

AFC運用に関する基本的な考え方 (概要)

2025年3月19日

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

検討の背景

我が国において、6GHz帯無線LANの周波数拡張等に必要なAFCシステムの導入を実現するため、無線設備の技術的条件とともに、AFCシステムに必要となる技術要件やAFCシステムのプロトタイプ^①の構築、AFC運用のあり方の検討などが必要である。

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：梅比良主任ほか 事務局：基幹通信室

【無線設備の技術的条件】

- ・6GHz帯高出力無線LANと既存無線通信システムとの周波数共用条件の検討

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^②

構成員：高田主任ほか 事務局：基幹通信室

【AFC運用体制等の検討】

- ・6GHz帯無線LANの周波数拡張・屋外高出力利用に必要なAFCシステムについて運用体制や運用モデルのあり方等について検討する。

【主な議題】

- ・諸外国における導入事例の検証
- ・我が国における運用体制（運用主体等）や運用モデル（収支モデル、費用負担のあり方等）についての検討 など

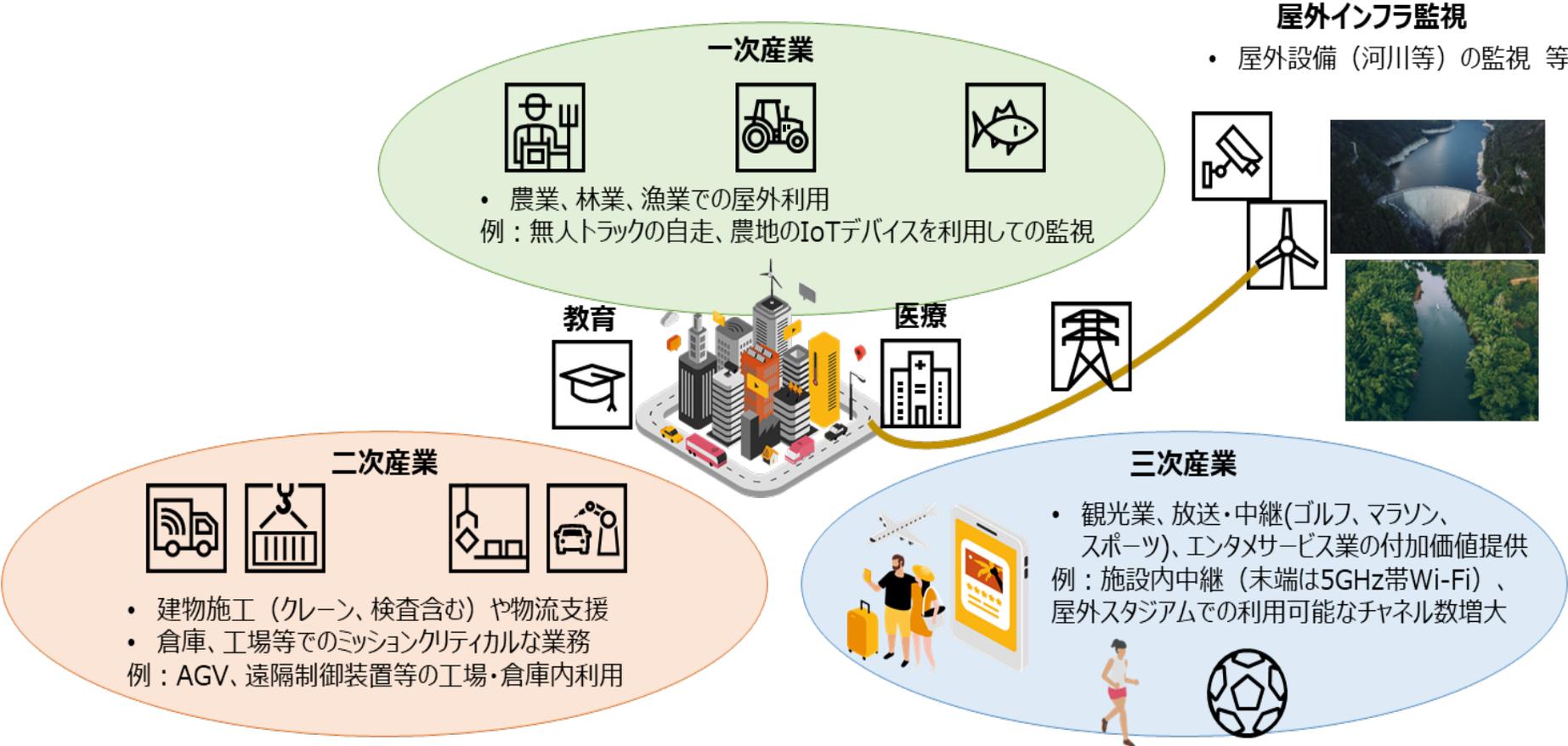
【AFCの構築・動作検証】

- ・実環境下でAFC機能を検証するための技術試験事務（海外動向、プロトタイプ^①の構築・動作検証、技術的条件の検討に係る調査を実施）

請負事業者：日本電気株式会社

AFCシステム導入の意義

AFCシステムにより利用可能となるSP (Standard Power) モードは、国内でも既に導入されているVLP (Very Low Power) モードやLPI (Low Power Indoor) モードと比較しても、通信速度やエリアカバーに優れていることから、一次・二次・三次産業それぞれ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：SPモードの活用ニーズや想定ユースケースの全体像

