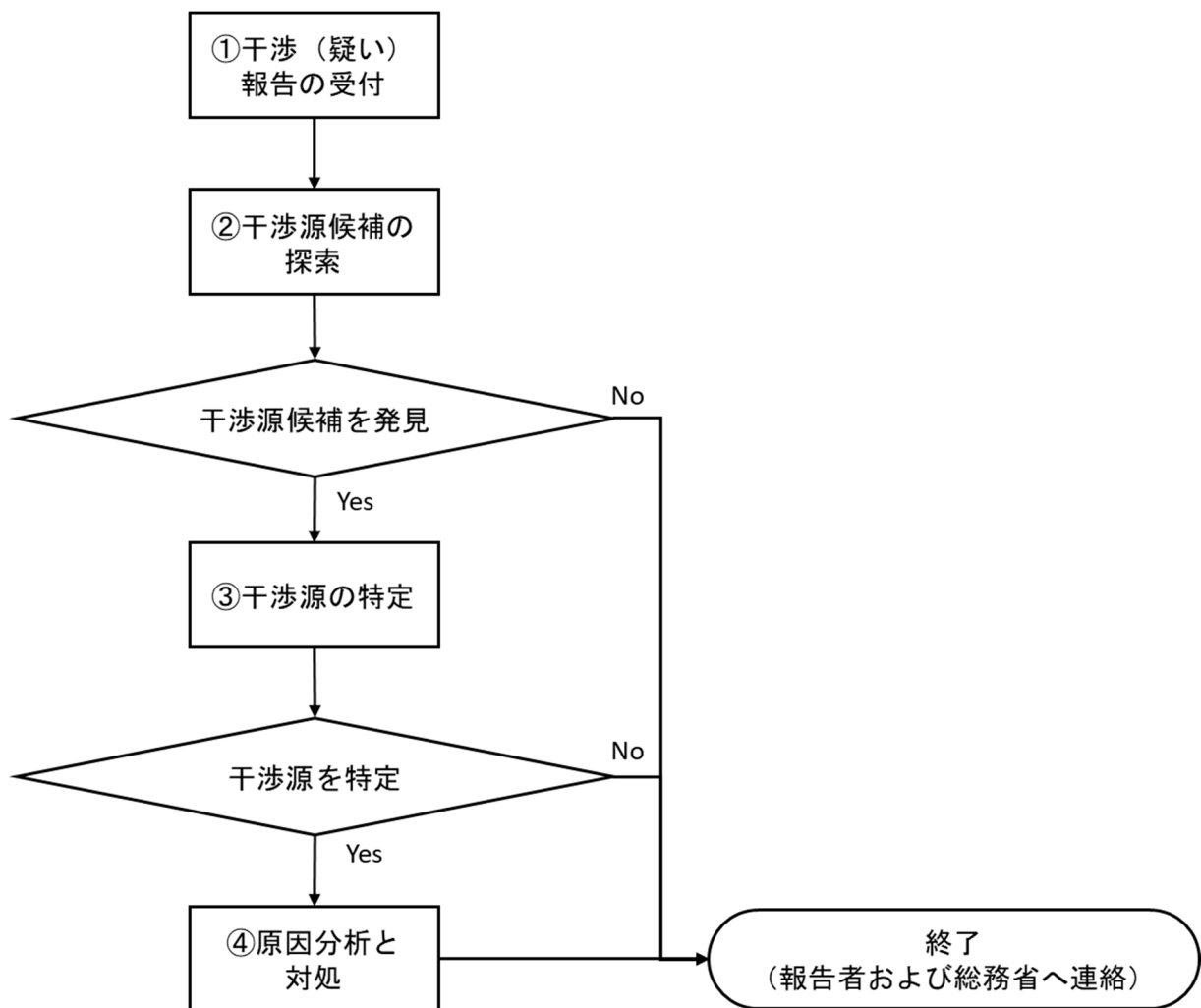


図 2-41：作業の一連の流れのイメージ

全ての作業が終了した後には、報告者及び総務省へ連絡を入れることが必要である。全体フローを詳細に設計する際には、AFC システムは SP アクセスポイント及び固定クライアントの位置情報は記録しているが、それらが使用中の周波数チャネルは把握していないことに留意することが必要である。

2.6.2.2.3 干渉（疑い）報告の受付

AFC システムオペレータは、疑い事案を含む干渉報告の受付体制を設けなければならない。AFC システムオペレータとなる主体が複数社存在する場合には、既存免許人の負担を軽減するよう、米国のように AFC システムオペレータ間で共通の干渉報告ポータルを設けることが適当である。

干渉報告には、少なくとも、以下の情報が含まれることが必要である。

- 保護対象システムの種類（固定局又は電波天文受信機）
- 干渉が発生している又は干渉の発生が疑われる保護対象受信機を一意に特定可能な以下に示す情報の組み合わせ
 - 固定局の場合
 - ◇ 免許人名
 - ◇ 免許番号
 - ◇ 装置の区別（番号）
 - ◇ 空中線番号
 - 電波天文受信機の場合
 - ◇ 施設名
- （固定局のみ）干渉と疑われる事象が生じている周波数（5925 – 6425 MHz 及び 6570 – 6870 MHz の範囲内の下端及び上端の周波数）
- 干渉と疑われる事象が発生した時間
- SP モードデバイスが干渉源であると疑う理由

令和 6 年度の検討結果に従い、「有害な干渉」の定義づけは困難である、ということをお大前提とすることが適当である。干渉報告内容に、のちの手続きに支障を及ぼすような不備や、AFC システムの役務・責任範囲外の要求が含まれない限りは受け付けるべきである。干渉を報告する側（主に既存免許人）は、自システムで発生する障害は必ずしも SP モードデバイスの発射する電波により生じる干渉が原因であるとは限らない点に留意することが必要である。また、問題が自システム由来ではないこと、SP モードデバイスが干渉源であると疑う理由を示すことが必要である。報告内容は、総務省へも共有する。

2.6.2.2.4 干渉源候補の探索

干渉（疑い）報告を受領後、AFC システムオペレータはできる限り速やかに干渉源候補の探索を開始する。

報告元の既存システム受信機を中心とする半径 200 km の範囲内に干渉源の候補となる SP モードデバイスが存在するかどうかを確認する。この範囲内に SP モードデバイスが存在する場合に次のステップ（2.6.2.2.5 章）に進む。ここで、『半径 200 km』はシステム仕様に基づく（2.4.3.1.2 章及び 2.4.3.2.2 章参照）。米国でも既存免許人を交えた議論を踏まえて同様のシステム仕様になっている。システム仕様上の数値が変更になれば、併せてこの探索範囲も変更する必要がある。

当該範囲内に、SP モードデバイスが存在しない場合には、その旨を報告元及び総務

省に対して連絡する。

2.6.2.2.5 干渉源の特定

このステップでは、「干渉源候補」となった SP モードデバイスに対して周波数制限を実施し、干渉発生の有無を確認することにより、干渉源候補のさらなる絞り込みを行う。特定の SP モードデバイスに対して周波数制限を掛けて干渉が解消したと判断される場合、当該 SP モードデバイスを引き続き干渉源候補とする。特定の SP モードデバイスに対して周波数制限を掛けても干渉が解消しない場合、当該 SP モードデバイスが原因でないと考えられることから、当該 SP モードデバイスに対して実施した周波数制限は解除する。絞り込み作業を経て残った SP モードデバイスが「干渉源」と考えられ、次のステップ（2.6.2.2.6 章）へ進むことが必要になる。

以下が、AFC システム及び AFC システムオペレータに求められる周波数制限の一例である。

- 『制限付き利用可能周波数リスト』の作成
 - 干渉源候補の SP モードデバイスに対して本来計算される利用可能周波数リストを書き換え、特定の周波数チャンネルを意図的に利用不可とさせる。『制限付き利用可能周波数リスト』が SP アクセスポイント及び固定クライアントに提供される。
 - 例えば、干渉報告された周波数範囲と重複する無線 LAN チャンネルを「同一周波数チャンネル」とし、図 2-42、図 2-43 に、第 1 隣接、第 2 隣接、と段階的に制限をかけながら SP モードデバイスが干渉源かどうかを確認することができる

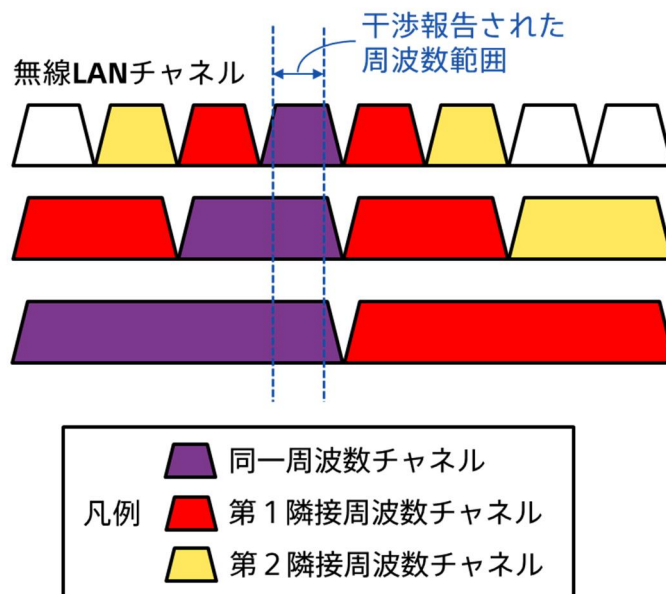


図 2-42 ; 制限を掛ける周波数チャンネルの例

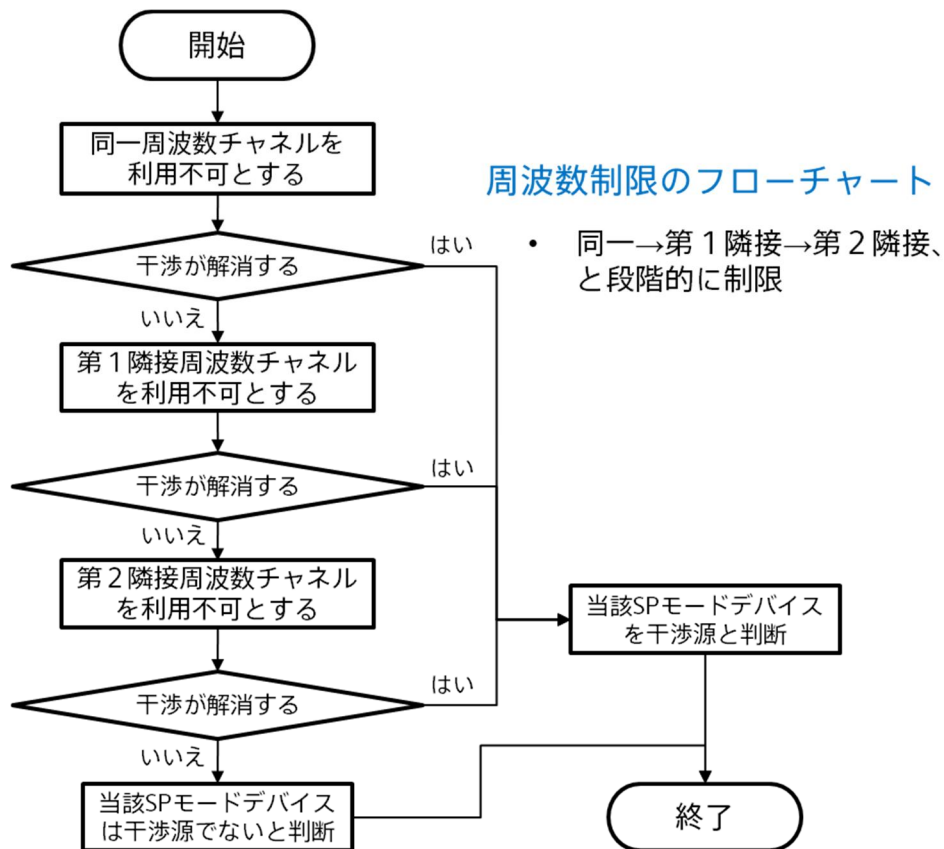


図 2-43：周波数制限のフローチャート一例⁸⁷

- 特定エリア内部に一律に周波数制限を掛ける制限エリアの設定
 - エリア内の全ての SP モードデバイスの利用可能周波数リストから、制限エリアに紐づく周波数と重複する周波数チャンネルが除外される。除外された後の利用可能周波数リストが SP アクセスポイント及び固定クライアントに提供される。
 - 例えば、図 2-44 では、5980 - 6020 MHz の利用を禁止する長方形型の制限エリアを設けている。このような制限エリアの構築をすることで、当該エリア内にある SP モードデバイスの利用可能周波数チャンネルリストから、制限エリアに紐づく周波数範囲が除外される。図 2-45 にその一例を示す。

