

AFC 運用に関する基本的な考え方（案）

2025 年 3 月

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
AFC システム運用検討アドホックグループ

目 次

1. 検討の背景	 3
2. AFC システム導入の意義	 3
3. AFC システム運用に当たって整理すべき課題	 7
4. 諸外国での運用状況	 8
5. 各課題に対する本アドホックグループ内での議論の内容	16
6. 我が国における AFC 運用に関する基本的な考え方	23
7. 今後に向けて	24
参考資料（AFC システムの簡易デモンストレーション）	25

1. 検討の背景

6GHz 帯は、次世代無線 LAN 技術における重要な周波数帯域として、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ことから、国際的にその導入・検討が進んでいる。ただ、既に固定通信システム、放送システム、衛星通信、電波天文などに割当てられており、有害な干渉を与えずにどのように周波数共用するのか、より高度な調整が求められている。

こうしたより高度な調整を解決する仕組みとして、AFC（Automated Frequency Coordination）システムの導入が期待されている。AFC システムは、既存無線システムに有害な干渉を与えないように利用可能な周波数や送信電力を判断する仕組みで、米国・カナダでは実運用されている。

我が国において、AFC システムを導入するに当たっては、過年度の検討結果も踏まえた AFC システムのプロトタイプを構築し、技術的な要件を定めていくとともに、AFC システムを具体的に運用する主体や費用負担のあり方などの各種課題を整理していく必要がある。

2. AFC システム導入の意義

①AFC システムにより利用可能となる SP（Standard Power）モードについて

AFC システムを導入する大きなメリットとして、SP モードの利用が可能となることがある。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、通信速度やエリアカバーに優れているという特徴がある（図 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。

通信距離：自由空間での理論値

- ・ 6500MHzで試算
- ・ AP高度3m、アンテナ利得3.5dBm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

6500MHzの送信電力と受信電力（自由空間での値）（※）				
	送信電力	受信電力		
		-54dBm	-60dBm	-75dBm
VLP	14dBm	約21m	約41m	約230m
LPI	24dBm（子局）	約66m	約130m	約730～740m
	30dBm（親局）	約130m	約260m	約1.5km弱
SP	30dBm（子局）	約130m	約260m	約1.5km弱
	36dBm（親局）	約260m	約520m	約2.9km

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

※ 電波伝搬特性計算ツール(<https://www.circuitdesign.jp/technical/radio-wave-propagation-characteristics/>)を使用

図 1 SP モードの特徴（通信距離）

<SP モードのユースケース>

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。

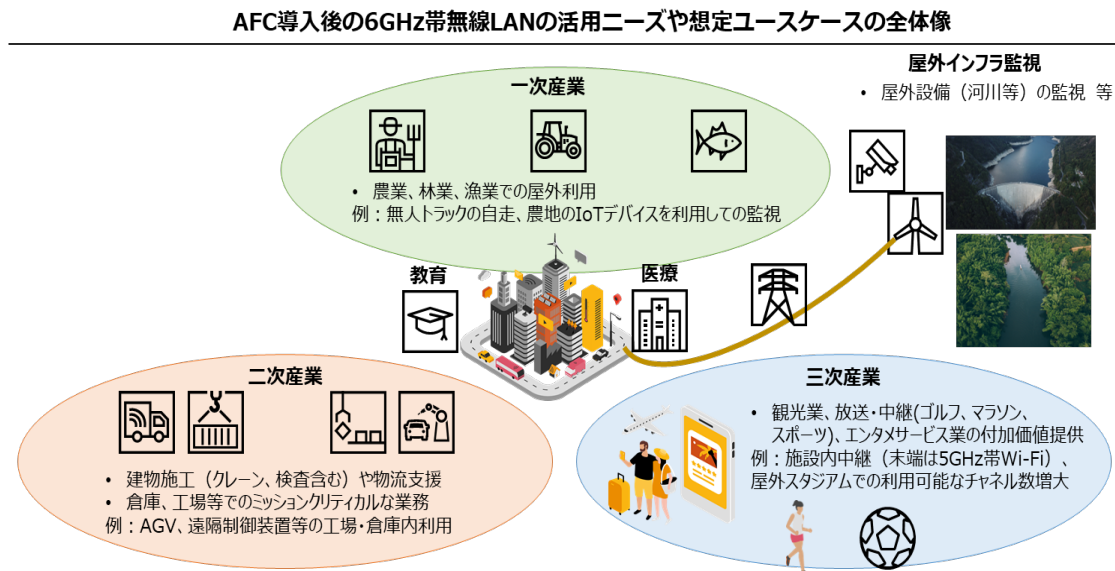


図 2 SP モードの活用ニーズや想定ユースケースの全体像

具体的な想定ユースケースとしては、表1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 1 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 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と思料される。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	レジャー施設等における、広い敷地・建物内の通信中継	球場やホテルの屋外、遊園地等において、通信を要する設備の接続や来場者へのWi-Fi の提供等が既に海外では行われている。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と思料される。

図3に、表1の例①工場等におけるミッションクリティカルな業務のイメージを示す。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モードが必要となる。

◆AFCシステムの活用により、屋内において通信エリアを拡張し、信頼性の高い通信が必要なケース

② 屋内（工場での利用シーン）

工場の特徴

- ・ 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（高い信頼性が要求される）な通信が必要
- ・ 金属製の機器等が多く設置されている（電波が届きにくい）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、**高出力（SPモード）が必要**。



図3 例①のイメージ図

図4に、表1の例②屋外スタジアム等での利用可能なチャンネル数増加のイメージを示す。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、屋外で多くのチャンネルが必要となるため、SPモードが必要となる。

◆屋外において、高速・大容量・安定性の高い通信が必要なケース

① 屋外（スタジアム・競技場での利用シーン）

スタジアム・競技場の特徴

- ・ 多くのユーザ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（従来Wi-Fiでは、DFSによる通信停止が課題）が要求される。
- ・ エリア（敷地）が比較的広く、エリアの隅まで漏れなくカバーし、かつ、多数のユーザ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、**屋外で多くのチャンネルが必要**



図4 例②のイメージ図

② 有害な干渉を回避するシステムとしての今後の活用可能性

AFC 技術はさらなる可能性を秘めており、前記の利用ニーズ・想定ユースケースに留まらず、AFC 技術を基盤とする 6GHz 帯無線 LAN のさらなる適用領域拡大や、6GHz 帯以外の周波数帯においても無線 LAN と既存無線システムとの有害な干渉回避の手法として、活用が期待できる。

AFC 技術を基盤とする 6GHz 帯無線 LAN のさらなる適用領域拡大については、例えば、図 5 に示すように、VLP のカバレッジ拡大および上空利用について、現在、VLP には出力制限や上空利用の制限が存在しているが、AFC の技術を転用することで、AFC に類似したジオフェンシング・システムを整備し、VLP の高出力化や上空利用を実現する可能性について検討が行われる可能性がある。

また、6GHz 帯以外の周波数帯における無線 LAN の活用においては、今後、無線 LAN 需要のさらなる拡大とそれに伴う周波数逼迫の解消を目指し、将来的にさらなる周波数帯を無線 LAN 利用に向けて開放する可能性もある。その際、6GHz 帯以外の周波数帯における既存無線システムの有害な干渉からの保護を確実にしつつ無線 LAN を利用していくために、AFC システムを活用した共用検討の実施が期待される。実際に米国では、2024 年 1 月に Broadcom 社から米国 National Telecommunications and Information Administration (NTIA) に対し、7GHz 帯やその他の周波数帯の無線 LAN 用途への開放等を検討していくに当たって、AFC (OpenAFC) が当該帯域における共用検討に必要な分析ツールとしての活用可能性について、提言がなされている。

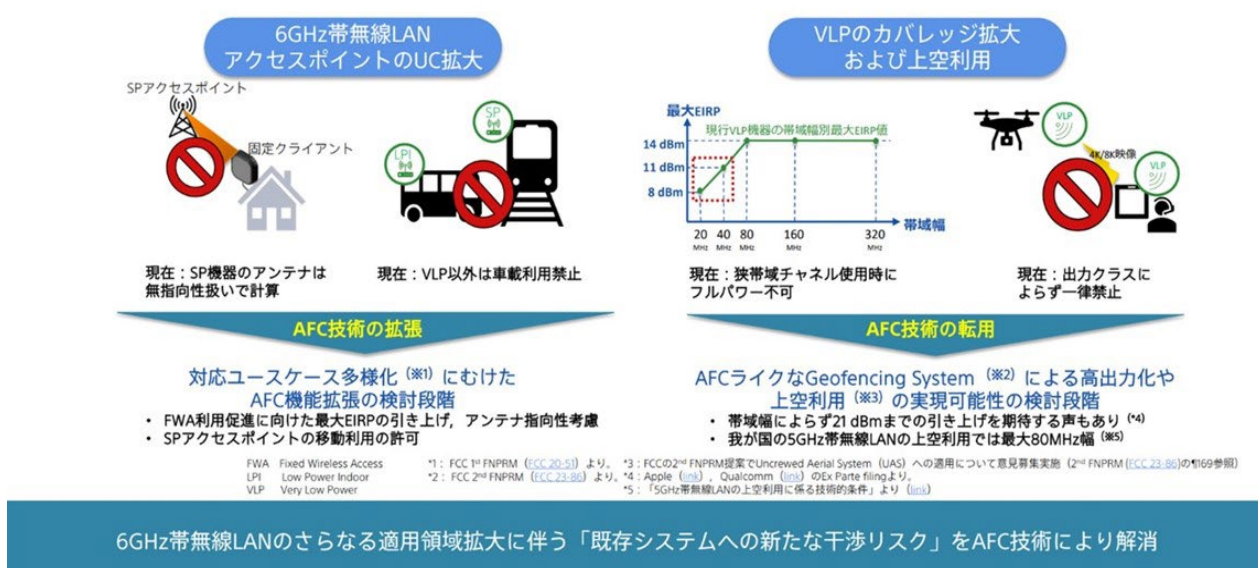


図 5 AFC 技術を基盤とする 6GHz 帯無線 LAN のさらなる適用領域拡大

3. AFC システム運用に当たって整理すべき課題

AFC システムの実運用に関して、大きく下記の 4 つの観点で課題を整理する必要があるものと考えられる。なお、今後下記以外の整理項目が生じた場合においては適宜項目を追加して検討することとする。

(1) AFC システムオペレーターの主体

AFC システムの運用に当たっては、実際に運用を行う AFC システムオペレーター（オペレーター）にとって必要な要件やどの程度の権限を与えるのか、さらに既存無線システム側との必要な情報共有や円滑な調整、情報を管理する能力などを保持し信用が担保されている必要がある。そのような条件に見合う主体をどのようにすべきか、考え方を整理する必要がある。

(2) オペレーターに対する監督体制

上記(1)で整理した主体が必要とされる要件を具備し、適確にオペレーターとしての業務を遂行できているのかについて、着実に監督できる体制が必要であり、どの程度の頻度で何を対象に監査を行うかなどの整理が必要である。また、有害な干渉が発生した際には、どのような仕組みで改善措置を講じるのかについて、実運用のあり方も含めて検討する必要がある。

(3) ビジネスモデル

オペレーターが AFC システムを実運用するに当たっては、サービス水準を維持するために長期間の運用継続性が担保される必要があり、そのためにもシステム開発・運用にかかるコストやそれに見合う収入をどのように確保していくのかについて、基本的な考え方を整理する必要がある。仮に、収益性が見込めないシステムとなる場合は、非営利を前提にどのような仕組みでシステムを持続可能なものとしていくかという点についても整理する必要がある。

(4) AFC システムの実運用

既存の無線システムとの干渉を回避しつつ、如何にしてユーザーにサービスを提供できるのかについてフローで整理するほか、有害な干渉が発生した場合の対応フローをどのようにするのか、システム側に瑕疵があった場合にどのような責任を負うべきなのか、などについて整理していく必要がある。

4. 諸外国での運用状況

既に実運用が始まっている米国・カナダでの運用状況について、我が国における AFC システムの運用モデルの検討の参考とするため、3. の運用上の課題ごとに主な事実関係の整理を行う。