AFCシステムの今後の可能性

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、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、今後、AFCの技術を転用することで、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予定。

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。

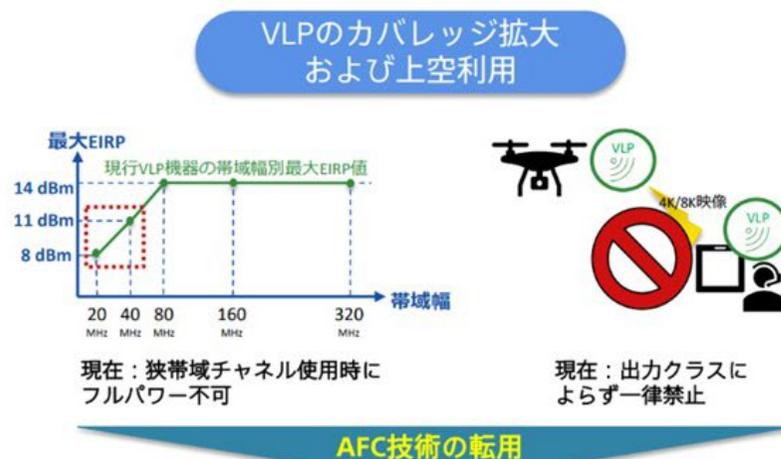
AFC技術を基盤とする6GHz帯無線LANのさらなる適用領域拡大



- 対応ユースケース多様化^(※1)にむけた
AFC機能拡張の検討段階
- FWA利用促進に向けた最大EIRPの引き上げ、アンテナ指向性考慮
 - SPアクセスポイントの移動利用の許可

FWA Fixed Wireless Access
LPI Low Power Indoor
VLP Very Low Power

*1: FCC 1st FNPRM (ECC-20-51) より。
*2: FCC 2nd FNPRM (ECC-23-86) より。



- AFCライクなGeofencing System^(※2)による高出力化や
上空利用^(※3)の実現可能性の検討段階
- 帯域幅によらず21 dBmまでの引き上げを期待する声もあり^(※4)
 - 我が国の5GHz帯無線LANの上空利用では最大80MHz幅^(※5)

*3: FCCの2nd FNPRM提案でUncrewed Aerial System (UAS) への適用について意見募集実施 (2nd FNPRM (ECC-23-86)の1169参照)
*4: Apple (link), Qualcomm (link) のEx Parte filingより。
*5: 「5GHz帯無線LANの上空利用に係る技術的条件」より (link)

6GHz帯無線LANのさらなる適用領域拡大に伴う「既存システムへの新たな干渉リスク」をAFC技術により解消

(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

(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る、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。

諸外国での運用状況

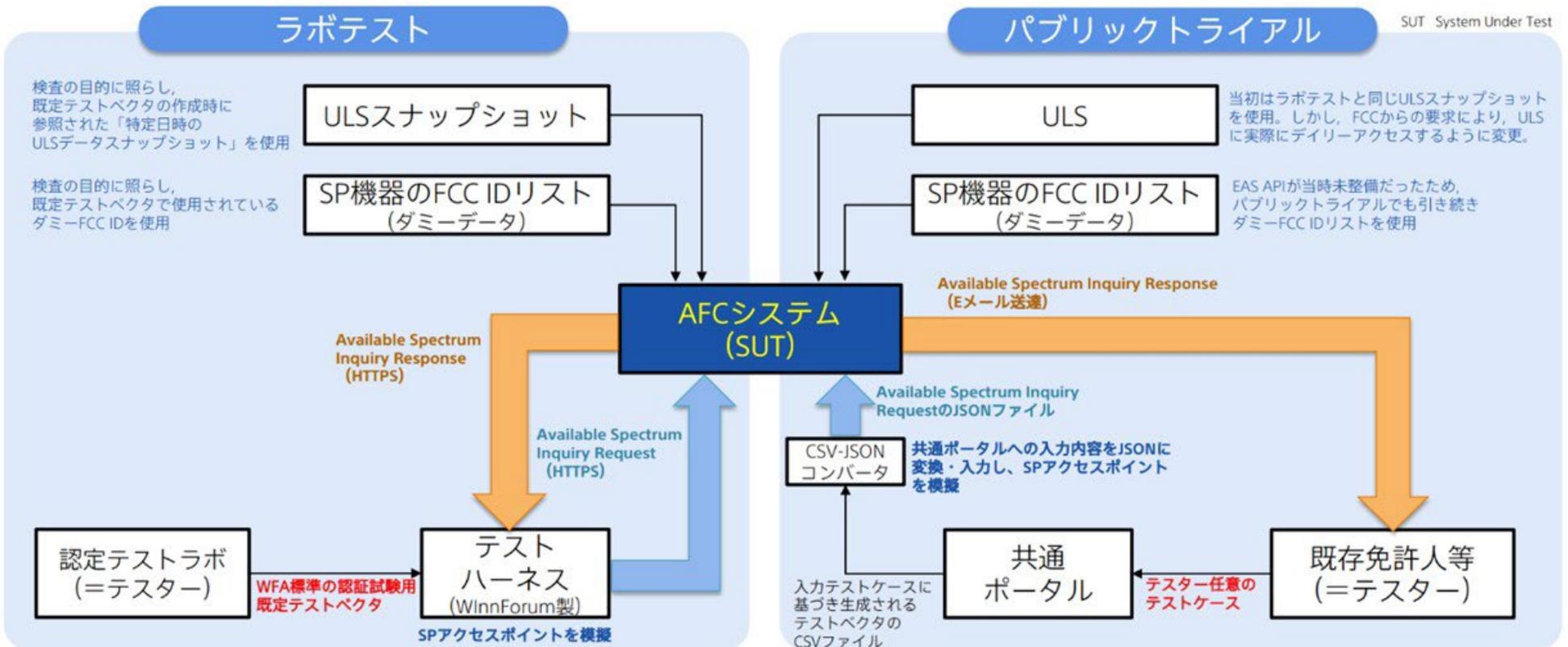
既に実運用が始まっている米国・カナダでの運用状況について、AFCシステム運用に当たって整理すべき課題ごとに主なポイントを整理。