⁸⁷ 段階的でなく、同一周波数と隣接周波数をまとめて制限を掛けることも可能。

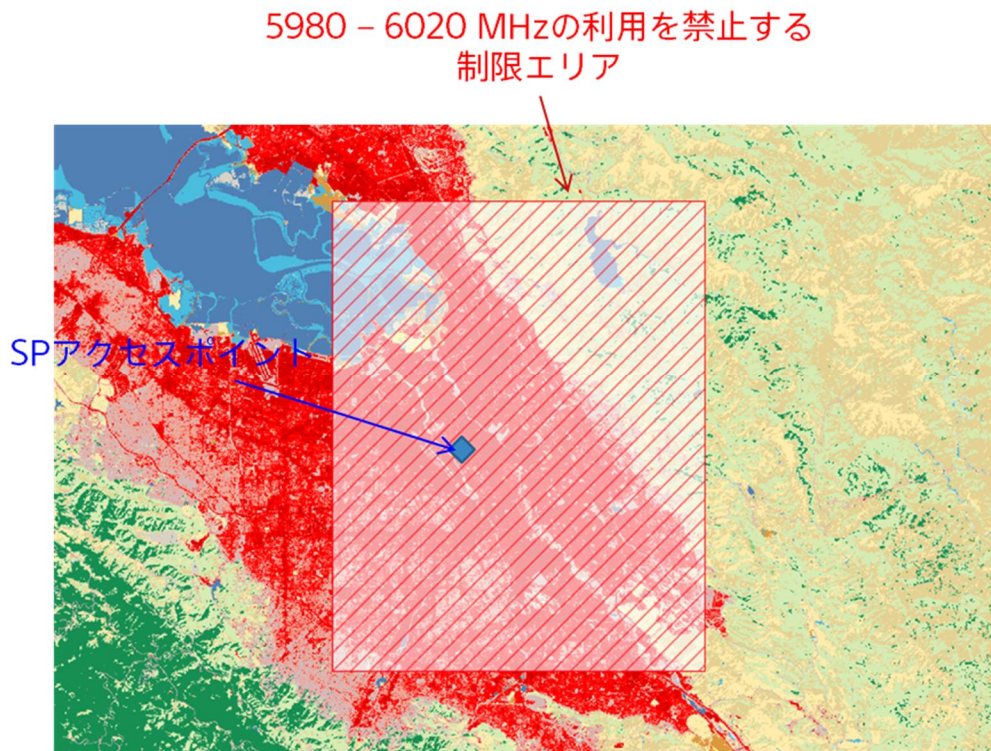


図 2 - 44 : 制限エリアの例

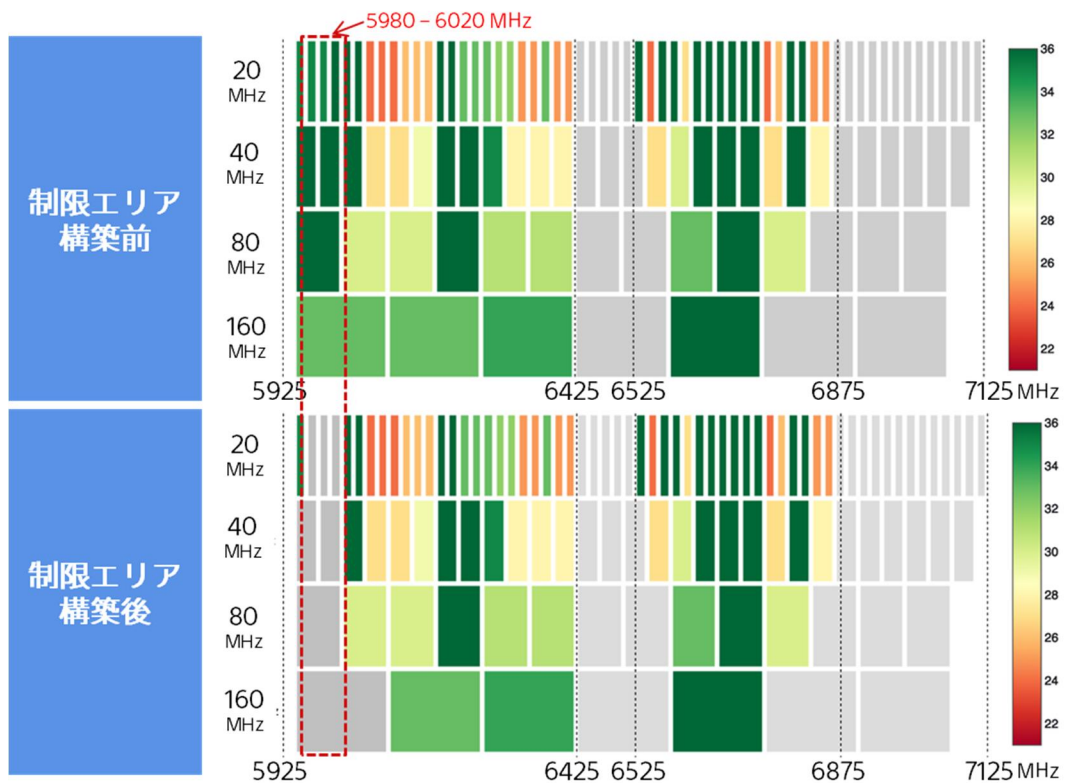


図 2 - 45 : 利用可能周波数リストの制限エリア構築前後の比較⁸⁸

⁸⁸ 米国版 AFC システムを使用した計算例のため、6GHz 高域帯の SP モード周波数範囲が米国準拠となっている。

SP モードデバイスには通常の 1 日 1 回の AFC システムへの定期アクセスにて『制限付き利用可能周波数リスト』を取得してもらうことにより、周波数制限が反映された利用可能周波数リストを取得させ、周波数制限を反映させることが可能である。

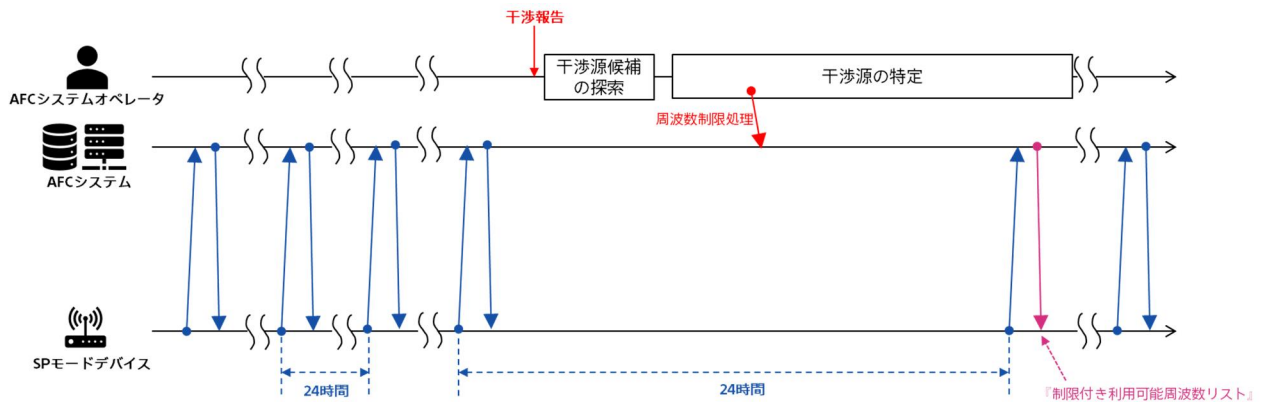


図 2-46：定期アクセスを介した周波数制限の反映の流れのイメージ

以下、このステップにおける補足事項を記す。

優先付けについて

- 既存システム受信機のアンテナの指向方向や、受信アンテナパターンのメインローブの範囲内を特に注意して確認することは重要である。複数の SP モードデバイスが存在する場合に、分析の優先順位付けの参考になり、効率的な原因分析に資することが期待される。
- 当該範囲内の SP モードデバイスが使用する周波数チャンネルをデバイス運用責任者に問い合わせることも有効。同様に分析の優先順位付けの参考にすることが可能。
- AFC システムが記録している SP モードデバイスアクセスログと、干渉と疑われる事象が発生した時間を照合して探索することも効率化の観点で有効。
- デバイスが LPI モードとしても動作可能な機種であるかどうかについても確認する。これにより、LPI 非対応（＝屋外設置）の SP モードデバイスを優先して分析することが可能になる。
- 状況に応じて、半径 200 km の探索範囲外の領域に対して一連の調査分析を実施してもよい。これにより干渉が解消する場合、システム仕様の変更を検討する必要がある（2.6.2.2.6 章参照）。

干渉の解消判断について

- 分析調査の過程で干渉が解消したかどうかを AFC システム及びそのオペレータが主体的に判断することはできないため、報告元の既存システム免許人による協力が必要。
- 図 2-46 のように SP モードデバイスは通常 1 日 1 回の AFC システムへの定期アクセスに基づいて周波数制限を反映することから、干渉の解消判断に 1 日程度

の時間を要する可能性があることに留意が必要である。

2.6.2.2.6 原因分析と対処措置

先述のとおり、図2-40のケース(A)を想定することが必要であることを踏まえると、基本的にはデータの不備やシステム仕様上の想定と実世界の乖離が干渉の原因である可能性が大きく高まる。そこで、干渉源のSPモードデバイスの場所に応じて詳細分析を行うことが重要となる。

AFCシステムの計算上、場所に依存する要素の代表格が電波伝搬モデルである。そこで、各電波伝搬モデルの適用領域にフォーカスして、要分析事項、対処案を以下のとおり整理する。

表2-55：要分析事項と対処案

SPモードデバイスの場所	要分析事項	対処案	補足
自由空間損失モデルが適用される領域 固定局：30m以内 電波天文：40m以内	① 既存システムデータ（位置情報、アンテナゲインなど干渉保護計算式で使用する情報）の正確性	<ul style="list-style-type: none"> データの修正 	既存免許人及び総務省とのコミュニケーションが必要
	② SPモードデバイスのパラメータの妥当性（屋内外含む実際の位置と登録位置の比較、使用周波数の確認など）	<ul style="list-style-type: none"> 特定デバイスの制限 モデル単位の制限 	SPモードデバイスのベンダ又は運用責任者とのコミュニケーションが必要
WINNER IIモデルが適用される領域 固定局：30m越え 1km以内 電波天文：適用対象外	③ 上記①及び②の分析	上記①、②の対処案に準ずる	上記①、②の補足に準ずる
	④ 実世界における干渉パス見通し状況（LOS/NLOS）	<ul style="list-style-type: none"> 3次元構造物データをLOS/NLOS判定に使用している場合、3次元構造物データを修正する 	3次元構造物データの要件については別途検討が必要 また、3次元構造物データは定期的な見直しが必要
	⑤ 土地分類（urban, suburban, rural）の妥当性（計算で適用した土地分類と実世界の土地分類の比較）	マッピングデータ（システム仕様）の修正	マッピングデータは定期的な見直しが必要
	⑥ パスロス標準偏差のデフォルト値と実世界の乖離	パスロス標準偏差を修正する	修正値については別途検討が必要 ⁸⁹
Rec. ITU-R P.452-18が適用される領域 固定局：1km越え 200km以内 電波天文：40m越え	⑦ 上記①及び②の分析	上記①、②の対処案に準ずる	上記①、②への補足に準ずる
	⑧ 土地分類（urban, suburban, rural）の妥当性（計算で適用した土地分類と実世界の土地分類の比較）	<ul style="list-style-type: none"> マッピングデータ（システム仕様）の修正 	マッピングデータは定期的な見直しが必要
	⑨ 干渉パスの地形の確認（計算に影響が生じる特殊	<ul style="list-style-type: none"> 計算参照点の設定 	

⁸⁹ 米国向けシステム仕様に位置付けられる WINNF-TS-1014 においても今後の検討課題とされている。

200 km 以内	な地形になっていないかどうか)	方法 (システム仕様) の修正、等	
200 km 越えのとき (= 干渉保護計算対象外の領域)	⑩ SP モードデバイスの干渉量推定値の評価	<ul style="list-style-type: none"> ■ 干渉保護計算対象距離 (システム仕様) の修正 	

システム仕様の更新 (※仕様の追加、削除、修正) が必要な場合には、AFC システムオペレータ、既存免許人、無線 LAN 関係者から構成される連絡会 / 協議会によって議論され、合意形成がなされることが適当である。(連絡会 / 協議会は、総務省、既存免許人との連携により体制構築されることが前提。)

地形データや 3 次元構造物データ、土地分類に関するマッピングについては、問題の発覚の有無にかかわらず、定期的に見直しをすることが重要である。システム仕様の更新と同様に、連絡会 / 協議会にて見直しに係る議論を実施することが適当である。

AFC システムの導入は我が国では初めてとなることから、システム仕様の見直しでは問題が解消しない場合には、国内での運用状況や国際的な動向も踏まえながら、技術的条件や技術的要件の見直しの必要性を適宜検証することが重要である。これについては、技術試験事務や総務省・情報通信審議会の場で議論・検討がなされることが適当である。

2.7 制度化に向けた諸課題

2.7.1 AFC システム導入に向けた体制の整備

技術的要件を満足する AFC システムを適切に日本国内へ導入し、安全な運用を担保するために、必要となる整備を今後進めていくことが必要である。そのために、以下の項目について今後検討を進めることが重要である。

- AFC システムの事前検証方法及び体制の確立
- AFC システムオペレータ指定に係るスキームの確立
- ステークホルダー間の協議・連携の場の確保

2.7.1.1 AFC システムの事前検証方法及び体制の確立

AFC システムの実導入に当たっては、実導入前の検証体制の構築が必要である。AFC システムが技術的要件を満足することを担保することが、共用条件を満足することに繋がる。

2.6.1 章で整理したシステム認証の在るべき姿を参考に、今後日本においても体制確立を進めることが重要である。

2.7.1.2 AFC システムオペレータ指定に係るスキームの確立

既に導入済みの米国、カナダでは、先述の AFC システムの事前検証を含む、AFC システムオペレータ指定に係るスキームが確立されている。先般、英国においても 2026 年夏より AFC システムオペレータの募集を開始する旨が発表されており、今後米国を参考にしながらスキームを確立することが示されている⁹⁰。日本国内でもオペレータ指定に係るスキームの検討が行われると思料されるが、技術的観点から、オペレータ指定の条件として少なくとも以下の事項を満たすことが必要である。

- 技術的要件を満足する AFC システムを構築すること
- 2.4.2.2 章に示した運用要件を満たすよう体制を構築し、日々の運用を行う能力を備えること。データベースの維持管理やセキュリティ対策についてはシステム運用に係る専門性が必要になると想定。
- システム仕様の定期的な見直しやそれに伴う改修対応など、AFC システム特有の技術的専門性も必要になる。
- 米国においては、2.7.1.3 章に示す「ステークホルダー間の協議・連携」も AFC システムオペレータに求められている。日本においても参考になる可能性がある。

2.7.1.3 ステークホルダー間の協議・連携の場の確保

本書にとりまとめた AFC システムの技術的要件は、AFC システムの正式導入後においても適宜見直しを行うとともに必要な改正を行い、AFC システムが速やかに改正に対応できるような体制の整備が必要である。例えば、AFC システムが計算で使用する電波伝搬モデルのうち、Rec. ITU-R P. 452-18 については、今後新たなバージョンが登場し、現行版が“Superseded”ステータスになる可能性がある。また、2.6.2.2.6 章

⁹⁰ 脚注 2 を参照のこと

にてシステム仕様の見直しによる干渉問題解消の可能性を示したが、問題が解消せず、技術的条件や技術的要件の見直しが必要となる可能性も存在する。技術的要件は共用条件を満足するための基盤であること、技術的条件や技術的要件の変更に伴う影響範囲がマーケット含め甚大であることを鑑みると、技術的条件や技術的要件の変更については引き続き、技術試験事務や総務省・情報通信審議会の中で議論・検討がなされることが適当である。AFCシステムの導入は我が国では初めてとなることから、国内での運用状況や国際的な動向も踏まえながら、見直しの必要性を適宜検証することが重要である。