※以下の情報は本アドホックグループの検討過程において実施したデスクトップ調査・ヒアリング調査の結果に基づく内容である。

(1) AFC システムオペレーターの主体

米国・カナダの AFC システムオペレーターの要件・義務、権限、数・属性を、表 2 に整理した。

表 2 AFC システムオペレーターの主体に係る米国・カナダの状況

オペレーターの要件や義務	- 米国・カナダ共にデータベースへのアクセス頻度や干渉対応、デバイス登録等を定めている。 - 米国・カナダ共に、仕様変更・運用停止時の事前の連絡義務等を課している。 - カナダでは「申請時に、カナダ内に物理的な拠点と人材配置とその維持にコミットすること」「ISED によるテスト実行時点で AFC システムが完成していること」といった義務が課せられている。
オペレーターの権限	- システムの日々の運用そのものや収益化の手段については、各オペレーターに任されている。 - 規制機関としては状況をモニタリングしており、必要に応じて介入する権限を留保しているが、2025 年 2 月末の時点では規制機関による介入は生じていない模様である。
オペレーターの数、属性	- 米国・カナダ共に民間企業が運用主体であり、各事業者とも、収益化を目的としている。 - AFC システムは既存免許人の保護（干渉を発生させないこと）を目的としており、米国においては、オペレーターとして認証されるために FCC によるパブリックコンサルテーションや書類審査、関係者（既存免許人等）も関与するパブリックトライアル、ラボテストといった手続きを踏む必要があり、既存免許人の有害な干渉からの保護が確実になされるよう実効性を担保。また、カナダにおいても、ISED による書類審査や AFC システムのテストを経てオペレーター認証が行われることから、同様に既存免許人保護の実効性を担保している。 2025 年 2 月末現在、米国は 8 事業者（Qualcomm、Federated Wireless、Sony、Comsearch、Wi-Fi Alliance Services (Wi-Fi Alliance 子会社)、Wireless Broadband Alliance、Broadcom、C3Spectra）、カナダは 3 事業者（Qualcomm Canada ULC（Qualcomm のカナダ子会社）、Comsearch、Wi-Fi Alliance Services）をオペレーターとして認証。 - オペレーター数に係る規定等は存在せず、また、現在も審査段階にある事業者が複数存在することから、今後もオペレーターの数は増える見込まれる。 - FCC は複数事業者をオペレーターに認証する背景として、①AFC システム運用を特定事業者に独占させないこと ②市場競争によって規定以上のサービス提供がなされることへの期待 ③同時に低コスト化への期待 の 3 点を挙げている。 - オペレーターや機器メーカー側としても、複数のオペレーターが存在しているという現状に肯定的であり、さらなるオペレーターの増加も想定している。

要件・義務については、図 6・7 に示すように、米国・カナダ共にデータベースへのアクセス頻度や干渉対応、デバイスの登録、仕様変更・運用停止時の事前の連絡義務等を定めている。

運用主体については、米国・カナダ共に民間企業であるが、米国においては、公開性や関係者の関与が担保された FCC による認証制度等により、既存免許人保護の実効性を担保している。カナダにおいても、ISED による認証制度によって既存免許人保護の実効性を担保している。オペレーターの数としては、2025 年 2 月末時点で米国 8 者、カナダ 3 者のオペレーターが認証されている。FCC はサービス向上・競争促進等も考慮し、複数のオペレーターを認証している模様。

分類	米国のオペレーターへの要件 (概要)
ULSへのアクセス	少なくとも24時間に一回、ULSより最新のデータベースをダウンロードする必要
アクセス失敗時	N/A (カナダのようなULSへのアクセス失敗ケースについての言及なし)
申請要件	FCCに定められたテスト実行時点でAFCシステムが完成している必要
事業継続	- 任期は5年間で5年のサービス提供が必要、その期間中の実績に基づきFCCが更新 - 運用を停止する場合は最低30日前にFCCに通知し、登録データを他のAFCオペレーターに移管する必要
国際協調	AFCシステムは、メキシコおよびカナダとの国際協定の条項を遵守する必要
干渉対応	- FCCの指示に従い、特定の地理的地域における標準出力アクセスポイントの運用を停止するなどの執行指示に従うためのプロトコルが必要 - 干渉保護のため定められた技術要件を満たす必要
セキュリティ	データ通信及び保管において適切かつ更新されたセキュリティ・暗号化対応をする必要
情報提供	FCCまたは第三者がAFCシステムの運用者に対してAFCシステム内のデータに不正確な点があると主張した場合、適切に検証、修正、または削除を迅速に行う必要
機器情報登録	- AFCサービス提供前にデバイスを登録・認証する必要 - SP RLANデバイスの情報 (地理的条件、アンテナの高さ (AGL)、FCC ID、製造シリアルナンバー) の正確性を担保する必要
連絡先登録	N/A (カナダのような連絡先登録についての言及はなし)
登録情報の維持	機器 (SPアクセスポイント、固定クライアントデバイス) 情報を、それらが運用を停止するまで安全なデータベースに保持する必要 ; 3か月機器からアクセスがない場合は該当機器の運用停止とみなす

図 6 米国のオペレーター要件の概要

分類	カナダのオペレーターへの要件 (概要)
SMSへのアクセス	少なくとも24時間に一回、6 GHz Band Data Extract for AFC systemsより最新情報を取得する必要
アクセス失敗	- SMSアクセス不良時には、最低 4 時間おきの追加の試みが必要 12時間以上アクセスができない場合はISEDにコンタクトし、何も指示がない場合は最後のアクセス時から7日間はシステム運営が可能 7日後はISEDの指示に従う必要
申請要件	- AFCSA申請時に、カナダ内に物理的な拠点と人材配置とその維持にコミットする必要 - ISEDによるテスト実行時点でAFCシステムが完成している必要
国際協調	DBS-06で定められている方法で米国のFixed service receiverを保護、また国境近くに位置するカナダのFixed Service Receiverを保護する必要
干渉対応	- ISEDが求める情報提供に協力する必要 - そのために登録したデバイスとの通信ログを最終コンタクトから90日間保管する必要
セキュリティ	データ通信及び保管において適切かつ更新されたセキュリティ対応をする必要
情報提供	- 仕様等に変更があった場合は30日以内にISEDに知らせる必要 - ISEDから情報提供を求められる場合は30日以内に提供する必要
機器情報登録	- AFCサービス提供前にSP RLANデバイスを登録・認証する必要 - SP RLANデバイスの情報 (地理的条件、アンテナの高さ (AGL/AMSL)、IC ID、製造シリアルナンバー) の正確性を担保できない場合はサービス提供を中止する必要
連絡先登録	干渉対応時の連絡先を登録 (担当者名・部署、メールアドレス、電話番号、住所) し、特定デバイスとマッチングさせる方法を持つ必要
登録情報の維持	機器とAFCシステムの最終コンタクトから最低90日間は上記の情報を安全なデータベースに保持する必要

図 7 カナダのオペレーター要件の概要

(2) オペレーターに対する監督体制

米国・カナダのオペレーターに対する監督体制について、表3に整理した。

米国・カナダ共に、AFC システムの実際の運用が大きなトラブル等なく順調に行われており、有害な干渉の疑いの報告も極めて少ない／存在しないことからわかれるとおり、事前の運用テストの実施などによるオペレーターの認証プロセスが十分に機能しており、認証後の規制機関による細かな監督は存在しない。なお、認証後であっても、AFC システムにおいて、周波数可用性および最大出力の判定結果に影響があるようなソフトウェア変更を実施する場合には、規制機関に変更計画を提出し、新しいシステムを導入する前に規制機関のレビュー・承認を経る必要がある。

表 3 オペレーターに対する監督体制に係る米国・カナダの状況

国による監督制度	• 米国・カナダ共に、事前の運用テストの実施などによるオペレーターの認証プロセスが十分に機能。 ➢ 認証プロセスを通じた事前のチェックにより、AFC システムの実際の運用については大きなトラブル等生じておらず、順調とのこと。有害な干渉の疑いの報告も、2025 年 1 月時点までで米国では 1 件のみ、カナダでは 0 件であった。 ➢ 認証後の規制機関による細かな監査は実施されていない。 • AFC システムの更新があった場合、規制機関に変更計画を提出し、新しいシステムを導入する前に規制機関のレビュー・承認を経る必要がある。 ➢ 承認を得ることを求められるのは、周波数可用性および最大出力の判定結果に影響があるようなソフトウェア変更を実施するような場合。 ➢ ソフトウェア変更の程度や複雑さによっては、何らかの形式による試験ないし検査を OET から求められる場合がある。 • 米国においてはオペレーターの任期は 5 年間とされており、その期間中の実績に基づき FCC が任期を更新するか決めるため、最低でも 5 年に 1 回は実績が確認されると推測される。 ➢ 一方で、米国 CBRS の SAS Administrator 認証の更新については、Public Notice に示された必要事項を記載した書面のみ提出、特別な面談等なしで更新が承認されている。AFC についても同様になることが予想される、という意見も存在。 ➢ カナダについてはオペレーターの任期が存在せず、実績や状況の確認の頻度は不明。
----------	---

(3) ビジネスモデル

米国・カナダのビジネスモデルについて、表 4 に整理した。

FCC としては自由な競争を推奨しサービスの向上やコスト低下を図っているため、ビジネスモデルに制約等を課しておらず、運用主体により様々なビジネスモデルが存在する。

オペレーター間での価格設定や品質での競争状況は不明確だが、図 8 に示すように、AFC に係る提供・販売サービスやデータ等は多岐にわたっており、中にはオペレーターでなくても参入可能な部分も存在する。これにより、「AFC の利用に対してサブスクリプション形式や利用に基づく課金形式で費用を賦課」という基本的なビジネスモデル以外に、「グループ企業内で他のビジネス収益からシステム運用経費を賄う」といったモデルも成立しており、ユーザーへの直接の賦課金や公的支援に頼らずとも運用可能な主体が一定数存在するものと考えられる。

表 4 ビジネスモデルに係る米国・カナダの状況

ビジネスモデルの規定	• 米国・カナダ共に、AFC システムの運用及び収益化については各オペレーターに任されている。 • オペレーターの裁量でチャージモデルが決定するが、その内容について規制機関は監督権限を有している。
開発・運用費用の負担者	• オペレーターがシステム構築・運用費用を負い、政府からの出資は無い。
具体的なビジネスモデル	• ビジネスモデルに制約等はなく、運用主体により様々なビジネスモデルが存在。 ➢ 前記のとおり、FCC としては市場競争によって規定以上のサービス提供がなされることや低コスト化を期待しており、ビジネスモデルに制約を課していないと推測される。 • オペレーター間での価格設定や品質での競争状況は、各社の企業秘密に当たる部分も多く、

	不明確。 ➤ 少なくとも「AFC の利用に対してサブスクリプション形式や利用に基づく課金形式で費用を賦課」という基本的なビジネスモデルや、「グループ企業内で他のビジネス収益からシステム運用経費を賄う」といった Wi-Fi ユーザーからの利用料金回収に依存しないビジネスモデルが存在する模様。ユーザーへの直接の賦課金や公的支援に頼らずとも運用可能な主体が一定数存在するものと考えられる。
収益化を目的としているか 収益化の状況	- 前記のとおり FCC は複数事業者をオペレーターに認定する背景として、①AFC システム運用を特定事業者に独占させないこと ②市場競争によって規定以上のサービス提供がなされることへの期待 ③同時に低コスト化への期待 の3点を挙げている。 ➤収益化を目的とした複数の AFC オペレーターによる競争が、AFC システムの運用やサービス提供を改善するのだというスタンスと推測できる。 - アライアンス系の事業者を含め、現在認証されている全ての事業者が収益化を目的としている模様。 ➤オペレーター各社へのヒアリング時点（2024 年 11 月～2025 年 2 月）では、AFC サービス・関連事業を開始して日が浅く、回答に応じたオペレーターについてはいずれも収益化できているとの回答はなかった。 ➤一方で、少なくとも一部の事業者については、将来的な黒字化の見通しを持っている模様。