	米国 	カナダ 
(1) AFCシステム オペレーターの 主体	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・規制機関の認証制度により既存免許人保護の実効性を担保している 	
	・オペレーター：民間8者（2025年2月末時点）	・オペレーター：民間3者（2025年2月末時点）
(2) オペレーター に対する監督 体制	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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は、規制機関のレビュー・承認を経る必要がある 	
	・オペレーターの任期は5年間	・オペレーターの任期の制限なし
(3) ビジネスモデル	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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している 	
(4) AFCシステム の実運用	<ul style="list-style-type: none"> ・有害な干渉の具体的な定義がなく、規制機関内で検討中 ・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、AFCシステムの運用を停止する必要はない 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・AFCシステムの認証は、FCCによるパブリックコンサルテーション、書類審査の後、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 ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・AFCシステムの認証は、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 ・米国のようなポータルサイトはないが、AFC導入後、干渉疑いの報告はない

(参考) 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

米国における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。

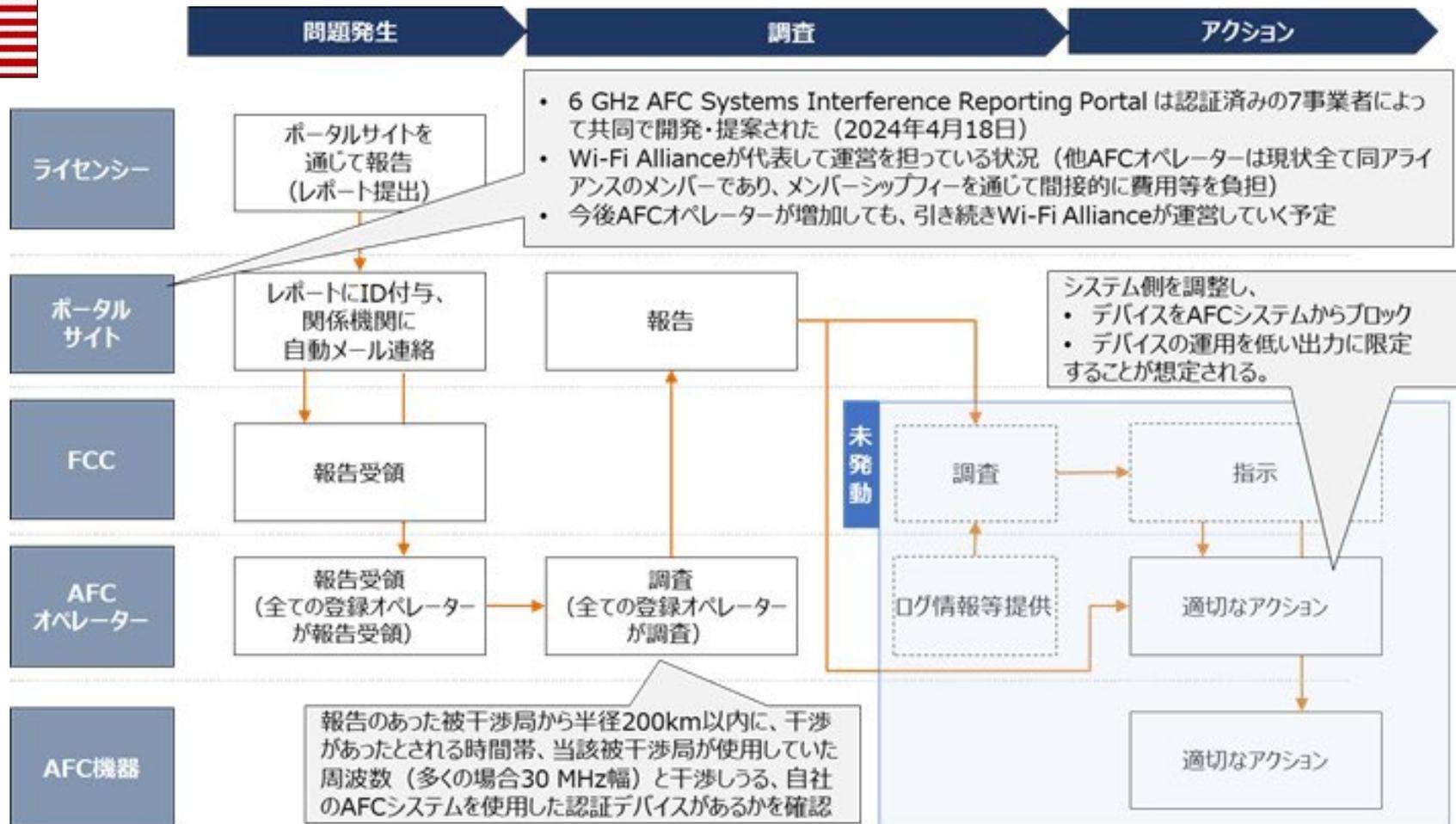
- ▶ ラボテストでは、基本の機能要件適合性検査用の既定テストベクタを使用。
- ▶ パブリックトライアルでは、AFCシステム実演の一環で、既存免許人等のステークホルダーにAFC計算結果確認機会を連続45日間、異議申立機会をその後の15日間に渡って提供。