一方、「システム仕様」についても、必要なときにできる限り速やかに変更できるようにしておくことが適当である。この点について、米国の事例を紹介する。米国においては、FCC 認証を受けた AFC システムオペレータは、認証の条件として以下のような要件が FCC から課せられている。

- AFC システムの計算に影響のある実装問題への対処について、Wireless Innovation Forum (WinnForum) のような、AFC システムオペレータと既存免許人の両者が参加する産業間グループ (inter-industry group(s)) において議論を継続すること。
- 利用可能周波数及び最大電力レベルの計算結果に変化をもたらすようなソフトウェア修正を実施する場合、事前に FCC OET (Office of Engineering and Technology) に一般公開される形で通知⁹¹を行い、承認を得ること。修正の規模、複雑さによっては、追加の試験や検証を行う可能性がある。

前者に関しては、WinnForum の 6 GHz Committee において標準化活動の位置づけで実際に行われている。2024 年 2 月に FCC から最初に認証された AFC システムオペレータ 7 社は全て、WinnForum の定める AFC システム機能要件 (WINNF-TS-1014) の Version 1.4.0 に遵守していた。その後、WINNF-TS-1014 は Version 1.5.0 に改訂された。同改訂のポイントは、AFC システムが計算上使用する土地被覆データ (NLCD) の修正方法の提供である。当初は、米国本土 (CONUS) については、米国地質調査所 (USGS) がウェブで提供している NLCD をデータ処理の都合で成形処理して使用していた。しかしながら、特に地図上で「道路」を示す場所において、ルーラルエリアであっても、都市部 (Urban) 又は郊外 (Suburban) とみなしてしまう NLCD 定義となってしまうおそれがあり、それが過剰なクラッタ損失の考慮、すなわち、与干渉レベルの過小評価に繋がっていた。そこで、Version 1.5.0 でそれを改善するための NLCD 加工方法が提供された。

後者については、これまで Qualcomm と Comsearch がそれぞれ FCC ヘレターを提出している。Qualcomm については、計算上使用する固定局のアンテナパターンを実データに変更するという点の要求⁹²、Comsearch については計算上設定する地理的なグリッドの定義変更等についての要求⁹³が行われた。2026 年 2 月時点で Comsearch の変更要求については承認済みである。

このように、実装の調整レベルの変更から、ステークホルダー間の合意が必要なレベルのものまで、我が国においても幅広く対応できるような体制を構築することが適

⁹¹ ET Docket No. 21-352 ([https://www.fcc.gov/ecfs/search/search-filings/results?q=\(proceedings.name:\(%2221-352%22\)\)](https://www.fcc.gov/ecfs/search/search-filings/results?q=(proceedings.name:(%2221-352%22)))) へアップロードすればよい。

⁹² Qualcomm Incorporated, <https://www.fcc.gov/ecfs/document/1004123381042/1>

⁹³ Comsearch, <https://www.fcc.gov/ecfs/document/100365696830/1>

当である。以上を踏まえて、以下のような考え方で AFC システム導入後の体制を構築する。

- AFC のようなシステムの導入は我が国では初めてとなることから、国内での運用状況や国際的な動向も踏まえながら、技術的条件や技術的要件の見直しの必要性を適宜検証することが重要である。変更に伴う影響範囲がマーケット含め甚大であることを鑑みると、引き続き、技術試験事務や総務省・情報通信審議会における検証体制が適当である。
- 技術的条件や技術的要件の追加・修正・削除を伴わない、「システム仕様」の追加・修正・削除の範囲として対処可能な議題については、AFC システムオペレータが主催で、既存免許人を含むステークホルダー間の協議・連携の場（以下「AFC 協議会」という。）により議論されることが適当である。「AFC 協議会」における議題としては、例えば、以下のようなものが想定される（これらには限定されない）。
 - 技術的条件や技術的要件に追加・修正／変更・削除が発生する際の対処方針について⁹⁴
 - セキュリティ仕様の変更
 - 3次元構造物データの使用について
 - 保護対象電波天文施設のリストの更新について
 - 土地種別と土地分類のマッピングの見直し
 - 数値標高モデルやメッシュデータの年次見直し
 - その他、AFC システムの計算結果に変化をもたらすシステム仕様の変更について
 - 干渉報告及び対応の運用体制について
- 「AFC 協議会」については、参加者の負担を最小化するために、必ずしも高頻度に会合を開催する必要はなく、コントリビューションドリブンとすることが適当である。しかし、緊急性の高い議題（例えばセキュリティなど）が生じる場合にはできる限り速やかに会合を開催し、関係者間で協議できるようにしておくことが重要。

⁹⁴ 例えば、現在の技術的要件では Rec. ITU-R P.452-18 を使用することとしているが、ITU-R により新たなバージョンの勧告が公開され、関連する技術的要件が変更になる場合、P.452 の使用に係るシステム仕様の変更が必要になる可能性がある。

第3章 5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件

3.1 諸外国における 5GHz 帯無線 LAN の動向

3.1.1 5 GHz 帯における Preamble Puncturing の技術的条件に関する諸外国動向

米国、欧州では、IEEE 802.11ax から導入された Preamble Puncturing（以下、パンクチャリング）に対する技術的条件を規定している。送信信号の一部を 20 MHz サブチャンネル単位で非送信にする場合に、その非送信帯域帯への漏えい電力を規定している。以下、米国、欧州の 5 GHz 帯におけるパンクチャリングの技術的条件の詳細についてそれぞれ記載する。

（1）米国におけるパンクチャリングの技術的条件

米国では、連邦通信委員会（FCC）が連邦規則（CFR）を策定している。5 GHz 帯無線 LAN に関しては FCC Part15 Subpart C 及び E で規定されているが、2017 年 12 月に発行された KDB 789033 でパンクチャリングに関して、以下の項目を規定している。

- ・ 20 MHz 帯域の一部をパンクチャした場合、残存する放射がパンクチャされたチャンネルに漏れ出さないこと。すなわち、26 dB 又は 99%の帯域幅がパンクチャリング帯域外に収まること。
- ・ DFS 試験の目的で、1 つ及び 2 つの 20 MHz チャンネルをパンクチャした場合でも、Channel closing($0.2 + 0.06 \times$ 制御フレーム数 [秒])と Move times(10 秒)が満たされることを確認すること。

（2）欧州におけるパンクチャリングの技術的条件

欧州では、ETSI（欧州電気通信標準化機構）によって発行された調和規格 ETSI EN 301 893 で 5 GHz 帯の multi-channel operation（パンクチャリングを用いたマルチチャンネル運用の規定であるが、以下、パンクチャリングと表現）に対する技術的条件を定めている。以下、パンクチャリング時のスペクトラムマスクの例を図 3-1～図 3-3 に挙げる。

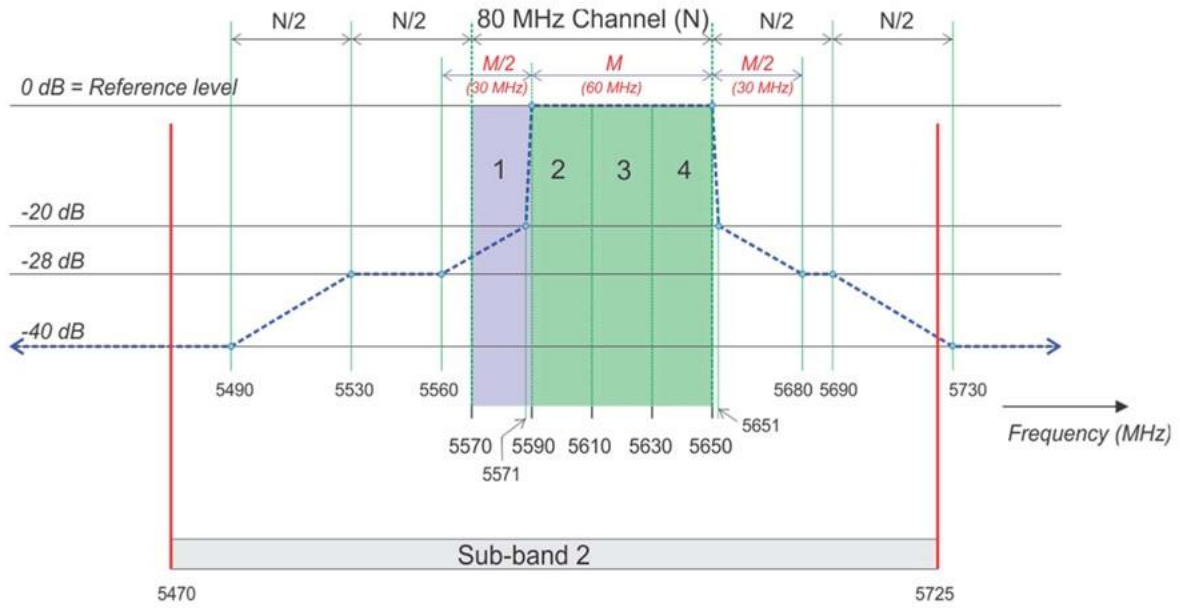


Figure I.2: Example 2

図 3 - 1 端の 20 MHz サブチャネルを 1 つパンクチャした場合のスペクトラムマスクの例 (ETSI EN 301 893 から抜粋)

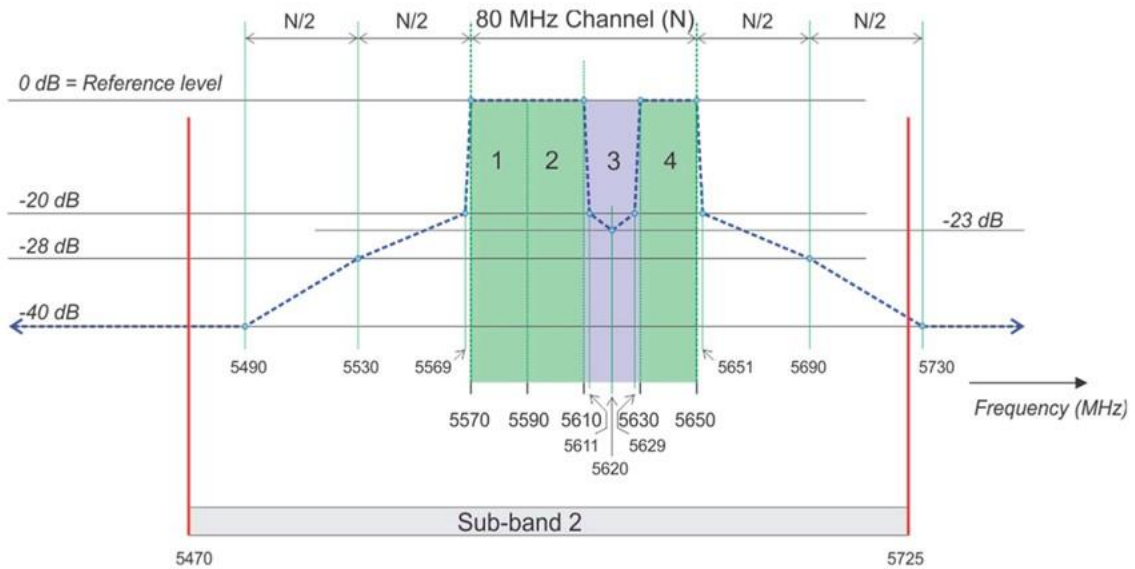


Figure I.3: Example 3

図 3 - 2 端ではない 20 MHz サブチャネルを 1 つパンクチャした場合のスペクトラムマスクの例 (ETSI EN 301 893 から抜粋)

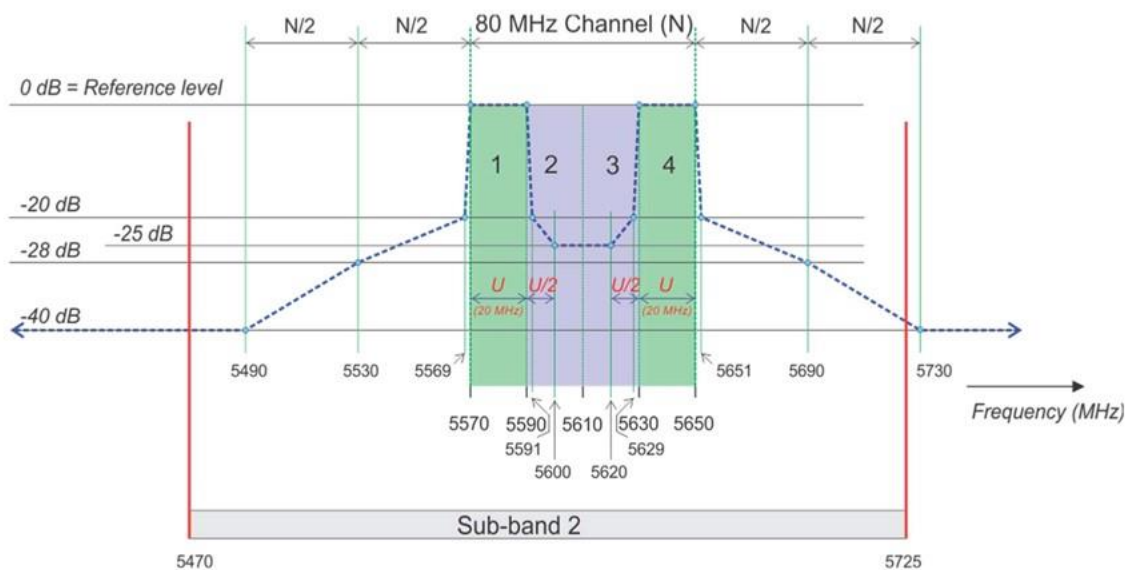


Figure I.4: Example 4

図 3-3 端ではない連続する 20 MHz サブチャネルを 2 つパンクチャした場合のスペクトラムマスクの例 (ETSI EN 301 893 から抜粋)

パンクチャリング運用で発生するローカルリーク（局部発振器（L0 : Local Oscillator）信号の漏れ）に関して、以下のとおり、技術的条件を定めている。

- RF 出力電力に対して -28 dBc 又は -20 dBm/MHz のいずれか大きい方の値未満でなければならない。L0（複数の場合は各 L0）は 2 MHz 帯域とし、パンクチャリングを構成するグループ内の隣り合うチャネルの帯域内であれば任意の周波数に配置できる。ただし、この L0 によるマスクの超過は、パンクチャリングを構成するグループのチャネルの全帯域幅を通じて 20 MHz 当たり 1 回を超えて発生してはならない。
- パンクチャリングに構成された 40 MHz 帯域で、かつ送信に使用されるチャネルが 1 つのみの場合、L0 のマスクの超過は 0 dBc を超えてはならない。