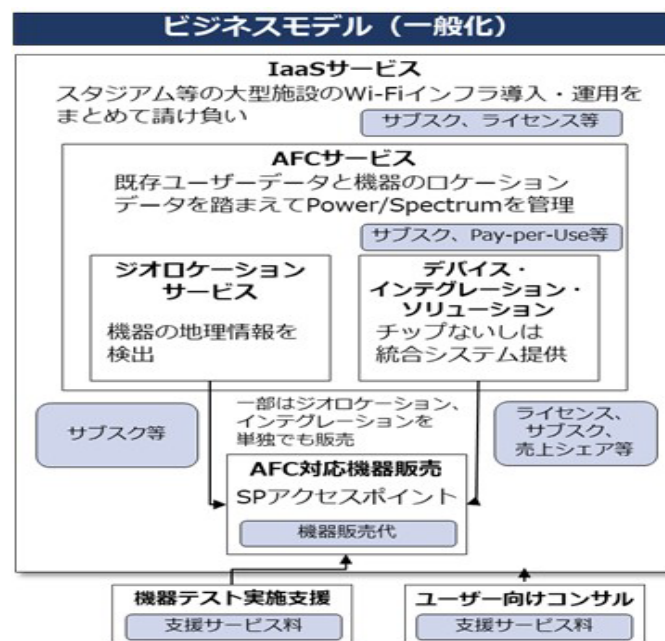


図 8 AFC のビジネスモデルの一般化した構造

(4) AFC システムの実運用

AFC システムの実運用について、表 5 に整理した。

AFC システムは、米国では、図 9 に示すラボテスト、パブリックトライアルを経て実運用される。一方、カナダにおいては、パブリックトライアルは実施せず、ラボテストのみとなる。

実運用の開始後は、有害な干渉への対応が重要な要素となるが、2025 年 2 月末時点では、有害な干渉の具体的なレベルの数値や、どのような場合に他の機器ではなく AFC システムで制御された SP モード機器による干渉に該当するかなど、具体的な干渉の定義がなされておらず、規制機関の内部で検討中である。

表 5 システムの実運用に係る米国・カナダの状況

実運用開始前のラボテスト、パブリックトライアル	【米国】 - AFC システムの認証に当たっては、FCC によるパブリックコンサルテーション、書類審査の実施後、ラボテスト及び関係者が関与するパブリックトライアルを実施する。 - ラボテストでは、基本の機能要件適合性検査用の既定テストベクタを使用。 - パブリックトライアルでは、AFC システム実演の一環で、既存免許人等のステークホルダーに AFC 計算結果確認機会を連続 45 日間、異議申立機会をその後の 15 日間に渡って提供。 【カナダ】 - カナダでは、AFC システムの認証に当たって書類審査の実施後、ラボテスト及び ISED 自身によるテストを実施する。 - 米国とは異なり申請後のパブリックコンサルテーションや、関係者が関与する形でのパブリックトライアルは実施しない。
干渉発生 の定義	有害な干渉の具体的なレベルの数値や、どのような場合に他の機器ではなく AFC システムで制御された SP モード機器による干渉に該当するかなど、具体的な干渉の定義がなされておらず、規制機関の内部で検討中。
干渉発生数及び過去との比較	【米国】 2024 年 4 月に運用を開始した干渉報告用ポータルサイト経由での有効な干渉疑いの報告件数は 1 件のみ。 - AFC 導入以前に 6GHz 帯において干渉が発生していたかは不明だが、他の周波数帯以上の干渉発生の可能性・懸念があるというわけではない模様。 【カナダ】 - ISED によれば、AFC 導入後、干渉疑いの報告は 1 件も存在せず。
干渉発生 の原因	米国の干渉疑いの 1 件についてはそもそも AFC とは関係性のない干渉である可能性も高いが、一般論として、AFC システム側でなくデバイス側が干渉の発生源である場合や、複数の原因が複合して干渉が発生する可能性も存在。
干渉対応主体	【米国】 - 上記のとおり、米国では 2024 年 4 月に干渉報告ポータルが有効化され、ポータル経由で干渉疑いの報告を受け付けている。 - 干渉報告ポータルは、非営利であり、かつ無線 LAN 製品の普及促進を図ることを目的とした業界団体としての Wi-Fi Alliance が運営を担っており、運営費も賄っている。Wi-Fi Alliance に拠出金を支払っている各オペレーターが間接的に負担しているという形となる。 - 初動調査は各オペレーターが実施するが、以降の追加調査・干渉源の特定は FCC の役割である。 【カナダ】 - カナダでは ISED が干渉報告を受け付け、以降の対応を主導。 - 調査に当たってはオペレーターとも連携する。 - 調査完了後、ISED の指示を受けてオペレーター・機器オペレーターが適切な措置を取る。
干渉源特定の手順	- 干渉報告ポータルに干渉疑いの報告があった場合、まず各オペレーターは被干渉局から半径 200km 以内に、干渉があったとされる時間帯、当該被干渉局が使用していた周波数（多くの場合 30 MHz 幅）と干渉しうる、自社の AFC システムを使用した認証デバイスがあるかを確認し、報告する。 - 干渉疑いの報告は、既存免許人が発生した事象の概要や干渉が発生したと認識した基地局に関する情報をフォームに記載し、干渉報告ポータルに提出したものが自動的に各オ

	オペレーターに共有される。 ➤ 確認の結果当てはまるデバイスが存在しなかったオペレーターは、無関係と判断されると理解。 - 調査・報告の実施期限自体は定められていないが、各オペレーターとも極めて短期間で調査・報告を実施する模様（ポータル経由での干渉疑いの報告があった際に、1日で調査を実施し報告したオペレーターが複数存在）。 - 近隣のデバイスや AFC システムの運用を中止する等の措置は取る必要がない。 ➤ この段階では干渉が AFC（AP モードデバイス）起因とは限らないため。 - それ以降の追加調査・干渉源の特定は FCC の役割である。 ➤ また、オペレーターによる干渉への対処に不満がある場合、既存免許人はいつでも FCC に働きかけることができる。この場合、即座に FCC が間に入るために介入することとなる。
干渉源除去の手順	- 未だ実例はないものの、AFC と接続されている機器が干渉の起因と判断されれば、システム側に調整を加える。 ➤ 具体的には「当該機器を AFC システムからブロックする」、「当該機器について低い出力での運用のみできるようにする」いずれかの措置が取られうる。 - なお、SP モード機器単体のシステムからの切り離しや出力制限だけではなく、より広範囲、エリア単位等での特定の周波数の利用停止や機器の出力制限も措置としてシステム上対応可能となっている。ただし、AP の AFC システムへの接続頻度の関係上、即時の措置（対応）は難しい。
AFC システムからのログ情報等提供	未だ実例はないものの、情報等の提供を求める場合 FCC/ISED は特定のデバイスのログ・地理情報・タイムフレームを要求するのではないかと推測される模様。
システム側に瑕疵があった場合の責任	- システムそのものの設定、アルゴリズムはオペレーターごとに異なる（各オペレーターに任されている）ため、システムの瑕疵の一次的責任はオペレーターにあると推測される。 ➤ 規制機関は申請後の認証手続きを通じて、各オペレーターの体制やシステムを確認している。 - 一方で、AFC システムは既存免許人側の情報を規制機関のデータベースから取得しているが、このライセンシーデータの正確性の責任は、既存免許人にある。 ➤ 米国のデータベース（ULS）は欠陥が Wireless Innovation Forum に指摘されており、各社独自のデータベース等を用いて欠陥を補っている模様。

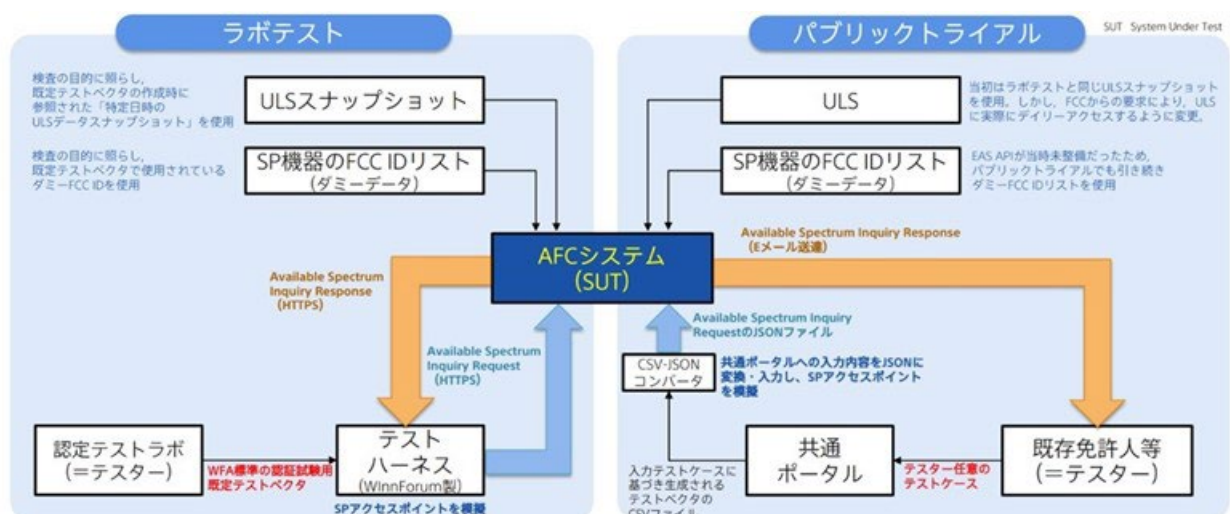


図 9 米国における実運用開始前のラボテスト、パブリックトライアルの概要

干渉対応の手順については、米国では 2024 年 4 月に既存免許人が干渉発生疑いの報告を行うための干渉報告用ポータルサイト（干渉報告ポータル）が有効化されている。図 10・図 11 に示すとおり、既存免許人側から干渉報告ポータルになされた干渉疑いの報告に対してまず各オペレーターが自社の AFC システムが関係するかどうかの調査を実施する。なお、干渉報告ポータルは、非営利であり、かつ無線 LAN 製品の普及促進を図ることを目的とした業界団体としての Wi-Fi Alliance が運営を実施しており、運営費用も負担している。各オペレーターによる調査実施後は、必要に応じて FCC による追加調査や、干渉を引き起こしたと判断された AFC システム又は AP に係る措置・対応を実施する。

なお、本文書作成時点までに干渉報告ポータルで報告された有効な干渉疑いの報告は 1 件のみであり、当該干渉疑いについても AFC システム起因ではない可能性も高い。