(参考)米国における干渉対応フロー

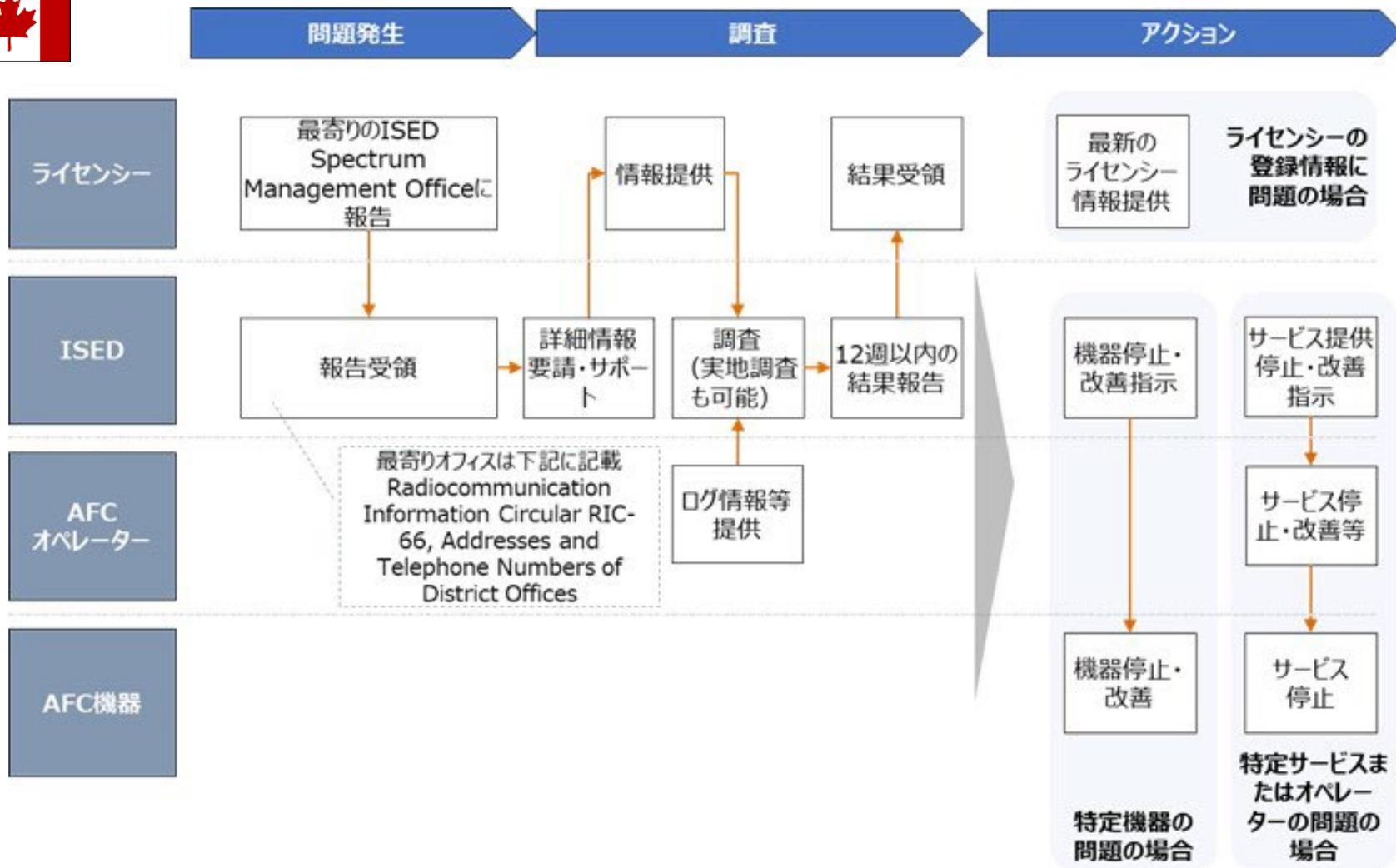
米国では2024年4月に既存免許人が干渉発生疑いの報告を行うための干渉報告用ポータルサイト(干渉報告ポータル)が有効化されている。