また、レーダー検出時の動作に関して、複数の（隣接又は非隣接）動作チャネルを同時に使用する場合、レーダーが検出された周波数を含む動作チャネルのみが使用不可チャネルとしている。

3.2 DFS 高度化の機能要件

3.2.1 パンクチャリングの概要

パンクチャリングは、他システムと同一の周波数利用による特性劣化を避け、また他システムへの干渉を回避することを目的として、広帯域の無線 LAN 信号の一部を 20 MHz サブチャネル単位で非送信にして送信するメカニズムである。本メカニズムは、802.11ax では OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access : 複数のユーザーを周波数分割で多元接続するマルチユーザー方式) で使われるオプション機能であったが、802.11be ではマルチユーザー送信時に限らず必須機能となり、アクセスポイントが常にパンクチャするサブチャネル情報をビーコンフレームなどに入れて配下の 802.11be 対応端末に指示できるようになった。これに伴い、802.11be では 40

MHz チャンネル幅以上で動作する場合、20 MHz サブチャンネル単位でキャリアセンスを行うことが必須の規定となった。

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「広帯域無線 LAN の導入のための技術的条件」及び「無線 LAN システムの高度化利用に係る技術的条件」についての令和 5 年 9 月 12 日の一部答申では、パンクチャリングは広帯域チャンネル伝送の運用形態の一つとして整理され、無線 LAN システム間の周波数共有の手段として用いることは可能となっているが、無線 LAN システム以外の他のシステムとの周波数共有に関しては検討しておらず、したがって、技術的条件も特段規定されていない。つまり、現行の制度では、無線 LAN システム以外の他のシステム、例えば 5 GHz 帯のレーダーシステムとの共有については許可されていない。

パンクチャリングの対象となる周波数チャンネル幅は 80 MHz、160 MHz、320 MHz である(その他の周波数チャンネル幅として規定されている 20 MHz、40 MHz の場合は適用されない)。その結果、80 MHz 以上のチャンネル幅を規定する 5 GHz 及び 6 GHz 帯が対象周波数帯となり、それらの周波数帯を用いる無線 LAN システム以外のシステムとの共有に有効なメカニズムとして期待されている。5 GHz 帯にてパンクチャリングをレーダーシステムとの共有に用いることができれば、DFS(Dynamic Frequency Selection)の運用前モニタリング(CAC: Channel Availability Check)あるいは運用中モニタリング(ISM: In-Service Monitoring)でレーダーを検出した場合には、そのレーダーを検出した 20 MHz チャンネルを除いた残りの帯域を用いることができるようになる。

802.11 規格では、ビーコンフレームを送信する 20 MHz サブチャンネルである primary 20 MHz channel を基軸に広帯域のチャンネル幅を規定している。図 3-4 は 160 MHz チャンネル幅を構成する場合の例であり、primary 20 MHz channel に対し、それと連続した 20 MHz チャンネルで 40 MHz チャンネル幅を構成する secondary 20 MHz channel、さらにそれらと連続した 40 MHz チャンネルで 80 MHz チャンネル幅を構成する secondary 40 MHz channel、さらにそれらと連続した 80 MHz チャンネルで 160 MHz チャンネル幅を構成する secondary 80 MHz channel (図 3-4 では、各々、primary、secondary、secondary40、secondary80 と記載)が定義されている。(なお、802.11be では 6 GHz 帯において 320 MHz チャンネル幅を導入するに当たり、従来の 160 MHz チャンネル幅に連続した 160 MHz チャンネルで 320 MHz チャンネル幅を構成する secondary 160 MHz channel を新たに定義している。)

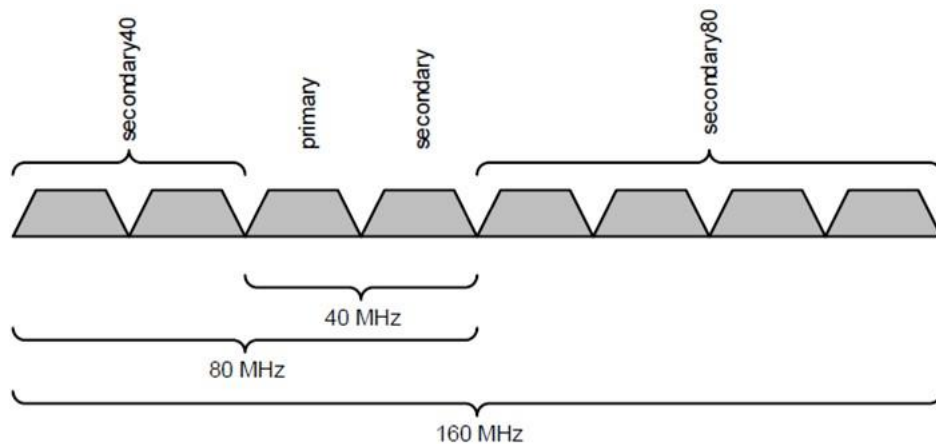


図3-4 primary 20 MHz channel から 40 MHz、80 MHz、160 MHz チャンネル幅への拡張例（参照：IEEE Std 802.11-2024、Figure 8-1）

以降の説明で用いる図3-5及び図3-6は、160 MHz チャンネル幅内でのチャンネル配置を図3-4と合わせており、primary 20 MHz channel を p、secondary 20 MHz channel を s20、secondary 40 MHz channel を s40、secondary 80 MHz channel を s80 と表記する。

パルクチャリングを用いない従来の 802.11 規格では、キャリアセンスは p、s20、s40、s80 で実施する。したがって、キャリアセンスの結果、p を起点に順に連続した s20、s40、160 MHz チャンネル幅利用時にはさらに s80 と空いているチャンネル幅まで送信できるようになっている。例えば、図3-5のように s20 に他の信号を検出した場合、たとえ s40 と s80 はアイドルであっても、p のみの 20 MHz チャンネル幅でしか送信できない。



図3-5 160 MHz チャンネル幅使用時に secondary 20 MHz channel に他信号があり、ビジーとなる場合の従来送信例

一方、パルクチャリングを適用できる場合、20 MHz サブチャンネル単位でキャリアセンスを行うことも合わせて必須となったため、図3-6のように他の信号を検出した 20 MHz サブチャンネルの部分のみを除いて合計で 140 MHz を用いた送信が可能となり、周波数を有効に利用することができる。



図3-6 160 MHz チャンネル幅使用時に secondary 20 MHz channel に他信号があり、ビジーとなる場合のパルクチャリング適用送信例

なお、パルクチャリングに対応しない端末に対しては、アクセスポイントは従来

どおり primary 20 MHz channel から取り得る連続した周波数帯を指定することになる。例えば 5 GHz 帯で DFS によりレーダーを検出した場合、図 3-6 の例では、従来端末に対しては primary 20 MHz channel のみを使用するように通知する。DFS 動作自体は、パンクチャリングの適用とは独立であり、占有帯幅以内でレーダーを検出することには変わらない。

前述のように、パンクチャリングが必須となった 802.11be からは 40 MHz チャンネル幅以上で動作する場合、20 MHz サブチャンネル単位でキャリアセンスを行うことが必須となったが、パンクチャした 20 MHz サブチャンネルについてはキャリアセンスを義務付けてはいない。その代わりに、パンクチャリング領域でのスペクトラムマスクを規定している。

キャリアセンスについては、令和四年総務省告示第二百九十一号に「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。」とあり、5 GHz 帯も同様のルールを規定している。したがって、現行制度ではパンクチャリング領域についてもキャリアセンスを実施しなければならない。

パンクチャした周波数領域でのスペクトラムマスクは、802.11ax では図 3-7 のように規定されている。

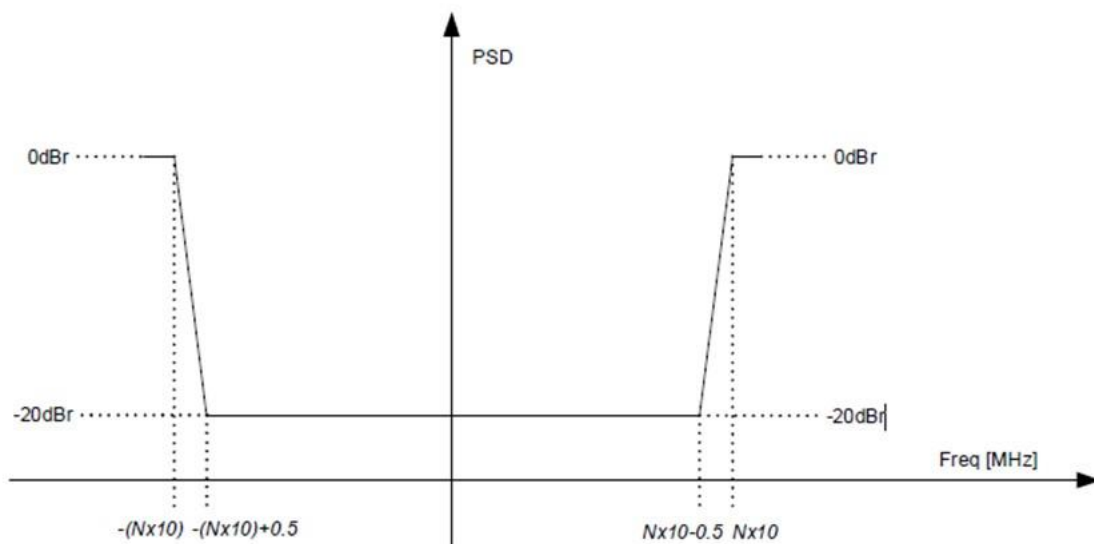


図 3-7 802.11ax で端以外の 20 MHz サブチャンネル×N 個をパンクチャしたスペクトラムマスクの例(参照 : IEEE Std 802.11ax-2021、Figure 27-52)

一方、802.11be ではパンクチャした場合のスペクトラムマスクは EHT PPDU (Extremely High Throughput Physical Layer Protocol Data Unit. 802.11be 規格で規定した新規パケットフォーマットによる送信するもの)か、non-HT duplicate PPDU (non-High Throughput Physical Layer Protocol Data Unit. 802.11a 規格で

規定する 20 MHz 幅のパケットフォーマットを複数の 20 MHz サブチャンネルで同時に重複送信するもの)か、またパルクチャする周波数の位置と周波数幅によってスペクトラムマスクの規定が分かれている。

3.2.2 オフチャンネル CAC

3.2.2.1 オフチャンネル CAC の概念

5.3 GHz 帯、及び 5.6 GHz 帯で運用される無線 LAN は、レーダーシステムとの共存を確保するため、DFS 機能が義務付けられている。DFS は、無線 LAN のチャンネル利用前にレーダー信号の有無を確認する CAC (Channel Availability Check) と呼ばれる 60 秒間の監視を実施し、レーダーの有無を確認し検出されない場合に限りそのチャンネルを利用した運用が可能となる。また、運用が始まった後も ISM(In-Service Monitoring) と呼ばれる継続したレーダー監視を行い、レーダーを検出した場合には 10 秒以内にそのチャンネルの運用を停止し、30 分間利用不可とする必要がある。

Wi-Fi 6/6E や Wi-Fi 7 などの高スループット要求で DFS によりチャンネル切替が必要となった場合、DFS を再度行う必要が発生し待機時間が生じてしまう。この課題を解決するために、通信中に別チャンネルを並行監視し利用可能なチャンネルを事前に確認しておくのが、オフチャンネル CAC と呼ばれる概念である (図 3-8 参照)。オフチャンネル CAC は、切替時の待機を不要にすることで、スループット低下を防ぎ、ユーザー体験を改善することが可能になる。オフチャンネル CAC で求められるレーダーの検出能力は通常の DFS と同等のレベルが要求されるため、レーダー側への影響度合いは通常の DFS と同じになる。

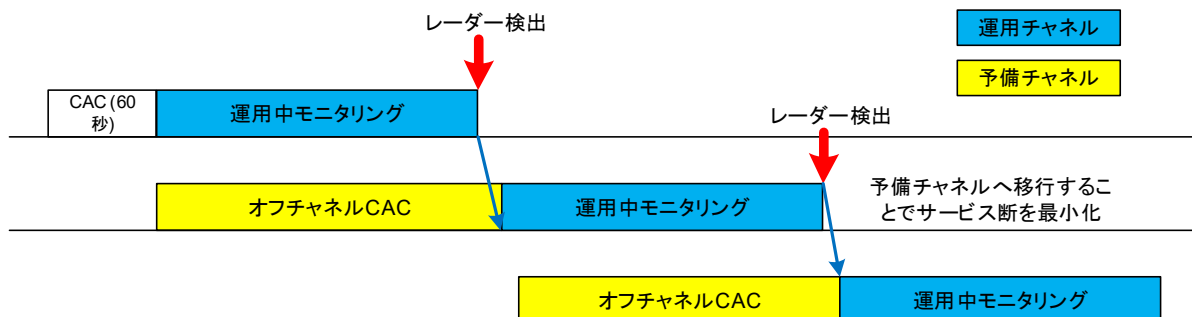


図 3-8 オフチャンネル CAC の概念

日本で導入するオフチャンネル CAC は、既存の DFS の仕組み・性能を踏襲し、運用しているチャンネル以外のチャンネルで 60 秒以上の CAC を実施し、レーダーが検出されない場合に予備チャンネルとして利用可能と判定する。その後、予備チャンネルとして登録するために同チャンネルにおいてもレーダーのモニタリングを継続して実施するものとする。レーダーが検出された場合は、予備チャンネルの登録から削除する。図 3-8 では運用チャンネルでレーダーが検出され、予備チャンネル移行した後にさらなる予備チャンネルをオフチャンネル CAC によって準備し、移行したチャンネルで再びレーダーを検出して、さらに予備チャンネルに移行する場合を示している。ここでは、予備チャンネルを常に 1 つだけ設定する場合を示しているが、あらかじめ複数の予備チャンネルを維持することは実装次第で実現可能な概念となる。

3.2.2.2 海外の状況

欧州では ETSI EN301 893 5 GHz RLAN; Harmonised Standard covering the essential requirements[参考文献]に Off Channel CAC として規定されている。米国においては、運用中に無線 LAN の予備チャネルを見つける DFS の動作は、現在の制度の範囲内であると解釈されている[参考リンク]。これらの地域ではオフチャネル CAC は既に実装され、運用されている。