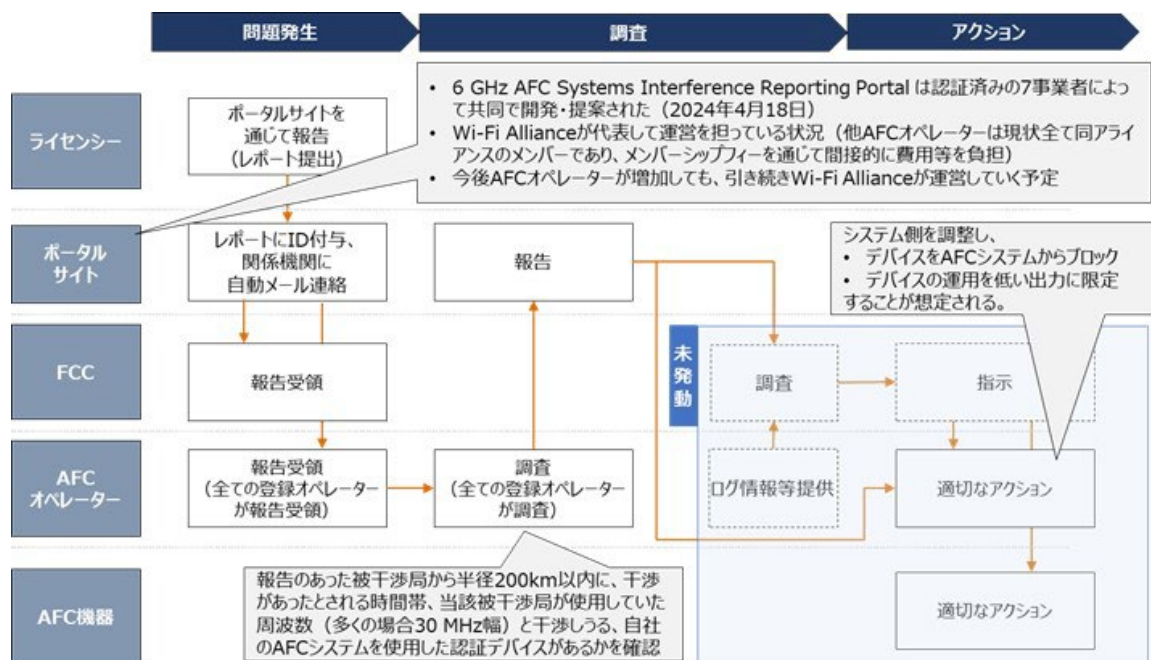


図 10 米国における干渉対応フロー

アメリカの干渉報告システム詳細

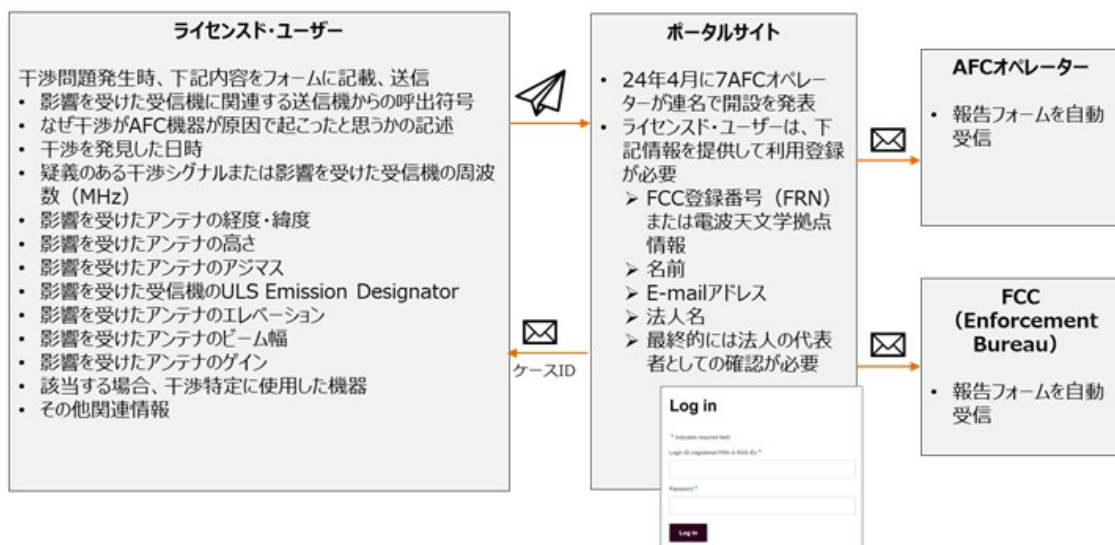


図 11 米国の干渉報告用ポータルサイトの詳細

一方、カナダでは、図 12 に示すとおり、干渉報告ポータルのような仕組みは存在せず、ISED が干渉報告を受け付けた上で、オペレーターと連携して調査・対応を実施する。

干渉疑いの報告の受領後に行われる調査段階では、SP モード機器による干渉でない可能性があるため、いずれの国においても AFC システムの運用を停止する必要はない。

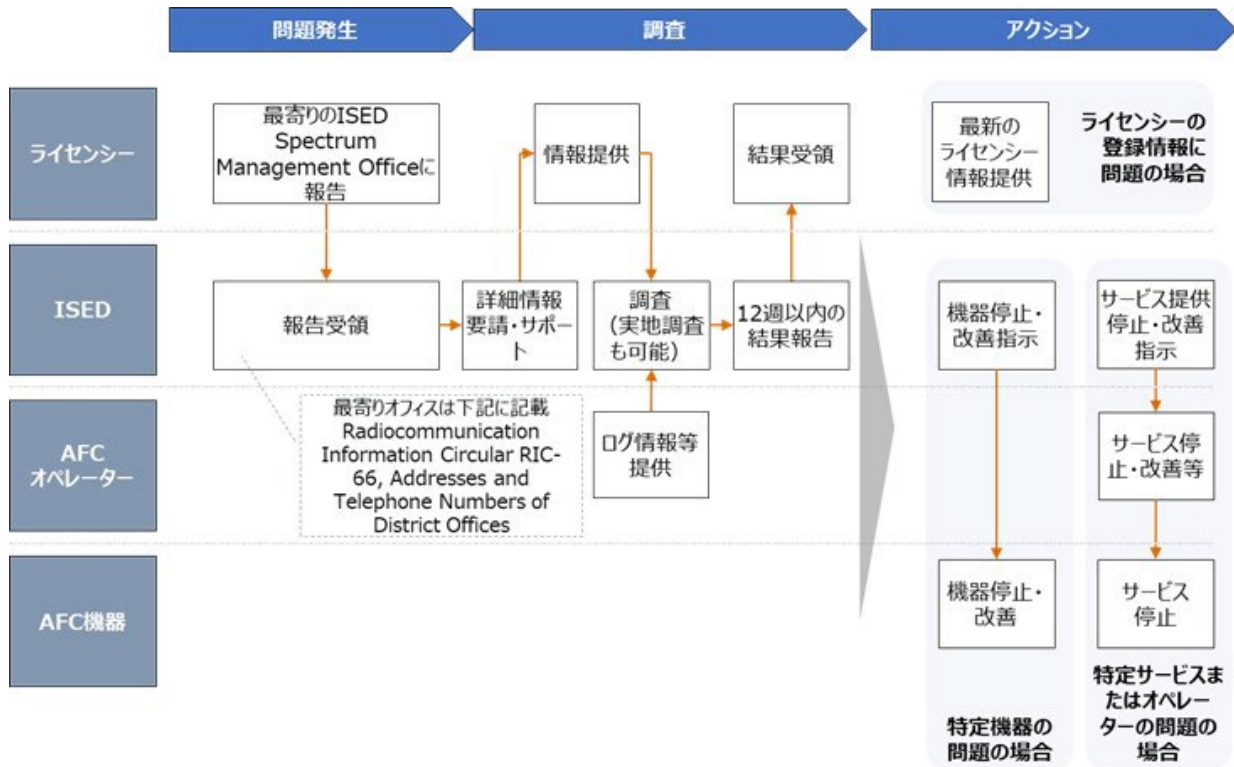


図 12 カナダにおける干渉対応フロー

5. 各課題に対する本アドホックグループ内での議論の内容

3. で整理した AFC システムの運用上の課題について、本アドホックグループで検討を行い、構成員からの意見・提案内容の主なものをとりまとめた。また、我が国で取り入れるべき方策に関する提案内容に対しては、それぞれメリットとデメリットについてもできる限り整理した。

(1) AFC システムオペレーターの主体

[意見]

- ・我が国においては、既存事業者の周波数の運用の担保が非常に重要であり、(AFC システムは) 中立的な立場により運用されることが重要と考える。米国のポータルサイトについても、既存事業者の意見が取り入れられていないという報告もあり、中立性がどこまで担保されているのかが気になるところ。
- ・公共的な団体が候補と考える。特定の利益団体に影響されないことが必要であり、また、電波関連の知識やスキルも必要。また、サーバーの運用実績やセキュリティ対策、情報管理も要件として必要になってくる。干渉が起きたときに、どこまでオペレーターが対応するのかが課題。
- ・オペレーターを民間に任せることで、既に市場に広がっている機器やサーバーを利活用でき、我が国への導入も迅速に行えるのではないか。また、技術発展の早さの面でも、周波数利用効率の向上や既存システムの保護に係るさらなる技術改善も見込めるのではないか。
- ・公的な機関から始め、徐々に自営的な企業等を増やしていくのがよいのではないか。また、権限を持たせすぎても問題。

[提案内容]

- ・主体の属性については、**図 13 に示すとおり**、公共的な団体の場合、中立的な運営が可能で事業撤退のリスクが低いと考えられるが技術発展等への迅速な対応に制約がかかるのではないか。一方、民間企業の場合、民間資金により運用・改善が期待でき、技術発展にも迅速な対応が可能であるが、不採算による撤退のリスクなどが想定されうる。

	公共的な団体	民間
競争・コスト	+ 高い利益率を必要としない - 一定の公費を投入する必要性	+ 民間資金による運用・改善が期待できる - 一定の利益が必要であり、コストに反映される
実運用	・ 中立的な運営や災害時等の運用継続の担保は、AFCオペレーターの属性に関わらず可能	
その他（中長期リスク等）	+ 事業撤退のリスクが低い - 公的な性格が強い機関であるほど、技術発展等への迅速な対応に制約	+ 技術発展に迅速な対応が可能 - 不採算による撤退のリスク

図 13 オペレーターの属性による比較

- ・主体の数については、**図 14 に示すとおり**、単独の場合、単一の AFC システムとの情報共有だけを考えれば干渉対応も迅速になり干渉源の特定もしやすいが、独占状態のためコスト低下やサービス改善へのインセンティブが低い。一方、複数の場合、競争によるコスト低下やサービス改善、

技術発展が見込めるが、干渉発生時にどのオペレーターが関係するのか、特定に比較的時間がかかる可能性がある。

	単独	複数
競争・コスト	+ 過当な競争が発生しない - 代替性が無い独占状態のため、コスト低下やサービス改善へのインセンティブが低い	+ 競争によるコスト低下やサービス改善、技術発展が見込める - 過当競争発生の可能性
実運用	+ 干渉源特定や対応に当たって単一AFCシステムのみを念頭に置けば良い ・ オペレーター数に関わらず、最低限への相互運用性への留意は必要	- 干渉発生時どのオペレーターが関係するか特定する必要
その他（中長期リスク等）	- 採用されたアプローチ以外の切り捨てにつながる - 事業撤退時にオペレーターが不在となるリスク	+ 異なるアプローチを並存させることができる + オペレーター不在となるリスクが低い

図 14 オペレーターの数による比較

(2) オペレーターに対する監督体制

[意見]

- ・干渉が生じたときの対応フローについて、既存事業者としては、干渉が起きたときはいち早くその干渉源を取り除いていただきたい。もし干渉の原因が分からないとしても、一旦停波して干渉源を取り除けるかの確認をするといったスキームがあってもいいのではないかな。
- ・一般的な政府系の外郭団体のような監査規定を作るのがよいのではないかな。また、監査体制もコンソーシアムのように、総務省の指導を受けながら技術と運営どちらの監査も入るようにしてはどうか。
- ・既存システムの保護に影響があるような変更をする場合は、再度テストが必要となっているため、既存システムへの影響は担保されている。民間に任せていただけるのであれば、複雑な手続や申請は不要になるのではないかな。

[提案内容]

- ・オペレーターの監督体制については、図 15 に示すとおり、「オペレーターの認証までを重視し、運用開始後は事案発生時のみ介入」「定期的な監査等の実施」「常時運用状況を監視」の3つの手法に整理できるのではないかな。
- ・米国と同様にオペレーターの認証を重視し、事案発生時のみ介入する場合、制度設計などの事前準備が大変だが、審査・試験は一定の時間をかけて実施するため、監視・監督に必要なコストはある程度抑えられるのではないかな。また、定期的な監査等を実施する場合、実効性を担保するための体制構築や定期監査項目の設定などの作業等は必要なものの、新たに必要となるリソースも限定的であると考えられる。
- ・一方で、常時運用状況を監視する手法を取る場合、運用状況監督の実効性は高くなるものの、常時モニタリングする体制やシステムを整えるために莫大なコストが必要であり、上記と比較すると実現可能性は低いのではないかな。

	申請～オペレーターの認証までを重視、 運用開始後は事案発生時等のみ介入	定期的な監査等の実施	常時運用状況を監視
システム運営 状況監督の 実効性	中 ・ 一定の実効性を有するも、運用開始後の 変化への対応には留意が必要	中 ・ 定期的に体制を確認することから一定の 実効性あり	高 ・ 常時システムをモニタリングすることか ら、運営状況監督の実効性は高い
事前準備	中 ・ 実効性確保のためにはしっかりした審査 体制・試験体制の整備が必要 ・ 審査・試験は一定の時間をかけて実施する ため、一度に必要なマンパワー等は限られる	中 ・ 定期監査項目の設定・事前公表が必要	多 ・ 常時モニタリングを可能とする体制・ システムを整える必要
AFC 導入後の 負担	少 ・ 運用開始後に必要なリソース・対応は極め て少ないため、導入後の負担は少ない	中 ・ 定期監査・結果分析時のみ一定の知 見を有するマンパワーが必要 ・ 運用開始後の監査となり、監査を受ける 側に一定の負担	多 ・ 多くのマンパワー、新たなモニタリング システムが必要とされる ・ 運用コスト自体を増大させ、運用開 始後の負担は大きい
実現 可能性	大 米国・カナダの仕組みを一定程度参考にでき、 また、運用を開始したいAFCオペレーターの 協力も得やすいため	中 定期監査はよく見られる行政手段であり、 新たに必要となるリソースも限定的だが、 監査を受ける側に一定の負担が生じる	低 米国・カナダでは取られていない手法で あり、新たにモニタリング用のシステム 開発が必要となる