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。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。



(参考)カナダにおける干渉対応フロー

ナダでは、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。



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①

	意見	提案
<p>(1) AFCシステム オペレーターの 主体</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・(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 ・特定の利益団体に影響されないことが必要 ・オペレーターを民間に任せることで、既に市場に拡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 	<ul style="list-style-type: none"> ・公共的な団体の場合、事業撤退のリスクが低いですが技術発展等への迅速な対応に制約がかかる。一方、民間企業の場合、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る。 ・単独の場合、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、干渉発生時に要因の特定に比較的時間がかかる。
<p>(2) オペレーター に対する監督 体制</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・一旦停波して干渉源を取り除けるかの確認するスキームがあってもいい ・民間に任せていただければ、複雑な手続や申請は不要になるのではないか 	<ul style="list-style-type: none"> ・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と考えられる。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。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と考えられる。

	意見	提案
<p>(3) ビジネスモデル</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・ベンダーとオペレーターの間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 ・各個人が競争することは重要 ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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ある ・費用回収方法については、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
<p>(4) AFCシステムの実運用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・AFCシステムは、既存事業者の保護が第一の役割 ・干渉発生はシステムオペレーター側の一義的な責任があるとはいえない ・AFCシステムは、どのAPが干渉原因であるという特定まではできない ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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 ・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 ・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)の主体が想定されるのではないか。 ・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 ・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

これまでのアドホックグループでの意見や、各提案に関するメリット・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) オペレーターに対する監督体制

- ・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ただけでなく、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、特定の利用者により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ういうものか、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。

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。

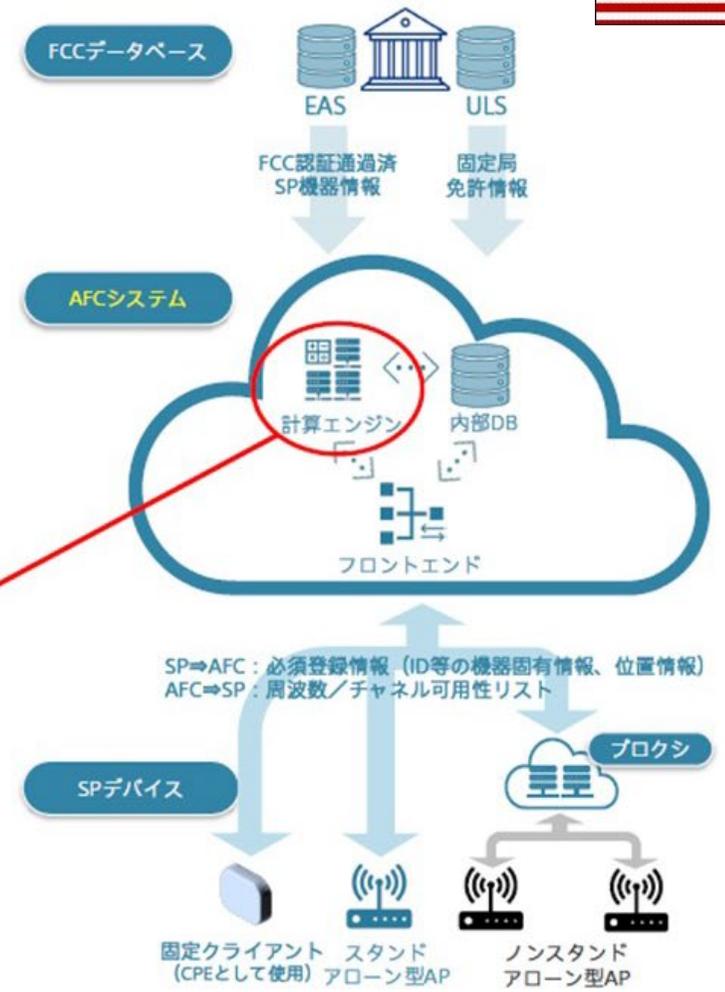
アドホックグループの第4回会合において、AFCシステムの簡易デモンストレーションとして、ソニー社により、米国で既に運用中の自社のAFCシステムを用いたWi-Fiチャンネル可用性の計算結果の例が紹介された

ソニーのAFCシステム基本仕様



すべての重要機能が業界標準・ガイドラインに準拠	
対応地域・周波数帯	<ul style="list-style-type: none"> 米国 (FCC Part 15 Subpart E) <ul style="list-style-type: none"> - 5925 - 6425 MHz (U-NII-5) - 6525 - 6875 MHz (U-NII-7)
AFC - SP機器間インタフェース	<ul style="list-style-type: none"> WFA AFC System to Device Interface specification準拠 5G NR用拡張対応 (WINNF-TS-3007準拠) ※1 320 MHz チャンネル対応※2
サーバ証明書	<ul style="list-style-type: none"> AFC用証明書ポリシー (WINNF-TS-2013) 準拠
クライアント認証方式	<ul style="list-style-type: none"> 業界ガイドライン (WINNF-TR-2012) 対応 <ul style="list-style-type: none"> - クライアント証明書 (WINNF-TS-2013準拠) ベース - ペアトークンベース
既存システム保護方式	固定業務 <ul style="list-style-type: none"> WINNF-TS-1014準拠 <ul style="list-style-type: none"> - RPE: デフォルト (FCC Part 101.115, ITU-R F.699-8) - 雑音: 代表値 WINNF-TS-5008 準拠 Building Entry Loss (6 dB) 対応※3
	電波天文施設 <ul style="list-style-type: none"> WINNF-TS-1014準拠 カナダ国内Dominion Radio Astrophysical Observatory (DRAO) ※4 保護