[参考文献] ETSI EN301 893 V2.2.1 5 GHz RLAN; Harmonised Standard covering the essential requirements

[参考リンク] 2016 TCB Workshop: U-NII Devices Rules and Procedures Presentation to WISPA (fcc.gov)

2018 TCB workshop: FCC Presentations TCB Workshop April 24 – 25, 2012

3.3 既存無線システムとの共用検討

3.3.1 パンクチャリングの適用による共用検討対象システムとの共用条件

3.3.1.1 気象レーダー・各種レーダー

IEEE 802.11ax(Wi-Fi 6/6E)以降の無線 LAN においては、送信スペクトルの一部をパンクチャしパンクチャリング領域の電力を低減させることで、無線 LAN システム同士の相互干渉を軽減することを可能としている。加えて、既存システムに対して有害な干渉を与えない形で共用を実現することで、不連続な複数の周波数を活用し伝送速度を向上させることが可能となる。そのためには、パンクチャされた領域における送信電力が既存システムに対して有害な影響を及ぼさないことを定量的に確認することが必要不可欠である。

パンクチャされた領域における送信電力が規定されている標準規格としては、以下が挙げられる

- IEEE Std 802.11-2024 (11ax 規格を含むベースライン規格)
- IEEE Std 802.11be-2024 (11be 規格)
- ETSI EN 301 893 V2.1.1(2024-12) (ETSI 規格)

前節に記載のとおり、それぞれの規格において異なるスペクトラムマスクが規定されており、ETSI EN 301 893 では、11be と同等の規定となっている。これら全ての規格を包含することを考えると、パンクチャリング領域のスペクトラムマスクとしては IEEE 802.11-2024(11ax)を基準とすることが、適当である。その理由は以下のとおりである。

- 現行法令で利用可能なパンクチャリングは、占有周波数帯幅が規定されている基本送信チャネル (80 MHz、160 MHz、320 MHz) の一部を使用しない (電力を低減する) 運用であることから、この考え方を踏襲しパンクチャリングした部分のみの電力を規定することが適当である。
- 11ax 規格を基に法令を策定した場合、より厳しいスペクトラムマスクを規定する 11be 規格及び ETSI 規格においては実装の観点では課題とはならない。

11ax 規格のパンクチャリング領域のスペクトラムマスクについては、以下の2種

類が規定されている。

- (1) 80/160/320 MHz チャンネルの端ではない領域、即ち、パンクチャリング領域に隣接する下方・上方それぞれに送信信号が存在する場合 (図3-7)
- (2) 80/160/320 MHz チャンネルの端に位置する領域 (図3-9は一例)

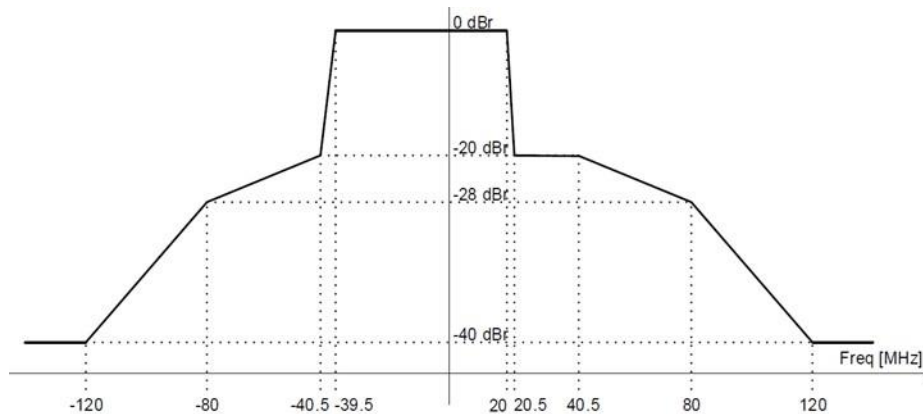


図3-9 802.11axで端の20 MHzサブチャンネルを1つパンクチャした場合のスペクトラムマスクの例(参照: IEEE Std 802.11-2024、Figure 27-62)

パンクチャリング領域の許容値に対する技術的条件案としては、上記(1)(2)を前提とし、以下とする。

- 当該使用中の非パンクチャリング領域の最大等価等方輻射電力密度を基準値(0 dBm)とし、非パンクチャリング領域の端部から1 MHz以上離れた領域は-20 dBmとする。
- パンクチャリング領域が占有周波数帯幅の端に来る場合は、-20 dBmが適用される範囲は占有周波数帯幅の端までとする。
- 送信周波数帯域内の端部から1 MHzまでの領域はdB単位で線形補間とする。

この条件を適用した場合におけるスペクトラムマスクの例を図3-10~図3-12に示す。

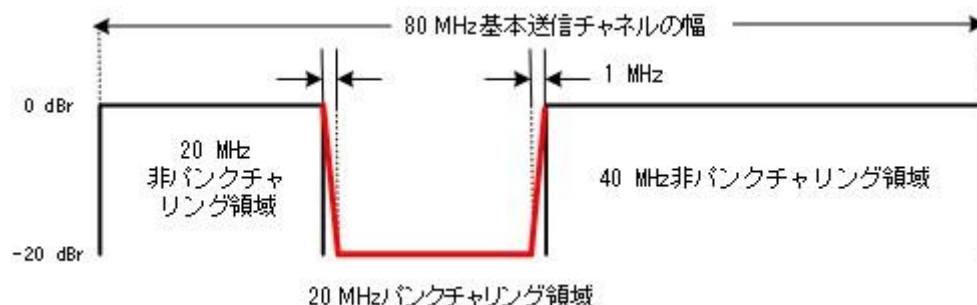


図3-10 80 MHzチャンネルにおいて20 MHzチャンネルをパンクチャする場合

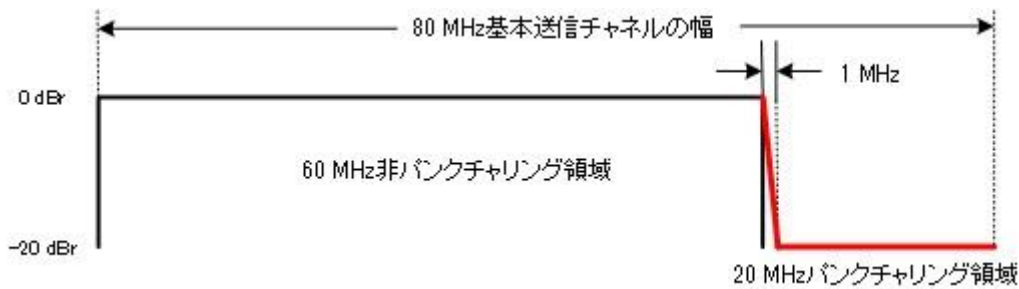


図 3-11 80 MHz チャンネルにおいて上端の 20 MHz チャンネルをパンクチャする場合

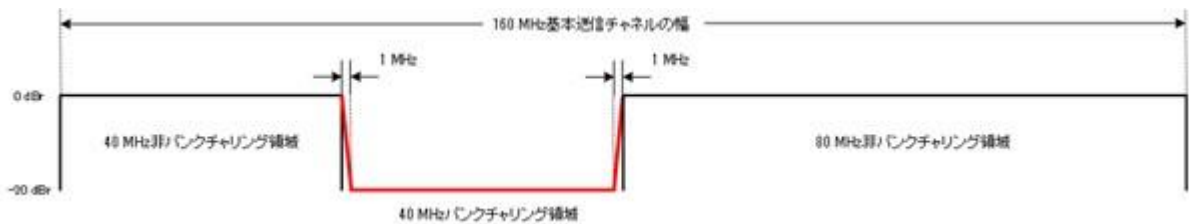


図 3-12 160 MHz チャンネルにおいて 40 MHz チャンネルをパンクチャする場合

以下、パンクチャリング領域の与干渉に対する共用検討を示す。IEEE/ETSI 規格においては、パンクチャリング領域についてはキャリアセンスを行う必要がない形で規定されている。現行制度において、キャリアセンスを行わない帯域において最大出力となるのは隣接チャンネルである。隣接チャンネル漏えい電力の許容値は帯域幅によらず -25 dBc と規定されている。次隣接チャンネル漏えい電力は -40 dBc であり、隣接チャンネルよりも与干渉が少ないため、以降は隣接チャンネルのみに着目する。パンクチャリングを行った周波数ブロックの漏えい電力が隣接チャンネル漏えい電力を下回れば、過去の技術的条件の前提となっている共用条件（既存システム及び 802.11 無線 LAN 同士）を満足する。

5 GHz 帯における隣接チャンネル漏えい電力が最も大きくなる場合は、20 MHz チャンネル送信の場合の隣接チャンネルであり、その最大値は、 -2 dBm/20 MHz (=23 dBm/20 MHz -25 dBc) である。この値を、本共用検討における基準値とする。パンクチャリングは送信帯域幅が 20/40 MHz の場合には定義されておらず、80 MHz/160 MHz/320 MHz チャンネルに対して規定されている。したがって、パンクチャリングを行った周波数ブロックにおいて放射される電力が最大となる場合（すなわち最悪ケース）は、周波数当たりの送信電力密度の最も大きい 80 MHz チャンネルにおいて 20 MHz ブロックがパンクチャされている場合である。この場合において 802.11ax 標準のスペクトラムマスクを基にすると、当該のパンクチャリング領域の電力は、スペクトラムマスクを基に積分計算を実施すると、相対値で約 -15.16 dBc となる。80 MHz チャンネルにおける最大電力密度は 17 dBm/20 MHz であるため、パンクチャリング領域の電力は絶対値で約 1.84 dBm/20 MHz と計算される。これは、現行制度における隣接チャンネル漏えい電力の最大値 (-2 dBm/20 MHz) を 3.84 dB 上回る。

この与干渉の最大値について、以下考察を行う。上述の電力値については、スペクトラムマスクの形状から自明であるとおり、非パンクチャリング領域の端部から 1 MHz までのエネルギーの寄与が支配的となる。一方で、レーダーの帯域はパンクチャリング領域の最小単位である 20 MHz より狭い 5 MHz である。20 MHz 幅のパンクチャ

リング領域の両端に位置する二つの1 MHz幅の領域は互いに18 MHz 離れているため、これらが双方ともに5 MHz 幅のレーダーの帯域に含まれる配置とはなり得ない。この前提を基に、仮に片側の端部から1 MHz のマスクを-20 dB_r として計算すると、パンクチャリング領域の電力は-16.93 dB_r となるため、実質的な基準値との差分は+2.07 dB に減少する。図3-13の実機のスペクトルとレーダーのチャネル配置例に示されるとおり、実際の波形ではパンクチャリングを使用した場合のチャネル端の電力の減衰の仕方はパンクチャリングを使用しない通常の基本送信のチャネル端の電力の減衰の仕方と同様に、-20 dB_r を大幅に下回る。したがって、無線LANの信号とレーダーが隣接する場合において、パンクチャリング領域の与干渉はレーダーにとって有害な干渉とはならない。

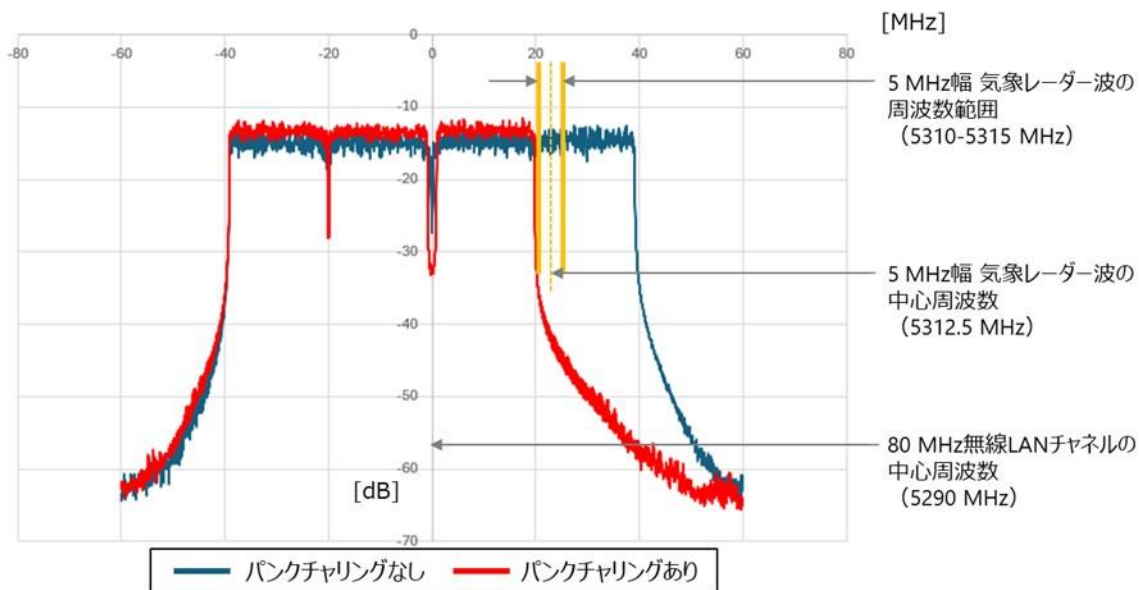


図3-13 中心周波数 5312.5 MHz のレーダー波を検出した場合にパンクチャリングを行った波形の例

さらに、実際の実装では送信スペクトラムマスクは 802.11ax 規格に対してマージンを持つため、基準値との差分が+2.07 dB であるものの、実力値を考慮すれば十分なマージンをもって基準値を下回る。なぜならば、送信マスクはスプリアス等の不要発射の上限であり、送信エネルギーが常に満たされるという前提の規定ではなく、経済合理性の観点では、実装において製造マージンを確保し確実に認証を取得することが可能となるように無線機器が製造されるためである。これを裏付ける例として、実際の機器におけるスペクトラムマスクにおいて、十分なマージンが確保されている実例をパンクチャリング適用時のスペクトルの実測例と標準規格のマスクの比較を用いて図3-14~図3-16に示す。