図 15 オペレーターに対する監督体制の比較

(3) ビジネスモデル

[意見]

- ・ 米国のようなモデルを考えたとき、ベンダーとオペレーターの関係が微妙。ベンダーロックインが起きないようにしていただきたい。また、収益性が計れないときにオペレーターが撤退することも考えられるため、ベンダーとオペレーターの関係を強くしすぎず、ある程度マイグレーションできるようにしておくことが大事。
- ・ 特定のビジネスモデルに制限されることのないようにしていただきたい。各個者が競争することは重要と考える。
- ・ 問い合わせへの回答に特化して、(AFC システムは) 安く動くことに特化することが重要。オペレーターが機器 1 台 1 台から徴収するのは現実的ではないため、施設運営費として徴収するのがよいのではないかと。
- ・ どちらが良いというわけではないが、利用者から利用料をサブスク形式で徴収するパターンも、SIer や業界から徴収するというパターンもどちらも考え得るが、一案として、AP を作っているメーカーやベンダーから、当該周波数を出せるアクセスポイントを発売するときに少しアドオンし、ベンダーが AFC オペレーターに支払うという形もあると思う。

[提案内容]

- ・ 米国の AFC オペレーターのヒアリング時のコメントを踏まえ、**図 16 に示すとおり AFC システムのコスト金額の概算として、開発コストと 5 年分の運用コストを試算すると 10 億円～30 億円程度という結果になったが、開発方法やシステムに取り込む要素により費用が変動することが想定される。また、米国モデルとは別の付加要素によりコストが増加する可能性もあり、それらを総合すると実際のコストはおおよそ数十億円程度になるのではないかと。**

開発コスト	運用コスト
直接費 試算① - 諸外国ヒアリングにおいて、「20M\$程度」という情報があった。試算①ではこちらの数字を利用する。 - 日本のAFCシステム開発に当たっては、最終的にはOpenAFCの活用も想定されているところ、上記金額の半分程度、10M\$が開発にかかる直接費と仮定。 1000万\$ × 155円（1ドル円） = 15億5000万円 試算② - 諸外国ヒアリングにおいて、「開発には5名・2年間程度かかると想定」という情報があったため、試算②ではこちらの数字を用いる。 5名 × 2年間（24か月） = 120人月 1人月が日本では大体125万円程度だが、米国では3倍程度とのこと。日米人材のスキル差等も考慮し、いったん米国の単価で算出すると125万円 × 3 × 120人月 = 4億5000万円となる。	運用・保守費 - 年間のシステムの保守運用費は一般的にシステム開発費の「約15%」程度とのこと。そのため、年間の保守・運用費は開発コスト総計の15%として計算。 - 米国でのAFCオペレーター任期は5年のところ、日本でも同程度の年数でシステム等の見直しが実施されると仮定。それまでの5年間の運用・保守費は15% × 5年 = 75%で開発コスト総計の75%と仮定。 干渉対応の費用 - 干渉対応費用は推定が難しいが、AFCオペレーターが直接の干渉報告受付主体とならない場合、米国の状況等踏まえると干渉源除去等まで必要になることは極めて少ないと推測されるため、無視できる金額になると想定される。 その他発生しうる費用 - その他発生しうる費用として挙げた「費用回収のための費用」や「広報費用」については、システムそのものの開発・運用コストではなく、また、用いる方法等により大きく変動するためここでは割愛する。
上記推定では、開発コストと運用コスト（5年分）の合計は、「開発コストのうちの直接費 × 4分の5 × 1.75（175%）」となる。 これに従って計算した場合、コスト合計は試算①の場合約33億8750万円、試算②の場合約9億8440万円となる。	

図 16 コスト金額の概算

- 図 17 に示すとおり、制度化の過程で AFC 費用の回収方法を規定（限定）した場合、収益の予見可能性が高く、一定程度確実な回収が見込めるものの、コスト低減のインセンティブが損なわれる可能性がある。一方で、費用の回収方法を制限せず各運用主体の任意とする場合、AFC 関連の創意工夫が誘発され、競争によりマーケットの拡大にも繋がる可能性はあるが、過当競争などによりビジネスとして成立しなくなる可能性も起こりうる。

	費用回収方法を規定（限定）	費用回収方法を制限しない
メリット	+ 規程された費用回収方法について一定程度確実な回収が見込める：収益の予見可能性が高い + 過剰な競争を事前に防ぐことが可能 + 費用対効果がはっきりする	+ AFC関連の創意工夫が誘発され、マーケットの拡大にもつながる + 一定の競争が生じる + AFC関連のコストの低減意欲につながる
デメリット	- 民間の自由な創意工夫が損なわれ、マーケット拡大に制約がかかる - 競争環境が損なわれる - コスト低減へのインセンティブが減る	- ビジネスとして成り立たない可能性が生じる - 過当競争の恐れ - 費用対効果が見えづらくなる

図 17 費用回収方法を規定（限定）するか否かの比較

- 費用回収方法について、図 18 に示すとおり 5 つに分類して整理した上で、図 19 に示すとおり比較したところ、米国のようにチップセット販売と AFC システムオペレーターが同一の企業グループ内に存在するなど、別ビジネス（ここではチップセット販売）により AFC のコストを賄えるモデルが成り立つ可能性は、我が国においては低いのではないかと。その場合、Wi-Fi 設置者から利用料金を回収する方法や SP モード対象機器に利用料金分を上乗せして間接的に回収する方法等の実現可能性が大きいのではないかと。

	オペレーターによる費用回収			公的制度	
	AFCシステムの利用料金を直接的に回収	AFCシステムの利用料金を間接的に回収	AFC周辺ビジネスによる費用負担	関係者（利益享受者等）による分担金	公費
概要	- 各アクセスポイント（AP）におけるAFCシステムの利用料金をWi-Fi設置者から徴収 - なお、Wi-Fi利用者から料金を徴収するかどうかはWi-Fi設置者の判断によると理解	- 業界団体、Wi-Fi構築事業者、機器やチップメーカーから何らかの名目で料金を徴収し、間接的にAFCシステムのコストを負担させる - 被徴収者がその分のコストをどう価格等に反映するかは各自の判断によると理解	AFCシステムの利用に係る費用回収はせずに、AFCオペレーターがチップ・機器等の販売やコンサルフィー等で得た収益の一部を運用費とするもの	AFCシステムのコストに充てるための分担金・賦課金等の制度を公的に創設するもの	通常の予算や、新たな手数料（基地局開設料等）の創設等により公費を確保しAFCシステムのコストに充てるもの
想定される課金手法	- サブスク - ライセンス - 利用量課金（現在のAFCシステムの仕様上難しい） 等	- 機器・チップへの費用賦課 - SPモードデバイス台数に応じた費用徴収 6GHz標準出力無線LANに係るバンド売上の一定割合徴収 等	AFCオペレーターによる関連ビジネスの集積を充当するため、なし	- 業界団体でまとめて一定金額を納入 - 無線LAN機器に分担金を一定金額強制的に賦課 等	公費を充てるためWi-Fi設置者等への直接的な課金はないが、実質的には国民や基地局開設者に広くコストを負担させることとなる

図 18 費用回収方法の整理

	直接的な利用料金回収	間接的な利用料金回収	周辺ビジネスによる費用負担	関係者（利益享受者等）による分担金	公費
回収できる費用規模	SPモードデバイスの市場規模に比例 市場拡大に沿って回収できる金額増加	SPモードデバイスの市場規模に比例 市場拡大に沿って回収できる金額増加	当該オペレーターの周辺ビジネスの内容・規模による 市場拡大に沿って回収できる金額増加	分担金/賦課金の性質による 市場拡大に沿って金額が増加する場合も	予算や手数料の規模に依存
実運用（回収の手間）	煩雑さは大きい	直接的な利用料金回収よりは小さいが、中間者（バンド、機器メーカー、業界団体等）に負担発生	自社の通常のビジネスの中での費用回収となるため、新たな手間は生じない	AFCオペレーターに回収の手間は生じない 中間者には負担発生	AFCオペレーターに回収の手間は生じない
コストを賄えるか	△ 市場が小さいうちはコスト分を回収することが難しい可能性	△ 市場が小さいうちはコスト分を回収することが難しい可能性	× 収益の一部でAFCの費用を賄えるほど十分な規模の周辺ビジネスが成立するか不明	○ コストから逆算して分担金規模が決められると想定	○ コストから逆算して投入される公費規模が決められると想定
実現可能性	○ Wi-Fi設置者（利用者）からの徴収は米国でも既に実現	○ 個別のWi-Fi設置者からの徴収よりも容易	× 同上 また、オペレーターとなるメリットが少ない	△ 「関係者（利益享受者）」の定義・範囲に合意が必要	× 国民や基地局申請者に広く新たな負担を生じさせるものであり、ハードルが高い

図 19 費用回収方法の比較

(4) AFC システムの実運用

[意見]

- 干渉が生じたときの対応フローについて、既存事業者としては、干渉が起きたときはいち早くその干渉源を取り除いていただきたい。もし干渉の原因が分からないとしても、一旦停波して干渉源を取り除けるかの確認をするといったスキームがあってもいいのではないかと。（再掲）
- AFC システムは、既存事業者の保護が第一の役割だが、その部分に対して、FCC では民間が作った AFC システムに認可を与えているので、干渉発生はシステムオペレーター側のみに一義的な責任があるとはいえないのではないかと。

- ・AFC システムは、AP の位置情報は管理できているが、どの周波数を使っているのかまでは把握できないため、どの AP が干渉原因であるという特定まではできないだろう。
- ・干渉は、干渉源が稼働したときに一番起因するものであるため、AFC システム全体のログ情報を参照して、切り分けや早期分析をする機能は必要なのではないか。

[提案内容]

- ・我が国特有の環境や条件を考慮しながら、既存事業者等の参加のもと AFC システムの機能検証等の期間を設ける等、事前検査プロセスを設けることが必要ではないか。当該プロセスは、既存免許人にとって極力透明性の高い形式とすることが望ましいのではないか。これにより、AFC システムが技術条件通りに動作すること、オペレーターが各種運用要件を順守することを事前に担保でき、AFC および SP 機器起因の干渉（疑い）発生予防につながる。また、既存免許人に自ら関与してもらうことで、安心感を提供できる。
- ・図 20 に示すとおり、事前検査プロセスは書類審査、ラボテスト、パブリックトライアル、フィールドトライアルの各フェーズで構成し、各フェーズにおいて米国の事例を参考にしつつも「我が国特有の環境や条件の考慮」と「既存免許人等のステークホルダーの参画形態」を重視して設計していくべきではないか。

各プロセスの意義と我が国において考慮すべきポイント

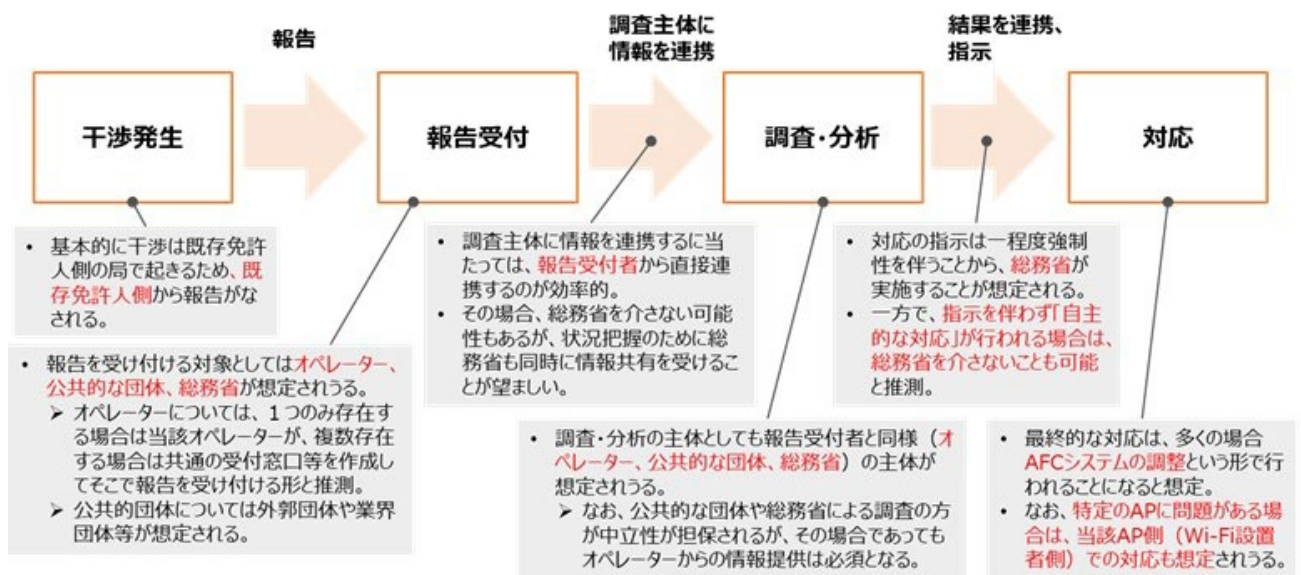
透明性の高い検査プロセスにより、AFCの技術条件適合性やAFCオペレータの適格性を担保することにより、AFCおよびSP機器起因の干渉（疑い）発生の“予防効果”をもたらしつつ、既存免許人の皆様へ安心感を提供。そのために「我が国特有の環境・条件の考慮」と「既存免許人等のステークホルダーの参画形態」が各検査プロセスで重要。