※1: 現行の認証試験用テストベクターでは5G用拡張は未対応。ソニーのAFCの内部的には独自に対応済だが、機能有効化にはFCCの承認が別途必要。5G用テストベクターはWinnForumが策定済。
 ※2: 現行の認証試験用テストベクターでは320MHz幅は未対応。ソニーのAFCの内部的には独自に対応済だが、機能有効化にはFCCの承認が別途必要。
 ※3: FCCによりBEL適用に関するWaiver Request承認済。機能有効化についてはオフラインで経議議論中。
 ※4: 米国-カナダ国境から約35km地点に存在。WFAの“AFC System (SUT) Compliance Test Plan”および認証試験用テストベクターで考慮。
 BEL: Building Entry Loss RPE: Radiation Pattern Envelope

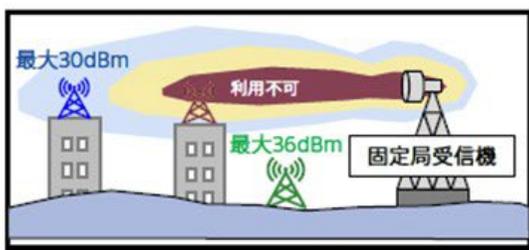


ニューヨークの平常時のWi-Fiチャンネル可用性計算結果において使用不可とされた40MHz幅チャンネル(6265-6305MHz)に着目し、当該チャンネルと重複する6241.54-6271.54 MHzを使用する近傍固定局周辺のCo-channel exclusion zoneを地上高3メートルで計算した結果をマップに示したものである。SPアクセスポイントの位置が利用不可のゾーンに含まれてしまっていることが可視化されている。

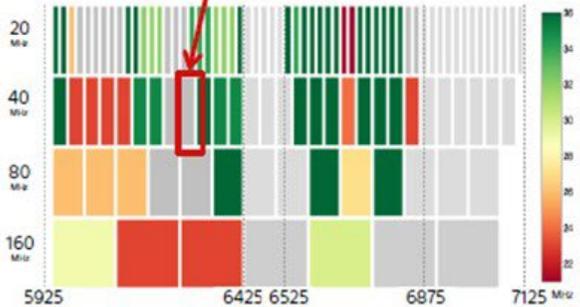


固定局周辺に形成できる3次元Co-channel exclusion zone

3次元exclusion zoneを横から見た断面図 (イメージ)

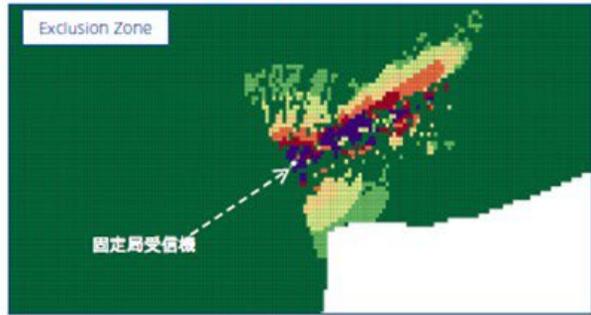


前頁で使用不可と判定されたチャンネル#67 (6265-6305 MHz) に着目

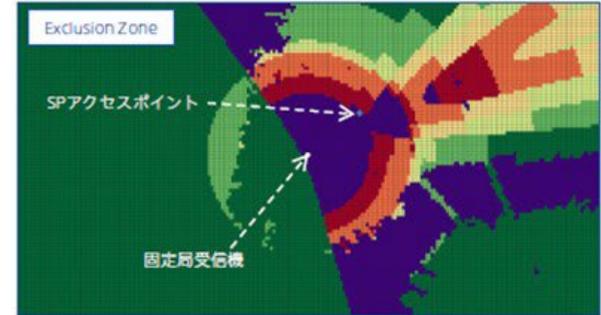
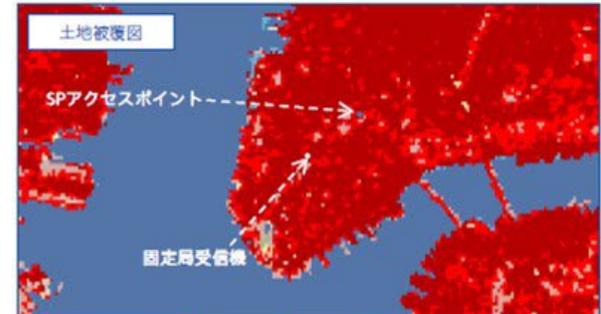