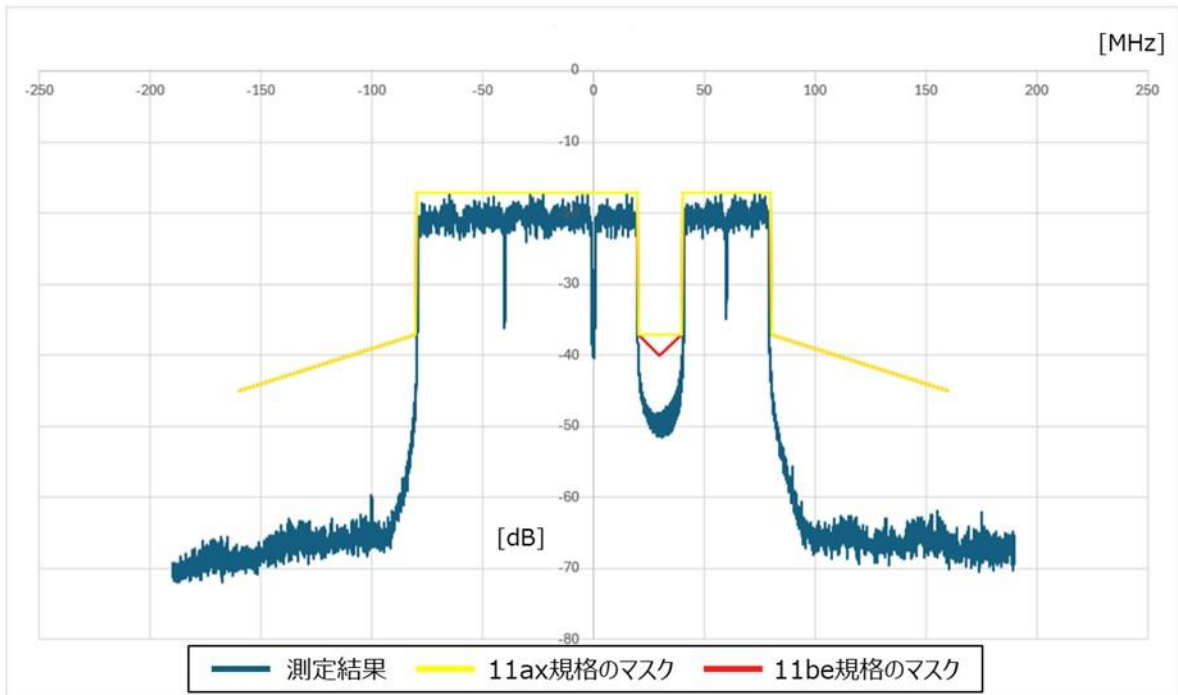


図 3-14 5.2 GHz 帯及び 5.3 GHz 帯の 160 MHz チャンネルに対して 20 MHz 幅のパンクチャリングを行った例

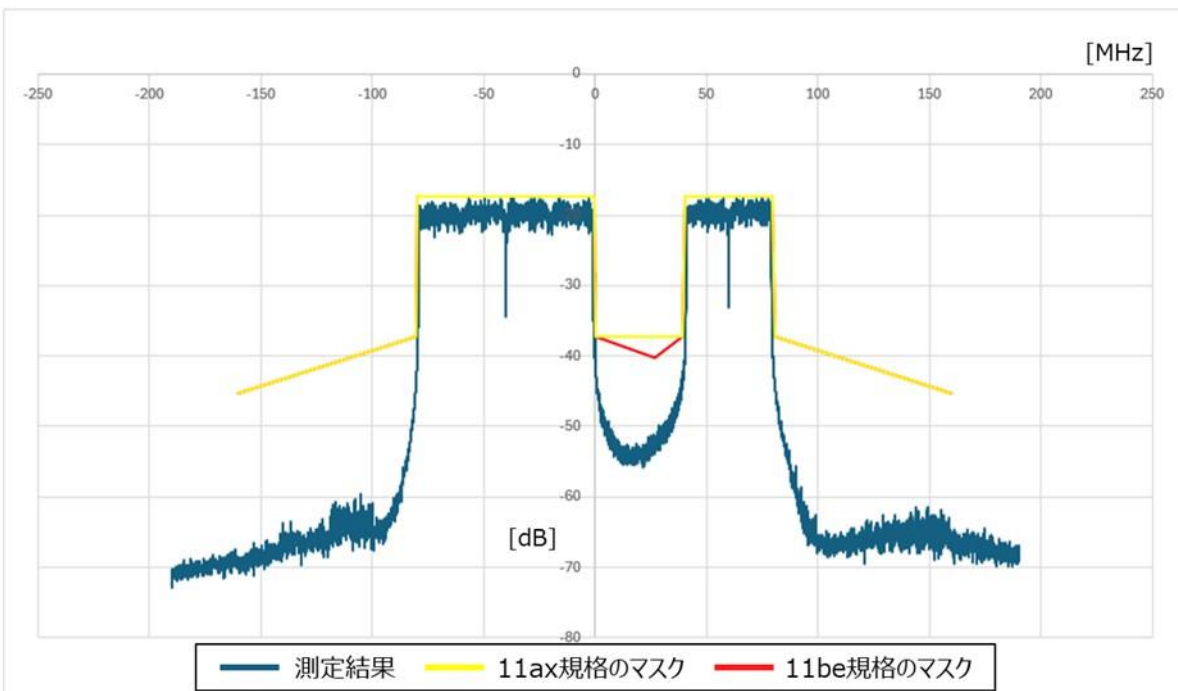


図 3-15 5.2 GHz 帯及び 5.3 GHz 帯の 160 MHz チャンネルに対して 40 MHz 幅のパンクチャリングを行った例

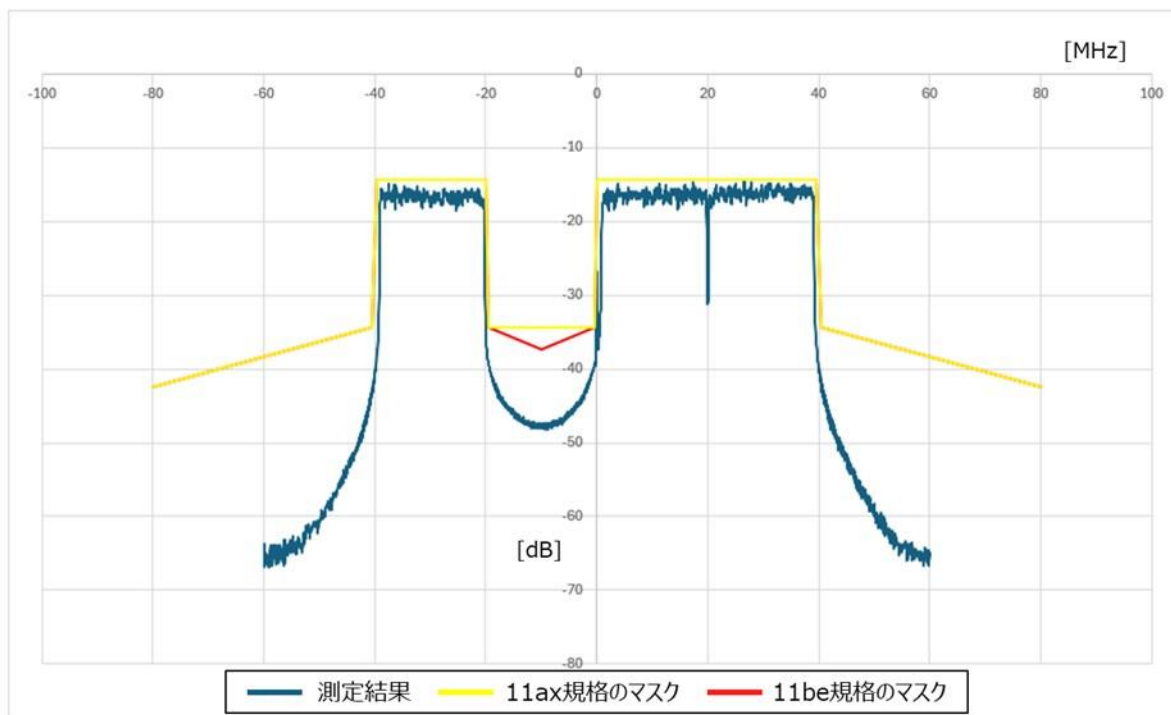
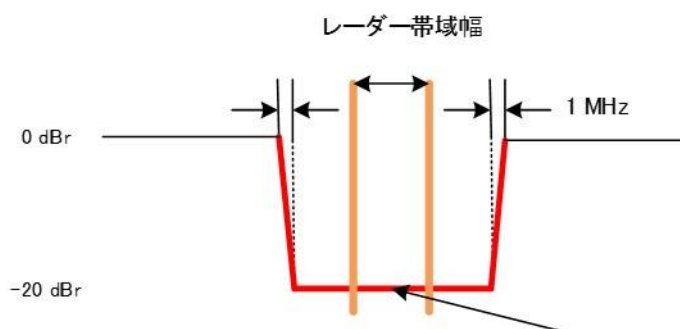


図3-16 5.3 GHz帯の80 MHzチャンネルに対して20 MHz幅のパンクチャリングを行った例

これらの理由により、5.3 GHz帯及び5.6 GHz帯のいずれにおいても、パンクチャリング部分の電力について、802.11ax規格をベースとしたパンクチャリング領域のマスク（帯域の両端1 MHzを除いて-20 dB_r、帯域の両端1 MHzはdB単位で-20 dB/MHzの直線で線形補間）とした場合において、パンクチャリング領域の電力はレーダーに対して有害な干渉とはならない。

加えて、現在、免許が付与されている5.3 GHz帯レーダーでは無線LANの送信周波数帯域の端部から1 MHzに重なるものは確認されていない（図3-17参照）。この条件を前提とした場合、パンクチャリング領域の電力は一律で-20 dB_rとみなすことができる。この場合、パンクチャリング領域の電力の最悪ケースは80 MHzチャンネルに対して20 MHzチャンネルをパンクチャした場合であり、パンクチャリング領域の電力の絶対値は、送信帯域の最大電力密度が17 dBm/20 MHzであることから、-3 dBm/20 MHzとなる。上記により、パンクチャリング領域の電力の絶対値は、現行制度における隣接チャンネル漏えい電力の最大値である-2 dBm/20 MHzを下回っているため、レーダーとは共用可能だと言える。



レーダー帯域が送信端から1 MHzに重ならない場合は、パンクチャリング領域の許容値を-20 dBm 一律とすることができる

図3-17 実運用を考慮したレーダー帯域幅とパンクチャリング領域の周波数軸上における位置関係

なお、標準規格と市中製品の観点においては、ETSI 規格では 802.11be ベースが採用されていることもあり、グローバル展開される無線 LAN 機器の今後のパンクチャリングの実装は 802.11ax 規格よりも厳しい 802.11be 規格に準拠することが見込まれる。

以上より、パンクチャリング領域については、802.11ax 規格のマスクと同等である以下の条件とすることで、5.3 GHz 帯、及び 5.6 GHz 帯のレーダーシステムとの共用条件を満足すると結論付けられる。

- 当該使用中の送信周波数帯域の端部から 1 MHz 以上離れた領域は-20 dBm とする。
- パンクチャリング領域が占有周波数帯幅の端に来る場合は、-20 dBm が適用される範囲は占有周波数帯幅の端までとする。
- 送信周波数帯域内の端部から 1 MHz までの領域は dB 単位で線形補間とする。

3.3.1.2 地球探査衛星システム

5.3 GHz 帯 (5250~5350 MHz) 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 31 年度情報通信審議会一部答申にあるとおり、これまでの 20 MHz/40 MHz/80 MHz 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、以下のとおりとしている。

【周波数共用条件】

- ① 屋内限定 (建物による平均遮蔽効果 : 17 dB) 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 3 dB 低下すること。
- ③ EIRP が 200 mW 以下、EIRP 密度が 2.5 mW/MHz 以下であること。
- ④ DFS 機能等のランダムなチャンネル選択機能を具備すること。

今回の技術的条件案に含まれるパンクチャリングについては、空中線電力を低減させる技術である。一例として、5.3 GHz 帯における運用として、80 MHz チャンネル

の利用を試みた無線局の親機において、ある周波数にレーダーを検出した場合、従前においては 40 MHz チャンネルに帯域を縮小させる。この場合の最大空中線電力は 200 mW(=10 mW/MHz×20 MHz)となる。一方で、パンクチャリングを用いる場合は、レーダーが検出された 20 MHz チャンネルに対してパンクチャリングされ占有周波数帯幅 80 MHz のうち 60 MHz のみを用いるため、この場合の最大空中線電力は 150 mW(=2.5 mW/MHz×60 MHz)となり、これまでの共用条件を満足する。

3.3.1.3 無人移動体画像伝送システム

5.7 GHz 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、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 5.7 GHz 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ンネルの位置関係が、同一チャンネル・隣接チャンネル・次隣接チャン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 4.7 km、230 m、40 m（壁の透過損失を見込んだ場合は、それぞれ約 660 m、約 30 m、約 5 m）、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適当である、と結論付けられた。パンクチャリングは、占有周波数帯幅の送信スペクトルの一部の電力を下げる、すなわち同一チャンネルの送信電力を下げる技術であるため、所要離隔距離の増加とはならないため、これまでの共用条件を満足する。

3.3.2 オフチャンネル CAC が 5.3 GHz 帯及び 5.6 GHz 帯レーダーに与える影響

オフチャンネル CAC は、別チャンネルに移行する際の 60 秒間のサービス断を防ぐために、あらかじめ別のチャンネルでモニタリング(CAC)を行い、予備チャンネルを確保しておく機能であるが、3.2.2.1 に示すとおり、原則的には通常の DFS と同様の動作を行うものである。したがって、オフチャンネル CAC におけるレーダー検出率を現行の DFS と同様の 60%以上とすることにより、レーダーに与える影響度合いは現行 DFS と同じにすることができる。共用条件は以下のとおりとする。

- オフチャンネル CAC におけるレーダー検出確率は 60%以上とする。
- 運用しているチャンネル以外のチャンネルで 60 秒以上の CAC を実施し、レーダーが検出されない場合に予備チャンネルとして登録する。
- 予備チャンネル上でも継続してレーダーのモニタリングを行い、レーダーが検出された場合は予備チャンネルの登録を速やかに抹消する。
- 予備チャンネル上でレーダー波を検出した場合には、当該チャンネルを最低 30 分間予備チャンネルとして使用しない。

3.4 5GHz 帯無線 LAN の DFS 高度化に係る技術的条件

平成 31 年度情報通信審議会一部答申の陸上無線通信委員会報告(平成 31 年 4 月 26 日)に記載の内容が、現行の条件となる。

3.4.1 一般的条件

3.4.1.1 無線周波数帯

無線周波数帯は、5150 - 5350 MHz 及び 5470 - 5730 MHz とし、DFS 高度化の対象となるのは 5250 - 5350 MHz 及び 5470 - 5730 MHz とすることが適当である。