検査プロセス	実施の意義	我が国において考慮すべきポイント	その他の留意点
書類審査	- 申請企業・団体のAFCオペレータとしての適格性の一定程度の担保 - 開発予定のAFCシステムに関する機能要件適合性についての本審査前簡易チェック	- 提出された申請書に対する意見募集の実施（＝既存免許人への評価機会提供）。 - 我が国特有の環境や条件を踏まえた申請書記載項目の指定	米国の場合は米国特有の記載項目は含まれない。意見募集は実施
ラボテスト	- AFC—SP機器間で規制要件上必要とされる最低限の相互接続性の担保 - 代表的なシナリオにおけるAFCの既存システム保護に係る計算機能についての国内技術条件への適合性の保証	- 我が国の環境や条件、技術条件を反映したテストベクタ作成（AFC・SP両方） - 既存免許人によるテストベクタ精査 - 米国AFC用ラボテストの実施資格と同等の基準を満たすテストラボの選定	- 既存のテストハートネスは概ね流用可能。 - 特定のAFC—SP機器の組み合わせに限定される「ペアワイズ認証」とならないよう、最低限の相互接続性の担保は重要。なおブロックとSP機器のペアや、SP機器とジオロケーション機能は常に「ペアワイズ認証」。
パブリックトライアル	- 既存免許人等のステークホルダーへのAFC計算結果確認および異議申立機会の提供 “コーナークース”におけるAFCの既存システム保護に係る計算機能についての国内技術条件への適合性の保証	- 趣旨や実施形式、AFCおよびSP機器両方の国内技術条件について、既存免許人含むステークホルダーへ十分に周知すること - AFCオペレータに対してテスターとの協議を真摯に取り組むことを求める。場合によっては、実装変更を受け入れることも重要。	- 米国方式では、SP機器の実機検証は行わない。あくまでもAFCの既存システム保護に係る計算機能の検査。 - 実装変更はあくまでも技術条件の範囲内に限られる。
フィールドトライアル	- ラボ環境では検査困難な適合性検査を実無線機を使用して実施（機能要件、運用要件等） - トライアルサイト限定での実無線機展開および実システム連続運転 “段階的な導入”との高い親和性	- 検査項目の洗い出し（実際の既存システムデータベースへのディリリーアクセス、干渉（疑い）発生時の対応プロセス、等） - 我が国特有の環境や条件を踏まえた検査の事前準備（トライアルサイトの選定、等） - 事前のSP機器技術条件整備および機器認証を完了しておくこと	- ICDはCBRSに適合したFCC認証取得済の基地局のみを使用し、SAS含め最低30日連続稼働。 - FCC認証取得まではICD運用を継続可能で、取得後はそのまま大規模な商用展開、運用への移行が可能だった。 - トライアルの効率性の観点から相互接続性の事前担保が望ましい。換言すれば、ラボテストとの検査項目の切り分けは重要。

図 20 事前検査の各プロセスの意義と我が国において考慮すべきポイント

- ・AFC システムによる周波数可用性や最大出力の判定の結果に影響を与えるようなソフトウェアの変更を行う場合は、単にオペレーターに変更を届出させるだけでなく、当該変更により干渉発生等の問題が生じないことを担保するため、何らかの形式による試験又は検査等が必要ではないか。

- ・図 21 に示すとおり、干渉発生の報告を受け付ける対象としてはオペレーター、公共的な団体、総務省が想定されうるのではないかと。オペレーターについては、1 つのみの場合は当該オペレーターが、複数の場合は共通の受付窓口等を設け、そこで報告を受け付ける形となるのではないかと。公共的な団体については外郭団体や業界団体等が想定されるのではないかと。
- ・調査主体に情報を連携するに当たっては、報告受付者から直接連携するのが効率的ではないかと。その場合、総務省を介さずに情報を連携する可能性もあるが、状況把握のために総務省も同時に情報共有を受けることが望ましいのではないかと。
- ・調査・分析の主体としても報告受付者と同様（オペレーター、公共的な団体、総務省）の主体が想定されうるのではないかと。なお、公共的な団体や総務省による調査の方が、より中立性が担保されるが、その場合であってもオペレーターからの情報提供は必須となるのではないかと。
- ・調査結果を受けた対応・措置の指示は一定の強制性を伴うことから、総務省が実施することが想定されるのではないかと。一方で、指示を伴わずオペレーターによる「自主的な対応」が行われる場合は、総務省を介さないことも可能ではないかと。
- ・最終的な対応・措置は、多くの場合 AFC システムの調整という形で行われることになるのではないかと。なお、特定の AP に問題がある場合は、当該 AP 側（Wi-Fi 設置者側）での対応も想定されるのではないかと。



※ 簡単なモデルのため記載していないが、実際には手戻りや異議申し立て等の発生も想定されうる。

図 21 干渉報告への対応フロー・主体の整理

6. 我が国における AFC 運用に関する基本的な考え方

これまでのアドホックグループでの意見や、各提案内容に関するメリット・デメリットの検討などを踏まえ、AFC システムの運用に当たり、我が国で導入する際の基本的な考え方について、下記のよう
に整理した。

(1) AFC システムオペレーターの主体

- ・既存システムへの影響に配慮し、仮に干渉が発生した場合でも公平性・客観性をもって着実に対応できる、または収益状況によって即座に撤退することが無いなど、持続可能な運用体制（システム管理、問い合わせ窓口含む。）を構築できることが必要不可欠である。
- ・現行制度下において、持続可能な運用体制を希求し、かつ国（総務省）が管理する情報を適切に取り扱うなどの要件を踏まえると、オペレーターは一定の公益性を保持する機関や団体を主体とすること、または関与させることが有効な方法であると考えられる。一方で、米国が民間企業にオペレーターの権限を付与しているという点を鑑みると、将来的に米国と同様の認証制度を構築した場合には、民間企業に一定の公益性を担保することで我が国においてもオペレーターとしての権限を付与することも可能と考えられる。

(2) オペレーターの監督体制

- ・国が主体的に行うべきであり、既存無線システムへの有害な干渉が発生しないように AFC システムが適正に運用されているのか定期的な報告を求め、監督を行うべきである。
- ・また、干渉の発生状況や適切な情報管理等の観点で、オペレーターが適切に機能しているかを確認するため、国が定期的な報告を求めるだけでなく、監査を実施することも考えられる。
- ・国においては、AFC に係る 監督体制の構築を図るべきである。

(3) ビジネスモデル

- ・オペレーターによって費用回収の手法や運用経費が異なることが考えられる。このため、諸外国におけるビジネスモデル等も参考にしつつ、オペレーターとなる主体が最適なビジネスモデルを模索したうえで、将来にわたって持続可能な運用体制を維持するための方策を検討し、着実に運用を継続すべきである。
- ・永続的な運用を実現していくためには受益者から一定の賦課金を求めるのは一つの方法であるが、無線 LAN ユーザー側の過度な費用負担とならないよう、徴収側が適切な運用ルールを設定することも必要である。
- ・無線 LAN の SP モードを活用した事業の将来的な収益性を考慮すると、当該事業の普及展開を担い、かつ一定の公益性を保持する無線 LAN 関係団体が主体的に AFC システムの運用・管理を行うことは、有効な方法と考えられる。
- ・電波の有効利用に繋がる可能性はあるが、特定の利用者にのみ裨益するシステムであることから、公費（電波利用料財源を含む）からの支援は慎重に検討すべきである。

(4) AFC システムの実運用

- ・AFC システムに求められる技術的要件を整理し、適切な運用に努めることが重要である。
- ・AFC システムの実運用に当たり必要な無線局の情報を、国からオペレーターに提供することとな

るが、その情報提供に当たっては、情報管理や共有の在り方などを含めて引き続き検討が必要である。なお、オペレーターと SP モード機器のユーザーとの間の情報共有の在り方については、一義的にはオペレーターにおいて検討することが必要であると考えられる。

- ・既存無線システム側からの通報等により有害な干渉が発生した場合、速やかに対策を講じる必要がある。以下に、干渉発生時の処置の流れを一例として示す。

<例>有害な干渉が発生した場合のフロー

- ① 既存無線システム側が国及びオペレーターに対し干渉発生を通報
 - ② オペレーターは周辺地域における通報を受けた対象周波数の利用を制限し、調査を実施
 - ③ オペレーターは既存無線システム側に調査結果を報告（原因不明も含む）
 - ④ オペレーターは国に調査結果を報告し、利用制限緩和の判断を仰ぐ
 - ⑤ オペレーターは対象となる周波数の利用制限を解除
- ・AFC システムは、既存無線システムを保護するためのものであり、AFC に由来する有害な干渉が発生した場合には、対象エリアにおいて関係する周波数の利用を制限するなどの措置を講じるべきである。具体的な対処フローを検討するに当たっては、SP モード機器由来の有害な干渉の定義とはどのようなものか、有害か否かをどのような基準で判断すべきか、**国に対する再発防止策の報告手法をどのようにすべきか**、影響の度合いにより利用制限の措置を緩和すべきかなど、既存システム側の理解や SP モードの有用性を考慮しながら、引き続き検討が必要と考えられる。

7. 今後に向けて

上記のように、AFC システムの運用課題について、各論点に対する基本的な考え方を 6. で示したところであるが、我が国においては、未だに AFC システムの動作検証や実機による課題検証を行った実績がなく、それらを実施せず、机上のみで運用課題を整理することには限界がある。

このため、本年度整理した「基本的な考え方」については、令和 7 年度の技術試験事務において実施する予定の実機検証を経たうえで、精緻化や必要な見直しを実施することとする。その上で、本「基本的な考え方」を改めて「AFC 運用指針」として昇華させ、既存無線システムとの共用条件などを整理した「技術的条件」と合わせて令和 7 年度末を目処に公表・発出し、令和 8 年度以降に AFC システムの実運用を目指すこととする。

＜参考資料＞

AFC システムの簡易デモンストレーション（Wi-Fi チャンネル可用性の計算結果の一例）

アドホックグループの第4回会合において、AFC システムの簡易デモンストレーションとして、ソニー社により、米国で既に運用中の自社の AFC システムを用いた Wi-Fi チャンネル可用性の計算結果の例が紹介された。簡易デモンストレーションの内容は以下のとおりであった。

(1) ソニーの AFC システム基本仕様

簡易デモンストレーションに使用された AFC システムの基本仕様は図参-1 に示すとおり。ソニー社の AFC システムは OpenAFC を用いておらず独自に開発されたものだが、すべての重要機能が業界標準・ガイドラインに準拠している。