※Exclusion Zoneの各色と出力値の対応関係は上記チャンネル可用性と同じとしている。なお、Exclusion Zoneにおける紫色は利用不可を示す。

Co-channel exclusion zone広域図 (固定局周辺 50 kmを表示)



Co-channel exclusion zone拡大図 (固定局周辺 2 kmを表示)



Wi-Fiチャンネル#67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

固定局受信機の周波数と重複するWi-Fiチャンネルについて、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
※日本国内で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Co-Channel Exclusion Zoneを描画することは可能と見込む

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。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(6650-6675.2MHz)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

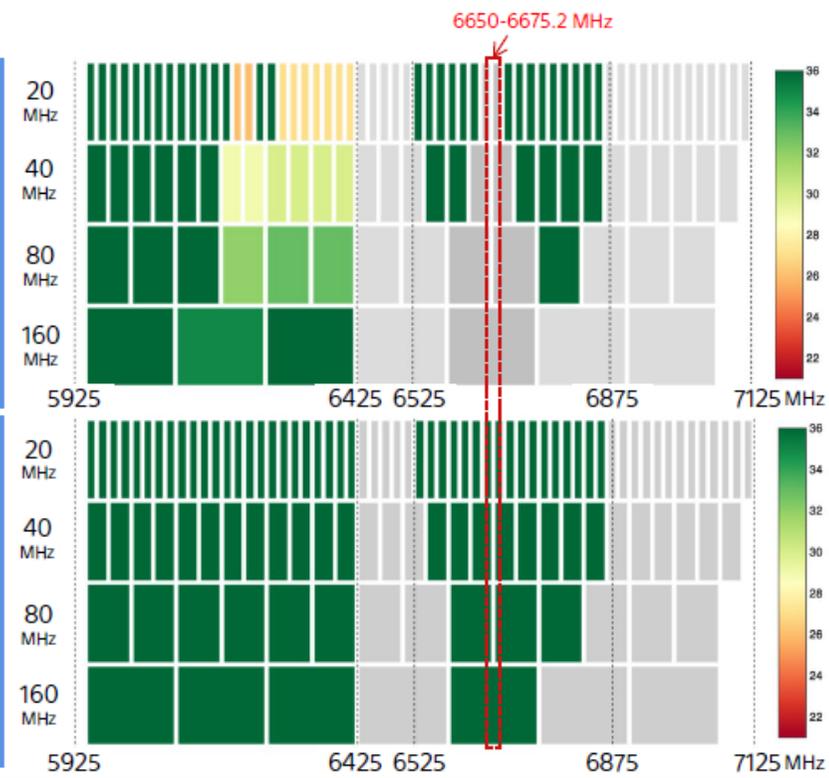


※これは今回の計算用に設けた仮想的なSPアクセスポイントであり、実際にこちらの場所に設置していることを表すものではありません。

- SPアクセスポイントから報告された Volume of location uncertainty
- ・ 水平面 = 半径150メートルの円
 - ・ 地上高 = 12±2メートル