3.4.1.2 周波数チャンネル配置

パルクチャリングが適用可能な周波数チャンネルの配置は、図3-18 のとおりとすることが適当である。

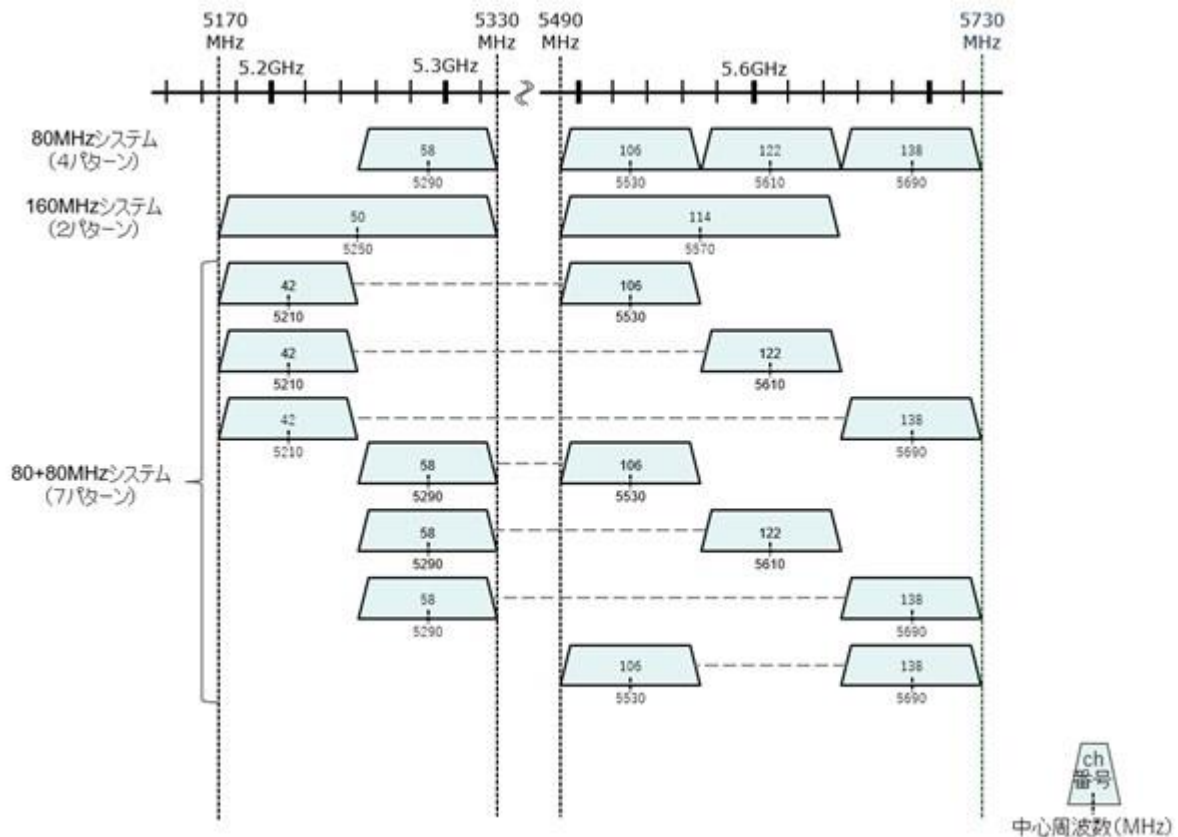


図3-18 パルクチャリングが適用可能な5.2/5.3/5.6 GHz帯のチャンネル配置

3.4.1.3 周波数チャンネル使用順位

現行どおり、特段規定しないことが適当である。

3.4.1.4 周波数の使用条件

現行どおりとする。

3.4.1.5 信号伝送速度 (周波数利用効率)

現行どおりとする。

3.4.1.6 通信方式

現行どおりとする。

3.4.1.7 接続方式

接続方式は、現行どおり、各 20 MHz 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。

3.4.1.8 変調方式

現行どおりとする。

3.4.1.9 監視制御機能システム設計上の条件

現行どおりとする。

3.4.1.10 パンクチャリング領域と適用範囲

パンクチャリングは、IEEE802.11ax 規格又は IEEE802.11be 規格に従って実施することが適当である。パンクチャリングは、占有周波数帯幅が 80 MHz/160 MHz/80+80 MHz の場合に適用できる。パンクチャリング領域とは、20 MHz 単位で非送信にできる領域である。パンクチャリング領域は、CAC 又は ISM の実施結果に基づいて適用する場合には、他のシステムとの周波数共用を考慮することが適当である。

3.4.2 無線設備の技術的条件

3.4.2.1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

現行どおりとする。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

現行どおりとする。

(3) 空中線電力

現行どおりとする。

(4) 空中線電力の許容偏差

現行どおりとする。

(5) 送信空中線の利得

現行どおりとする。

(6) 等価等方輻射電力

現行どおりとする。

(7) 隣接チャンネル漏えい電力等

現行どおりとする。

(8) 周波数チャンネル当たりのスペクトラム特性

周波数チャン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ンネル漏えい電力で規定されているため、パンクチャリングを実施しない場合は、周波数チャンネル当たりのスペクトラムマスクは規定しない。

(9) 不要発射の強度

帯域外領域については現行どおりとする。

(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、現行どおり規定しないものとする。

(11) 5.2 GHz 帯又は 5.3 GHz 帯及び 5.6 GHz 帯の組合せ利用

現行どおりとする。

(12) パンクチャリング領域の漏えい電力の許容値

当該使用中の非パンクチャリング領域の最大等価等方輻射電力密度を基準値(0 dBr)とし、非パンクチャリング領域の端部から 1 MHz 以上離れたパンクチャリング領域は-20 dBr とする。パンクチャリング領域が占有周波数帯幅の端に来る場合は、-20 dBr が適用される範囲は占有周波数帯幅の端までとする。非パンクチャリング領域の端部から 1 MHz までの領域は dB 単位で線形補間とする。

3.4.2.2 受信装置（副次的に発する電波等の限度）

現行どおりとする。

3.4.2.3 電気通信回線設備との接続

現行どおりとする。

3.4.2.4 混信防止機能

現行どおりとする。

3.4.2.5 その他（DFS の高度化）

3.4.2.5.1 パンクチャリングの DFS への適用

前述の、パンクチャリング領域の漏えい電力の許容値（3.4.2.1(12)）に従う場合、CAC あるいは ISM とでレーダーが検知されたチャンネルにおいてパンクチャリングを適用可能とする。

3.4.2.5.2 オフチャンネル CAC

オフチャンネル CAC におけるレーダー検出率を現行の DFS と同様の 60%以上とする。また、運用しているチャンネル以外のチャンネルで 60 秒以上の CAC を実施し、レーダーが検出されない場合に予備チャンネルとして登録する。予備チャンネル上でも継続してレーダーのモニタリングを行い、レーダーが検出された場合は予備チャンネルの登録を速やかに抹消する。予備チャンネル上でレーダー波を検出した場合には、当該チャンネルを最低 30 分間予備チャンネルとして使用しない。

3.4.3 電波防護指針

現行どおりとする。

3.4.4 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）にあっては、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良い。

空中線測定端子ありの場合、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）等を用いるものについては、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。

3.4.4.1 5 GHz 帯小電力データ通信システム及び5.2 GHz 帯高出力データ通信システムの陸上移動局

5 GHz 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とする。

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、160 MHz 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。

3.4.4.1.1 送信装置

(1) 周波数の偏差

現行どおりとする。

(2) 占有周波数帯幅

現行どおりとする。

(3) 空中線電力の偏差

現行どおりとする。

(4) 隣接チャネル漏えい電力等

現行どおりとする。

(5) 不要発射の強度
現行どおりとする。

(6) 拡散率
5 GHz 帯小電力データ通信システムとしては、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。

(7) パンクチャリング領域の漏えい電力
パンクチャリング領域を対象とした試験を実施する。

3.4.4.1.2 受信装置（副次的に発射する電波等の限度）
現行どおりとする。

3.4.4.1.3 混信防止機能
現行どおりとする。

3.4.4.1.4 送信バースト長
現行どおりとする。

3.4.4.1.5 送信電力制御（TPC）
現行どおりとする。

3.4.4.1.6 キャリアセンス機能
現行どおりとする。

3.4.4.1.7 動的周波数選択機能（DFS）
現行に加えて、オフチャネル CAC を実装する場合においては予備チャンネル上での動的周波数選択の試験を実施する。

3.5 制度化に向けた諸課題

3.5.1 レガシー端末のパンクチャリング機能

パンクチャリングは IEEE 802.11ax ではオプション機能である一方、802.11be では必須機能として規定されている。現時点では、パンクチャリングは無線 LAN 間の共用用途で利用可能であり、市場に展開されている無線 LAN 端末（子機）の中には本機能をサポートするものが存在する。本報告書に示しているとおり、DFS の高度化として、レーダー検出チャンネルにパンクチャリングを適用し、影響部分のみ送信停止することで、残りの帯域を継続利用し周波数利用効率を高めることが議論された。3.4.2.1 (12) パンクチャリング領域の漏えい電力の許容値を前提とした場合、パンクチャリングにより無線 LAN の該当チャンネルを送信停止することで、5 GHz 帯における各種レーダーとの周波数共用が可能となり、パンクチャリングがレーダーとの周波数共用手段として活用されることが期待される。

パンクチャリング機能は、AP（親機）側が設定すれば、接続端末で本機能をサポ

ートするものは設定に従う。IEEE802.11ax/be のプロトコル上は、DFS 高度化に対する認証を取っているか否かの切り分けができないため、認証取得状況に応じた端末の接続制限ができない。パルクチャリングをレーダーとの共用に利用するようになった場合、DFS 高度化に対する認証を取得している AP に、DFS 高度化に対する認証を取得していないパルクチャリングをサポートしたレガシー端末が接続される課題がある。

すでに市場に展開されているパルクチャリングをサポートしたレガシー端末は、IEEE 802.11ax もしくは 802.11be の規格に準拠している。図 3-19 の実測例に示すとおり、802.11ax に対しては十分なマージンとともに基準を満たしていることがわかる。また、欧州に商用展開されている機器はパルクチャリング領域の漏えい電力の許容値より厳しい ETSI 301 893 (802.11be を基準) に準拠している必要があるが、それに対しても十分なマージンが確保されている。

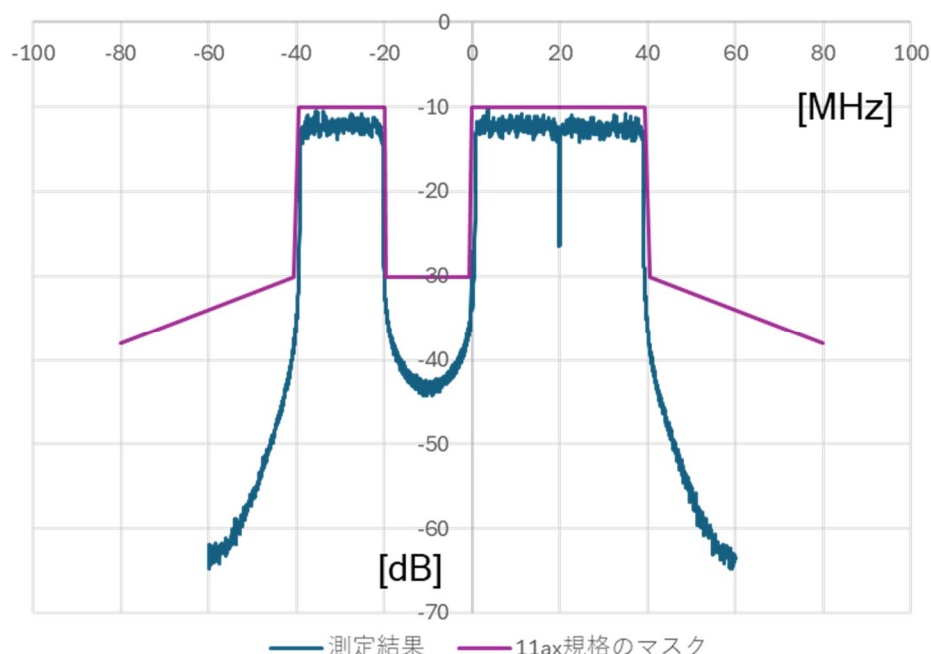


図 3-19 レガシー端末 : 80 MHz 送信時の 20 MHz パルクチャリングの測定結果

このパルクチャリングのレガシー端末の課題は、第 5 世代移動通信システム (5G) の周波数拡張 (4.9 GHz~5.0 GHz) や LTE-Advanced 方式 (4G) の周波数拡張 (715 MHz~718 MHz) において、携帯電話基地局が拡張後の周波数帯を利用開始した際、プロトコル上、端末が拡張周波数に対する認証を取得しているか否かを判別できないため、認証を取得していない携帯電話システムのレガシー端末が当該拡張周波数に通信を行う課題と類似している。携帯電話の周波数拡張の際には、この課題の対応として、当該周波数において 3GPP 規格に準拠して無線通信を行う機能を有するものについては、技術的条件に適合するものとみなす措置が取られた。具体的には、特定無線設備の技術基準適合証明等に関する規則の附則 (令和五年総務省令第六十七号、および令和六年総務省令第八十九号) に規定されている。

スマートフォンなど 802.11ax や 802.11be に準拠した無線 LAN を搭載した端末はすでに市場に多く展開されており、すべての端末の認証の取り直しは現実的ではない。パンクチャリングのレガシー端末に対しても、携帯電話の周波数拡張時の対応と同様に、パンクチャリングのマスクを規定している IEEE 802.11ax/be や ETSI EN301 893 の標準に準拠していれば、現在提案されているパンクチャリング領域の技術的条件を満足するとみなす措置をとることが適当である。

第4章 今後の検討課題

4.1 SPモード周波数帯の更なる拡大

現在の技術的条件では、6 GHz 高域帯（6,570 – 6870 MHz）では160 MHz 幅チャンネルを1つしか確保できず、320 MHz 幅チャンネルについては1つも含まれない。6 GHz 高域帯の上限を少なくとも6905 MHz まで引き上げることができれば、160 MHz 幅チャンネルと320 MHz 幅チャンネルを新たに1つずつ確保することが可能になる（図4-1参照）。