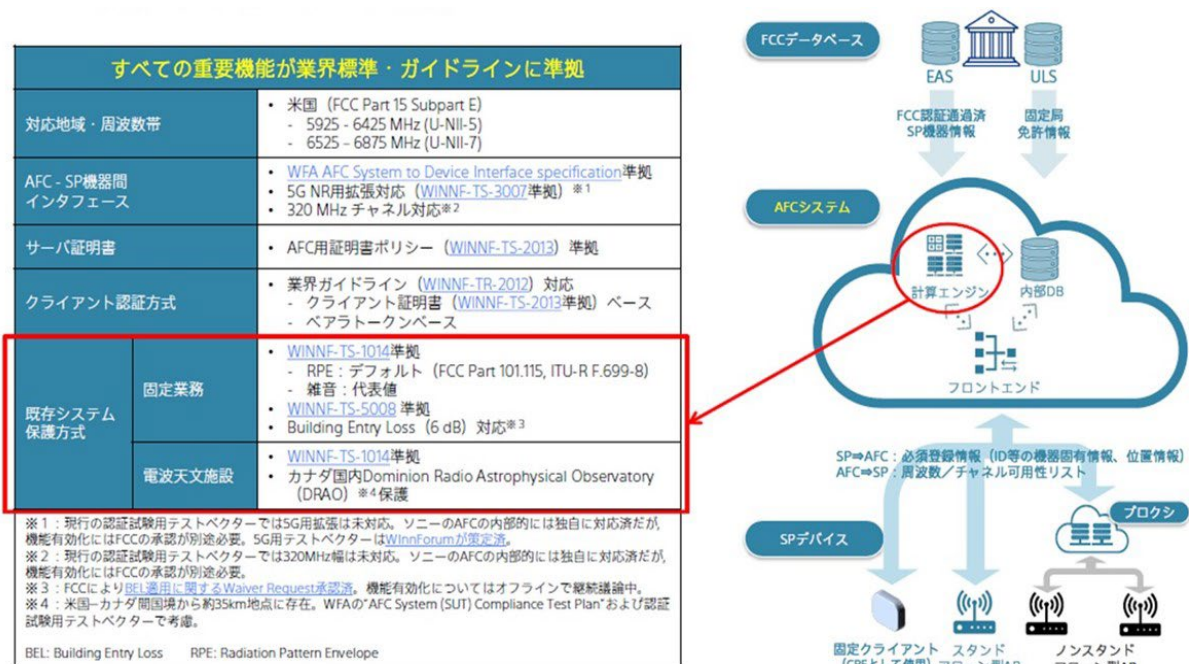


図 参-1 ソニー社 AFC システム基本仕様

(2) 簡易デモンストレーションにおける計算対象場所

簡易デモンストレーションにおいて計算対象とされたのはカリフォルニア州サンノゼ、ニューヨーク州ニューヨークの2か所である。それぞれの場所における計算上の SP アクセスポイントの位置、周辺の土地被覆区分、実際に存在する保護対象の固定局受信機は図参-2 に示すとおり。

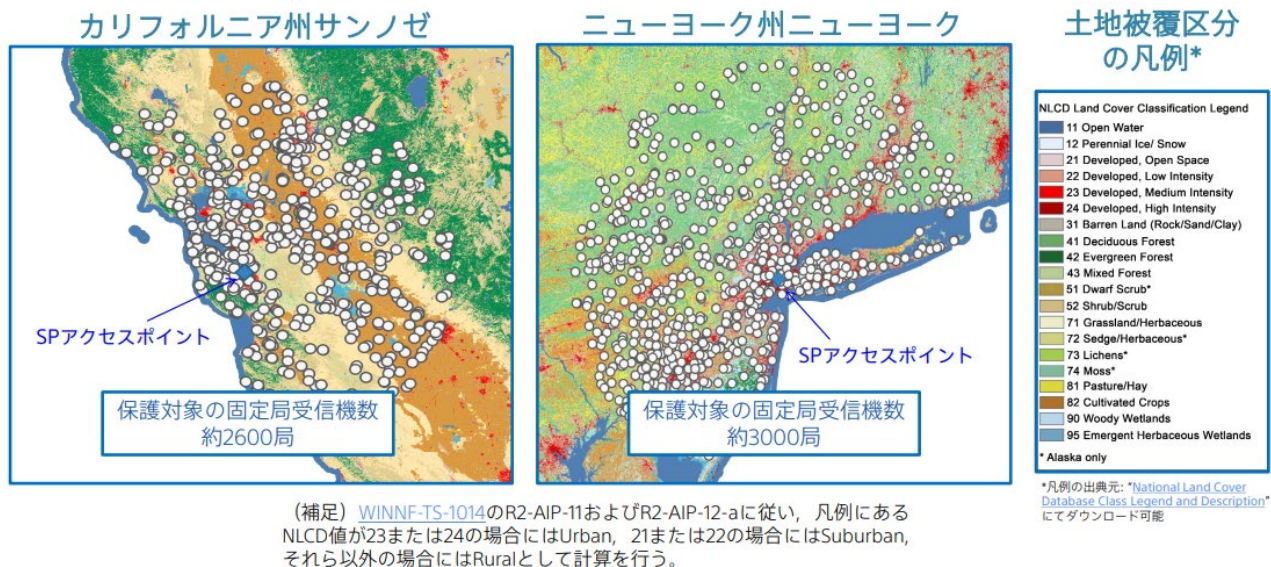


図 参-2 簡易デモンストレーションにおける計算対象場所

(3) 平常時の Wi-Fi チャンネル可用性

サンノゼ、ニューヨークそれぞれにおいて、屋外設置の場合と屋内設置の場合を想定して計算した平常時の Wi-Fi チャンネル可用性の計算結果は図参-3・参-4 に示すとおり。

サンノゼの例に示されているように、場所によっては AFC による計算対象の Wi-Fi チャンネルを屋内外問わずすべて利用可能な場合も存在。また、この例では、屋外であっても LPI を超える出力 (> 30 dBm) で 6GHz 帯の広帯域幅チャンネルを利用可能という計算結果が出ている。なお、現在検討中の電波天文保護方式の場合であっても、適用伝搬モデルや干渉基準が異なるだけで同様に Wi-Fi チャンネル可用性は計算することができるとのこと。

ニューヨークの例では、サンノゼとは異なり一部利用不可との算出結果が出たチャンネルは存在するものの、大半のチャンネルは利用可能との結果が出ている。AFC 導入により、近傍に固定局が存在するような密集した都市部の屋外であっても多くの Wi-Fi チャンネルを利用可能であることが示されている。

平常時のWi-Fiチャンネル可用性 @ カリフォルニア州サンノゼ

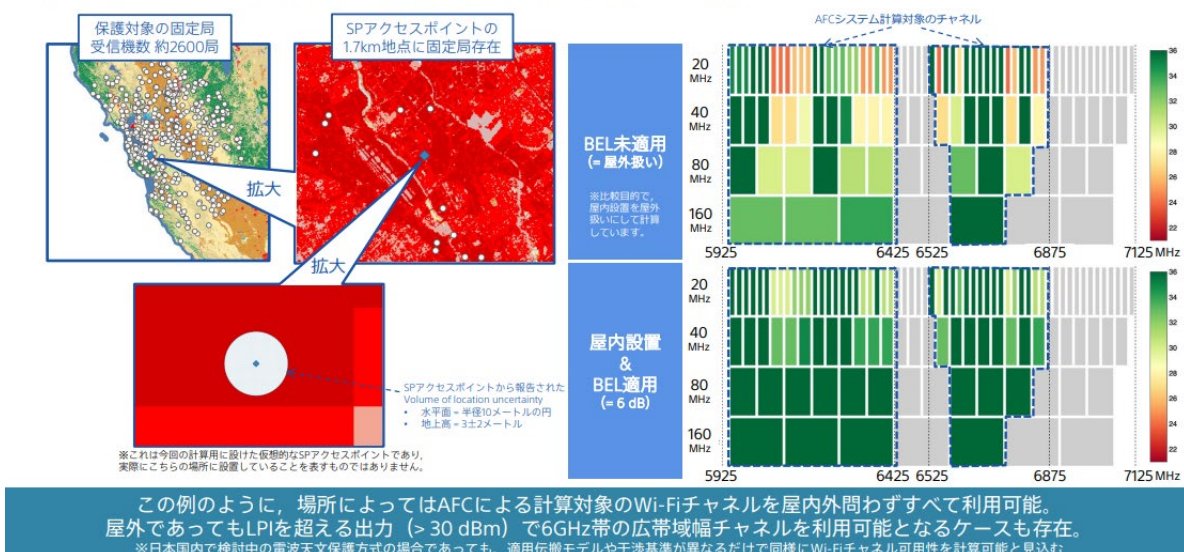


図 参-3 平常時の Wi-Fi チャンネル可用性計算結果 (カリフォルニア州サンノゼ)

平常時のWi-Fiチャンネル可用性 @ ニューヨーク州ニューヨーク

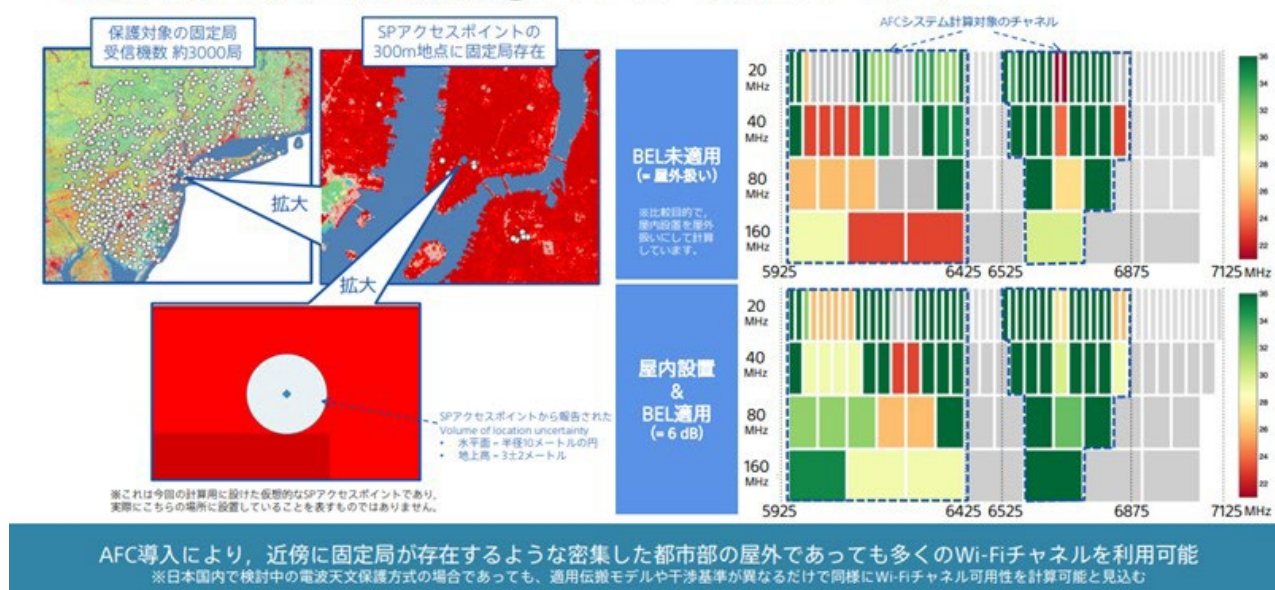


図 参-4 平常時の Wi-Fi チャンネル可用性計算結果 (ニューヨーク州ニューヨーク)

ソニー社の AFC システムでは各 AP の Wi-Fi チャンネルごとに、許容可能最大 EIRP の異なる exclusion zone を 3 dB 刻みで計算し、3次元空間上にマッピング可能となっている。

図参-5 はニューヨークの平常時の Wi-Fi チャンネル可用性計算結果において使用不可とされた 40MHz 幅チャンネル (6265-6305 MHz) に着目し、当該チャンネルと重複する 6241.54-6271.54 MHz を使用する近傍固定局周辺の Co-channel exclusion zone を地上高 3 メートルで計算した結果をマップに示したものである。SP アクセスポイントの位置が利用不可のゾーンに含まれてしまっていることが可視化されている。