Exclusion Zoneに重複

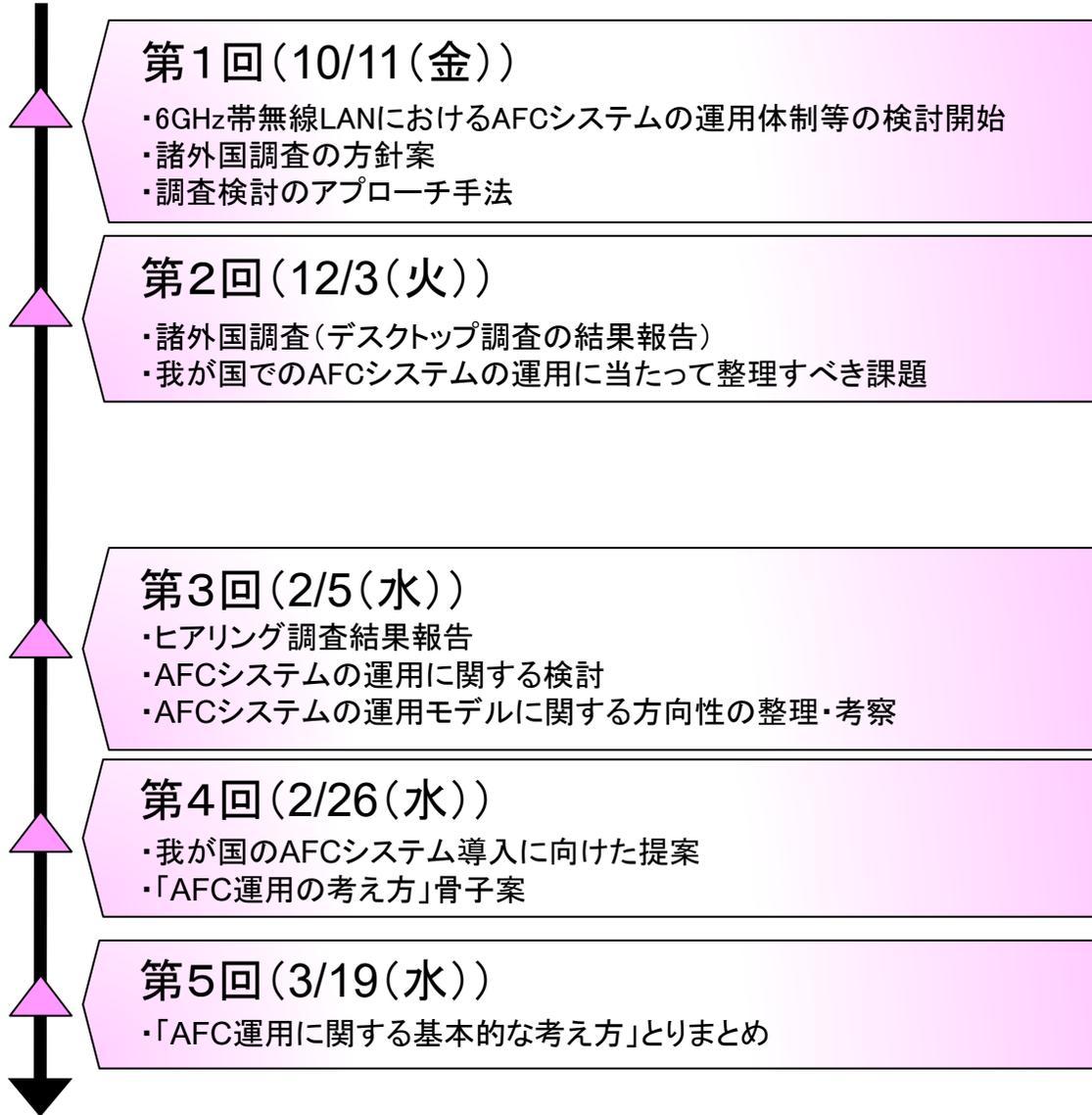
Exclusion Zone外に存在



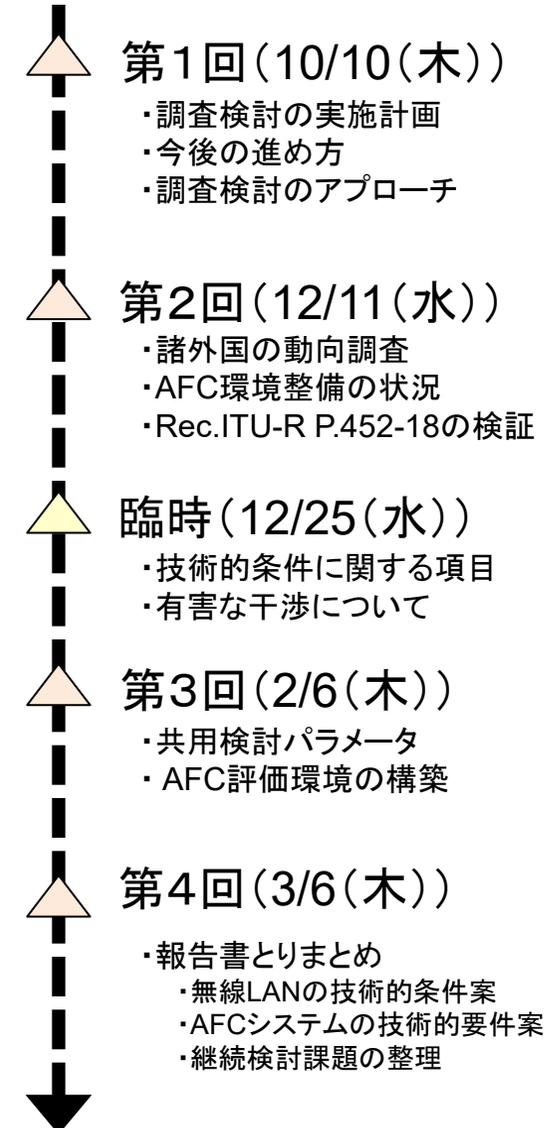
電波天文周波数帯 (6650-6675.2 MHz) に重複するWi-Fiチャンネルを可用性リストから適切に除外可能
また、固定局保護の影響次第では十分な量のWi-Fiチャンネルを利用可能

(参考)これまでの検討経緯

<AFCシステム運用検討アドホックグループ>



<技術試験事務(調査検討会)>



(敬称略、主任以外、氏名五十音順)

主任

No.	氏名	所属
1	高田 潤一	東京科学大学 執行役副学長(国際担当)
2	安藤 憲治	電気事業者連合会 情報通信部 副部長
3	井原 伸之	株式会社フジテレビジョン 技術局 技術戦略部 部長
	木村 亮太	ソニーグループ株式会社 デジタル&テクノロジープラットフォーム アドバンス トテクノロジー(第1回(10/11)会合まで)
4	小林 佳和	日本電気株式会社 BluStellar セールス統括部 第3テックセールスグループ 技術主幹
5	成清 善一	日本放送協会 技術局 計画部 チーフエンジニア
6	平松 正顕	国立天文台 天文情報センター 周波数資源保護室
7	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)
8	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
9	吉田 英邦	無線LANビジネス推進連絡会 企画・運用委員会 委員長