我が国の6870 – 7125 MHz 周波数帯は「固定」に加えて「移動」への割り当てがある。また、2.3.6章に示したとおり、同帯域には国際分配上「固定衛星（宇宙から地球）」が存在し、我が国においても、MSS フィーダーリンクの用途で使用されている。したがって、上限引き上げには「移動」や「固定衛星（宇宙から地球）」との共用検討が必要になる。

「移動」については、これまで同一周波数の共用は困難という検討結果が得られている（2.3.5章）。AFC システムとは異なる仕組みにより実現できる可能性もあるが、例えば、利用実態として6870 – 6915 MHz の範囲に「移動」が存在しない場合には、複雑な仕組みを要さずともSPモードを導入できる可能性がある。また、「固定衛星（宇宙から地球）」についても新たな共用検討が必要（2.3.6章）とされているが、LPIモード導入時のインバンドでの共用検討の結果を踏まえると、特定の限られた場所でのみSPモードの使用を禁止するといった方策が共用方法の候補として考えられる。これはAFCシステムの現行機能の応用により容易に対応可能である。

以上を踏まえ、SPモード周波数帯の拡張に向けて、6870 – 7125 MHz 周波数帯に存在する「固定」、「移動」、「固定衛星（宇宙から地球）」との共用検討及び共用方策の検討を速やかに実施し、6 GHz 高域帯の利便性をさらに高めていくことが重要である。

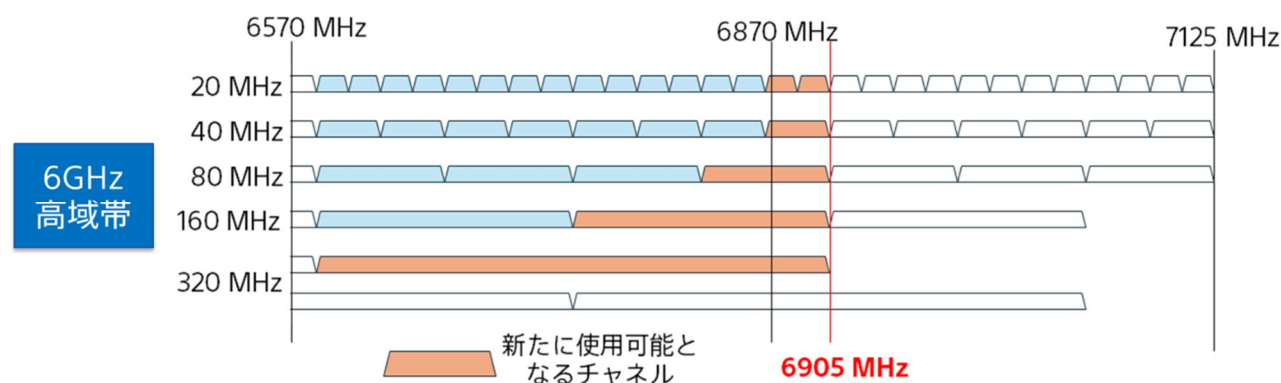


図4-1 : 6 GHz 高域帯の拡張例

また、IEEE において進行中の次世代無線 LAN 規格策定プロジェクト「IEEE P802.11bn⁹⁵」においては、仕様上の対応周波数範囲の終端が7250 MHz までとされている。今後我が国においても7125 – 7250 MHz 帯を周波数拡張の候補として含めるこ

⁹⁵ IEEE P802.11bn, “IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications - Amendment: Enhancements for Ultra High Reliability”, <https://standards.ieee.org/ieee/802.11bn/11393/>

とが適当であるかどうかについて、諸外国の動向等も踏まえながら検討されることが適当である。

4.2 次世代無線 LAN 規格への対応

IEEE 802.11 WGにて、令和10年（2028年）5月の規格承認を目指し、超高信頼性（UHR/Ultra High Reliability）に着目した次世代無線 LAN の標準化プロジェクト（“IEEE P802.11bn”）が進行中である。次世代無線 LAN 規格を国内でも速やかに利用できるように検討を進めることが必要である。また、次世代無線 LAN においても 6 GHz 帯 SP モードへの対応が期待されることから、次世代無線 LAN で導入予定の新機能が SP モード利用時の共用条件を満たすかどうかを検証し、技術基準の見直しの必要性の有無を確認することが必要である。

規格化検討中の機能の一例

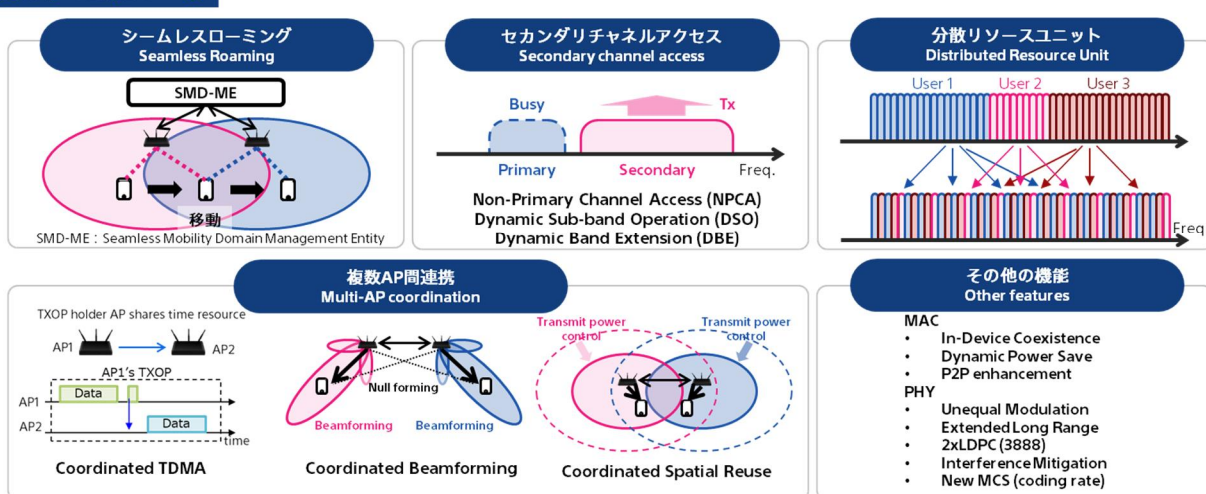


図 4 - 2 : 規格化検討中の機能の一例

4.3 AFC 技術の高度化・応用

米国では既に AFC 技術の高度化に係る FCC 規則改正を検討中である。

■ 移動型 SP アクセスポイントの解禁

- 現行の AFC システムは、SP モードデバイスが固定された場所に設置されることを前提として計算を実施しており、車両等での利用が禁止される。
- 移動範囲を考慮した計算ができれば移動型アクセスポイントを許可できる可能性がある。

■ SP モードデバイス用指向性アンテナの考慮

- 米国では固定無線アクセス（FWA）用途で SP モードデバイスを使用することも想定されている一方、AFC システムの計算上は、SP モードデバイスのアンテナの指向性・ビームパターンを考慮しないことになっている。

これを考慮できるようになれば、より精緻な干渉保護に加えて、周波数利用効率が高まることが期待されている。

また、2026 年 1 月には、AFC システムの技術を応用して、新たな出力クラスである

GVP (Geofenced Variable Power) モードの導入を決定した⁹⁶。これは VLP モードのようにモバイル／ポータブル機器を想定した出力クラスであり、5925 - 6425 MHz 帯と 6525 - 6875 MHz 帯を屋内外で AFC の技術を応用した「ジオフェンシングシステム」の提供情報に従って最大 24 dBm e. i. r. p. (11 dBm/MHz e. i. r. p PSD) で利用可能とされている。

表 4-1 : 米国で制度化されている 6 GHz 帯アンライセンスデバイスの一覧 (FCC 26-1 より引用)

Sub-band	Frequency Range (GHz)	Authorized Unlicensed Devices
U-NII-5	5.925-6.425	Standard power Low power indoor (LPI) Very low power (VLP) Geofenced variable power (GVP) Ultra-wideband (UWB)
U-NII-6	6.425-6.525	Low power indoor (LPI) Very low power (VLP) Ultra-wideband (UWB)
U-NII-7	6.525-6.875	Standard power Low power indoor (LPI) Very low power (VLP) Geofenced variable power (GVP) Ultra-wideband (UWB)
U-NII-8	6.875-7.125	Low power indoor (LPI) Very low power (VLP) Ultra-wideband (UWB)

ジオフェンシングシステム及び GVP モードデバイスについては、AFC システムと同様に、Wi-Fi Alliance や Wireless Innovation Forum において標準化作業が行われることが FCC から期待されている。2026 年 3 月 17 日に Wireless Innovation Forum より、同標準化を行う GVP Task Group が同団体内に設立されたことが公表された⁹⁷。

我が国においても、6 GHz 帯無線 LAN のユースケースのさらなる拡大に資するよう、速やかに AFC 技術の高度化・応用について検討する。

⁹⁶ FCC 26-1, “Fourth Report & Order and Third Further Notice of Proposed Rulemaking”, In the Matter of Unlicensed Use of the 6 GHz Band ET Docket No. 18-295, Expanding Flexible Use in Mid-Band Spectrum Between 3.7 and 24 GHz GN Docket No. 17-183, January 30, 2026

⁹⁷ Wireless Innovation Forum, “Industry-Led Geofencing Project Kicks Off Support for Next Generation 6 GHz Unlicensed Devices”,
https://www.wirelessinnovation.org/index.php?option=com_dailyplanetblog&view=entry&year=2026&month=03&day=17&id=43:industry-led-geofencing-project-kicks-off-support-for-next-generation-6-ghz-unlicensed-devices

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8年4月1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	東北大学 大学院 情報科学研究科 教授
	加藤 康博	NTT株式会社 技術企画部門 電波室長
	岡野 直樹	一般社団法人電波産業会 専務理事
	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
	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 防衛・電波システム事業部 小向工場 フェロー
	森田 久美子	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会委員
	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 システム設計統括部 防災アプリケーション技術部 副部長

**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
5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班 構成員名簿**

(敬称略:主任(※)及び主任代理(※※)以外は五十音順、令和8年3月30日現在)

氏名	所属
※梅比良 正弘	南山大学 特任研究員/茨城大学 名誉教授
※※村上 誉	(国研)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 主任研究員
青木 良太	(株)フジテレビジョン テックアートデザイン局 メディア技術開発部長
足立 朋子	(株)東芝 総合研究所 インフラシステムR&Dセンター ワイヤレスシステム技術開発部 フェロー
安藤 憲治	(一社)送配電網協議会 ネットワーク企画部 副部長
石田 和人	フェイスブックジャパン(同) コンサルタント
石原 周	(一社)日本民間放送連盟 企画部 副部長
大濱 裕史	(一社)無線LANビジネス推進連絡会 技術・調査委員会 副委員長
小竹 信幸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター 技術部 部長
加藤 康博	NTT(株) 技術企画部門 電波室 室長
北崎 裕之	内閣府 政策統括官(防災担当)付 参事官(災害緊急事態対処担当)付 参事官補佐(通信担当)
木村 亮太	ソニーグループ(株) デジタル&テクノロジープラットフォーム アドバンステクノロジー
國吉 裕夫	国土交通省 大臣官房 技術調査課 電気通信室 課長補佐
久保 一哉	東京都 総務局 総合防災部 防災通信課 課長代理
黒田 淳	警察庁 長官官房 通信基盤課 課長補佐
小橋 浩之	スカパーJSAT(株) 宇宙技術本部 通信システム技術部 第1チーム チーム長
小林 佳和	日本電気(株) Blustellar 事業推進部門 Blustellar セールス統括部 技術主幹
佐藤 英一	気象庁 大気海洋部観測整備計画課 遠隔観測技術管理調整官
城田 雅一	クアルコムジャパン(同) 標準化本部長
惣谷 道夫	海上保安庁 総務部 情報通信課 システム整備室 専門官
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
鷹取 泰司	(一社)電波産業会 無線 LAN システム開発部会 委員長
富樫 浩行	(株)ディーエスピーリサーチ 経営企画部 本部長、認証部 アドバイザー
留場 宏道	シャープ(株) 研究開発本部 ソサイエティイノベーション研究所 第一研究室 室長
並木 信昭	東京電力パワーグリッド(株) 電子通信部 通信ネットワーク技術センター ネットワーク総括グループマネージャー
成瀬 廣高	(株)バッファロー ネットワーク第二開発部 部長
能木場 裕也	日本無線(株) 港湾航空ソリューション技術部 レーダシステムグループ
菱倉 仁	(株)IP モーション モバイルソリューション事業部 チーフエンジニア
平松 正顕	大学共同利用機関法人自然科学研究機構 国立天文台 天文情報センター周波数資源保護室 長/講師
福元 暁	(株)NTTドコモ 電波企画室 電波技術担当課長
船井 一宏	(一社)JASPAR コネクティビティWG 主査
星 洋平	KDDI(株) 技術企画本部 電波部 電波制度グループリーダー
三島 安博	Apple Japan, Inc. Wireless Design Regulatory Engineer
水谷 文彦	東芝電波テクノロジー(株) 電波システム営業部 電波営業第二担当 課長
宮崎 太郎	日本放送協会 技術局 計画部 エグゼクティブ・エンジニア

**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
5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班
令和6年度 AFC 運用検討アドホックグループ 構成員名簿**

(敬称略:主任(※)以外は五十音順)

氏名	所属
※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
安藤 憲治	(一社)送配電網協議会 ネットワーク企画部 副部長
井原 伸之	(株)フジテレビジョン 技術局 技術戦略部 部長
木村 亮太	ソニーグループ(株) デジタル&テクノロジープラットフォーム アドバンステクノロジー (第1回(10/11)会合まで)
小林 佳和	日本電気(株) Blustellar 事業推進部門 Blustellar セールス統括部 技術主幹
成清 善一	日本放送協会 技術局 計画部 チーフエンジニア
平松 正顕	大学共同利用機関法人自然科学研究機構 国立天文台 天文情報センター周波数資源保護室 長/講師
古市 匠	ソニー株式会社 技術開発研究所 ネットワーク&システム技術研究開発部門 DSA 事業準備 室(第2回(12/3)会合より)
森 祐治	PwC コンサルティング合同会社 戦略コンサルティング部門 パートナー
吉田 英邦	(一社)無線 LAN ビジネス推進連絡会 企画・運用委員会 委員長

**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
5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班
令和7年度 AFC 運用検討アドホックグループ 構成員名簿**

(敬称略:主任(※)以外は五十音順)

氏名	所属
※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
寺田 麻佑	一橋大学 ソーシャル・データサイエンス研究科 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