固定局周辺に形成できる3次元Co-channel exclusion zone

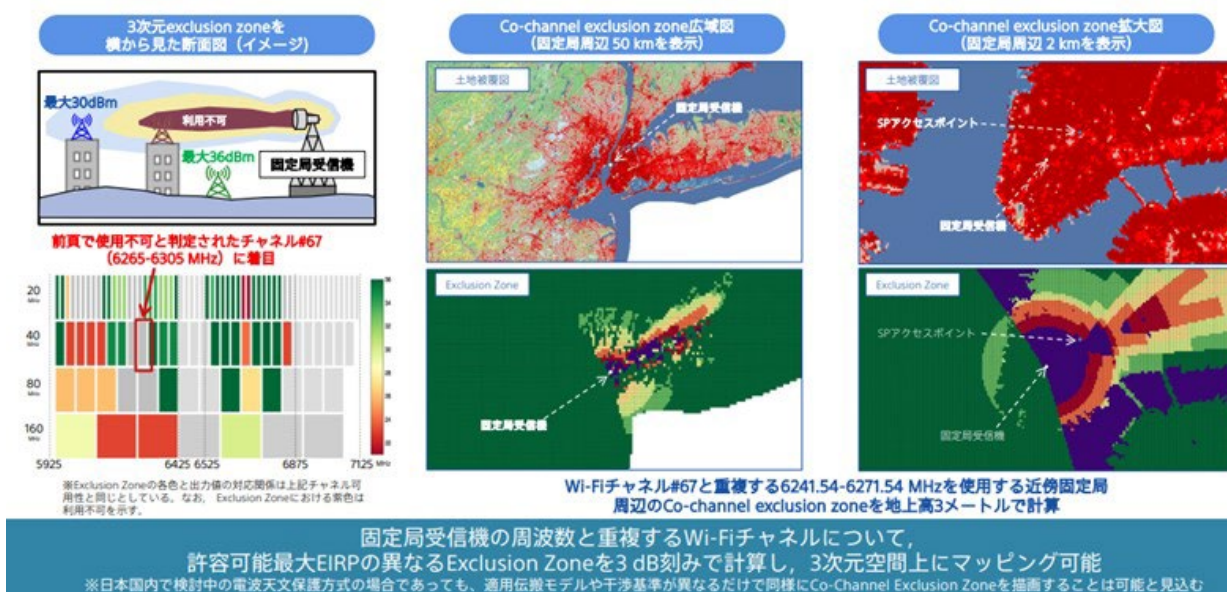


図 参-5 固定局周辺に形成できる 3 次元 Co-channel exclusion zone マッピング

図参-6 は、図参-5 で着目したチャンネルの隣接チャンネルであり、ニューヨークの平常時の Wi-Fi チャンネル可用性計算結果において最大出力で使用可とされた 40MHz 幅チャンネル (6305-6345 MHz) に着目し、当該チャンネルと隣接する 6241.54-6271.54 MHz を使用する近傍固定局周辺の Co-channel exclusion zone を地上高 3 メートルで計算した結果をマップに示したものである。この例では、6265-6305 MHz 帯チャンネルの例とは異なり、ほぼすべての場所で出力制約が生じていないことが可視化されている。

固定局周辺に形成できる3次元Adjacent-channel exclusion zone

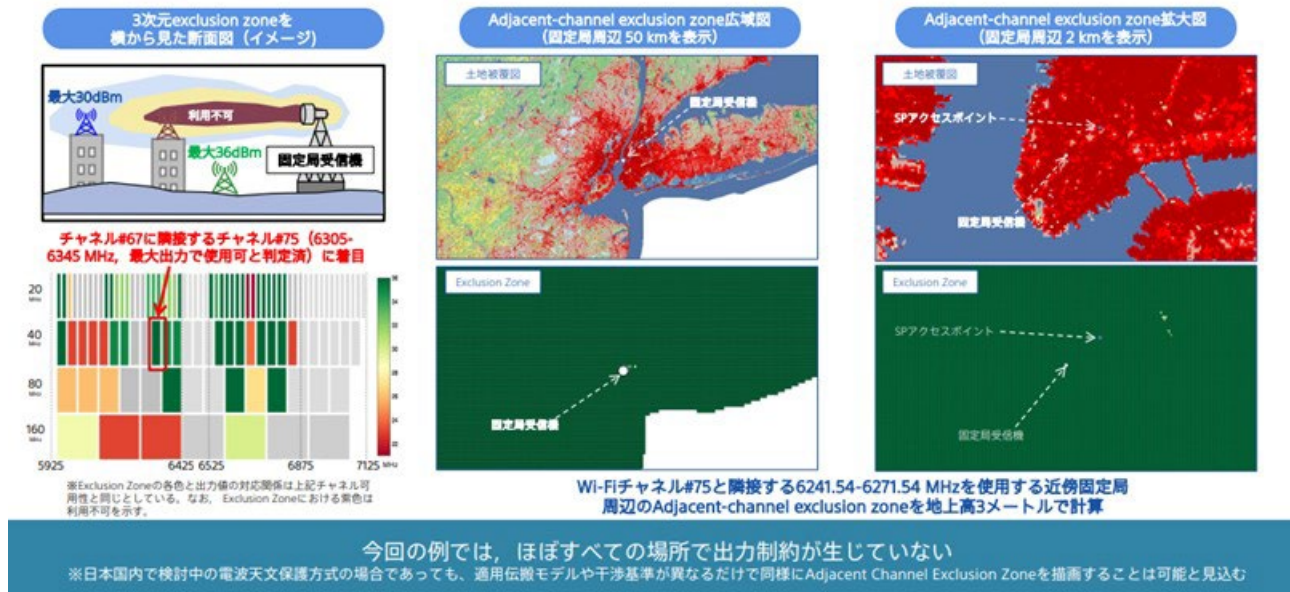


図 参-6 固定局周辺に形成できる 3 次元 Adjacent-channel exclusion zone マッピング

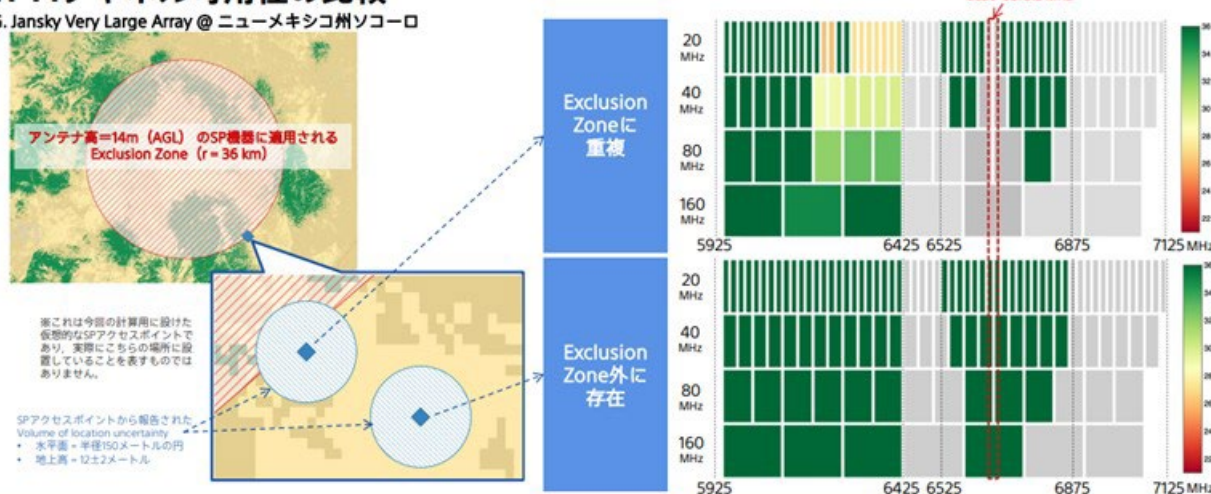
(4) 電波天文施設保護用 exclusion zone 内外の Wi-Fi チャンネル可用性

米国では、電波天文施設を保護するため、施設から一定の半径内を exclusion zone とする措置が取られている。そのため、exclusion zone 内外では Wi-Fi チャンネル可用性が変わる。図参-7 では、ニューメキシコ州ソコーロに所在する電波天文施設の exclusion zone を例にとり、exclusion zone 内外でのチャンネル可用性の比較を示している。

仮想 SP アクセスポイントを exclusion zone に重複する位置に設定して計算すると、電波天文周波数帯 (6650-6675.2 MHz) に重複する Wi-Fi チャンネルはすべて利用不可との結果になるのに対し、仮想 SP アクセスポイントを exclusion zone 外に存在する位置に設定して計算すると重複するチャンネルであってもすべて最大出力で利用可能という結果となる。

Radio LOSに基づく電波天文施設保護用exclusion zone内外のWi-Fiチャンネル可用性の比較

Karl G. Jansky Very Large Array @ ニューメキシコ州ソコーロ



電波天文周波数帯 (6650-6675.2 MHz) に重複するWi-Fiチャンネルを可用性リストから適切に除外可能
 また、固定局保護の影響次第では十分な量のWi-Fiチャンネルを利用可能

図 参-7 電波天文施設保護用 exclusion zone 内外の Wi-Fi チャンネル可用性の比較

このように、AFC システムは電波天文周波数帯に重複する Wi-Fi チャンネルを可用性リストから適切に除外可能であり、一方で固定局保護の影響次第では十分な量の Wi-Fi チャンネルを利用可能である。これにより、干渉保護と Wi-Fi に必要なチャンネルの確保を両立可能であるということが示された。

(5) 特定 Wi-Fi チャンネルの使用を一時的に制限する exclusion zone の構築

AFC システムには、有害な干渉の発生に対応するため、特定 Wi-Fi チャンネルの使用を一時的に制限する exclusion zone を任意の場所に構築する機能も組み込まれている。

図参-8 は、サンノゼにおいて 5980-6020 MHz の利用を禁止する exclusion zone を構築した上で、exclusion zone 内に含まれる仮想 SP アクセスポイントについて、構築の前後での Wi-Fi チャンネル可用性の計算結果の比較を示している。exclusion zone 構築前は 5980-6020 MHz 帯と重複するチャンネルはすべて利用可能と計算されていたのに対して、構築後はすべての重複チャンネルが利用不可と判定されている。

特定Wi-Fiチャンネルの使用を一時的に制限するexclusion zoneの 任意の場所への構築前後のWi-Fiチャンネル可用性比較

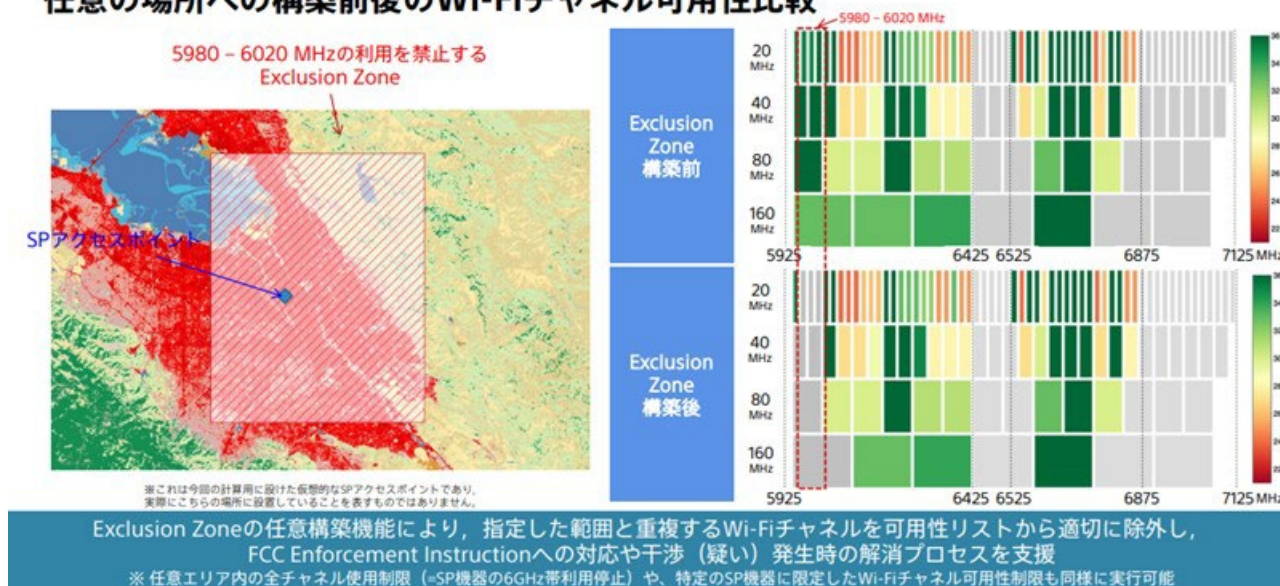


図 参-8 特定 Wi-Fi チャンネルの使用を一時的に制限する exclusion zone の任意の場所への
構築前後の Wi-Fi チャンネル可用性比較

このように、AFC システムは、exclusion zone の任意構築機能により、指定した範囲と重複する Wi-Fi チャンネルを可用性リストから適切に除外し、FCC からの措置の指示への対応や干渉（疑い）発生時の解消プロセスを支援することが可能である。また、任意エリア内の全チャンネル使用制限（エリア内における、SP モード機器の 6GHz 帯利用停止を意味する）や、特定の SP モード機器に限定した Wi-Fi チャンネル可用性制限も同様に実行可能となっている。