

AFCシステム運用検討アドホックグループ

諸外国における6GHz帯周波数共用システム運用等 に関する調査の現状報告

令和6年12月3日(火)
PwCコンサルティング合同会社



目次

1. 調査状況概要

2. 米国・カナダ

1. 両国の比較及び共通点
2. 米国AFCシステム概要
3. カナダAFCシステム概要
4. AFCオペレーターの実ビジネスモデル
5. 干渉対応
6. AFCシステム導入による今後の課題・展望(米国)

3. その他導入検討中の各国の状況

1. 各国検討状況①(韓国)
2. 各国検討状況②(欧州)
3. 各国検討状況③(欧州以外)

1. 調査状況概要

1. 調査状況概要

- 本日は諸外国調査について、現状の調査結果をご報告させていただく。

調査対象	AFCシステムの導入・検討状況	調査状況、結果概要
米国	導入済み	<ul style="list-style-type: none"> • FCCや各AFCオペレーターについてデスクトップ調査を実施 → ビジネスモデルや実運用の詳細についてはさらなる深掘りが必要 • AFCオペレーター（7社）についてはヒアリングを順次実施中 • 今後、FCCへのヒアリングも予定
カナダ	導入済み	<ul style="list-style-type: none"> • ISEDや各AFCオペレーターについてデスクトップ調査を実施 → ビジネスモデルや実運用の詳細についてはさらなる深掘りが必要 • AFCオペレーター（2社）についてはヒアリングを順次実施中 • 今後、ISEDへのヒアリングも予定
韓国	検討中	<ul style="list-style-type: none"> • 検討状況や予定している運用モデルについてデスクトップ調査を実施 • 今後、MSITへのヒアリングも予定
欧州		<ul style="list-style-type: none"> • 検討状況や予定している運用モデルについてデスクトップ調査を実施 • 欧州全域でのAFCの導入に向けた検討は、6GHz帯の割り当てや共有利用の方針を模索している状況であり、導入には至っていない • 今後、CEPTへのヒアリングを予定
英国		<ul style="list-style-type: none"> • 検討状況についてデスクトップ調査を実施 • 欧州全域におけるAFCの導入に係る検討が進行中であるところ、そちらの議論の完了後に国内における具体的なAFC導入の議論が開始されるものと推測される
ドイツ		
フランス		
オーストラリア		<ul style="list-style-type: none"> • 検討状況についてデスクトップ調査を実施 • AFCシステム導入の具体的な目途は立っていない
ブラジル		
サウジアラビア		

※ 国際標準化機関については、「Wireless Broadband Alliance」を米国AFCオペレーター調査の一環として調査

2. 米国・カナダ

2. 米国・カナダ

2-1. 両国の比較及び共通点

AFCシステム概要

- ・米国・カナダにおいては既にAFCシステムの運用が開始されている。
- ・両国間ではAFCオペレーターの任期、認証制度のプロセス、干渉時の対応に若干の違いがみられるが、違いの背景に存在する思想については、今後のヒアリングで確認していく予定。

AFCシステム概要のアメリカ・カナダの比較及び共通点

項目	アメリカ	カナダ	
AFC対象周波数	<ul style="list-style-type: none">・ 5925～6425MHz (U-NII-5帯)・ 6525～6875MHz (U-NII-7帯)	<ul style="list-style-type: none">・ 5925-6875 MHz	
AFC導入状況	<ul style="list-style-type: none">・ 導入済み：2024年2月に7事業者をAFCオペレーターに認証、7事業者が書類審査を通過した段階	<ul style="list-style-type: none">・ 導入済み：2023年12月に1事業者目、2024年10月に2事業者目をAFCオペレーターに認証。残り2社が認証待ち	
AFCオペレーターの要件	<ul style="list-style-type: none">・ 最低24時間に1回FCCのDB (ULS) にアクセス・ AFCオペレーターが機器を認証・登録・ カナダと異なり、AFCオペレーター任期が5年と定められ、その後の延長は実績に基づく・ 機器との通信にはセキュリティ・暗号化対応を要求	<ul style="list-style-type: none">・ 最低24時間に1回ISEDのDB (SMS) にアクセス・ AFCオペレーターが機器を認証・登録・ 任期についての言及はなし・ セキュリティ要求はあるが、暗号化には言及なし	
AFCオペレーター認証制度	<ul style="list-style-type: none">・ テスト計画等を詳述した申請書類を提出・ パブリックコメント・書類審査を経て条件付き認証・ パブリックトライアル・ラボテスト (Wi-Fi Allianceのフレームワークに則る) を経て認証・ サービス中止の際は30日以上前にFCCに連携	<ul style="list-style-type: none">・ テスト計画等を詳述した申請書類を提出・ 承認後、申請者によるテストを経て、その後ISEDによるテスト：パブリックコメント・トライアルは言及なし・ 認証に伴い、ISEDとAFCオペレーター間に認定書発行・ サービス中止の際は90日以上前にISEDに連携	
干渉	干渉件数	<ul style="list-style-type: none">・ 5件以下 (現時点までのヒアリングベース)	<ul style="list-style-type: none">・ 特になし (現時点までのヒアリングベース)
	干渉時の対応	<ul style="list-style-type: none">・ 全オペレーターが共同で開発し、Wi-Fi Allianceが代表して管理しているポータルに、ライセンスド・ユーザーが報告・ 報告内容は自動で各登録オペレーター、FCCに展開され、各社が調査・報告する。現時点ではFCCは監視のみ	<ul style="list-style-type: none">・ ライセンスド・ユーザーがISEDに報告・ ISEDが主導して調査・ その後、ISEDの指示を受けてAFCオペレーター・機器オペレーターが適切な対応措置

2. 米国・カナダ

2-1. 両国の比較及び共通点

AFCのビジネスモデル、収益性、課題・今後の方向性 等

- 基本モデルとしては、米国・カナダ共にAFCオペレーターの判断・運営に任せており、採算についても各自の責任とされている。その中で、各社とも収益化を目指している。

AFCのビジネスモデル、収益性、課題、今後の方向性 等

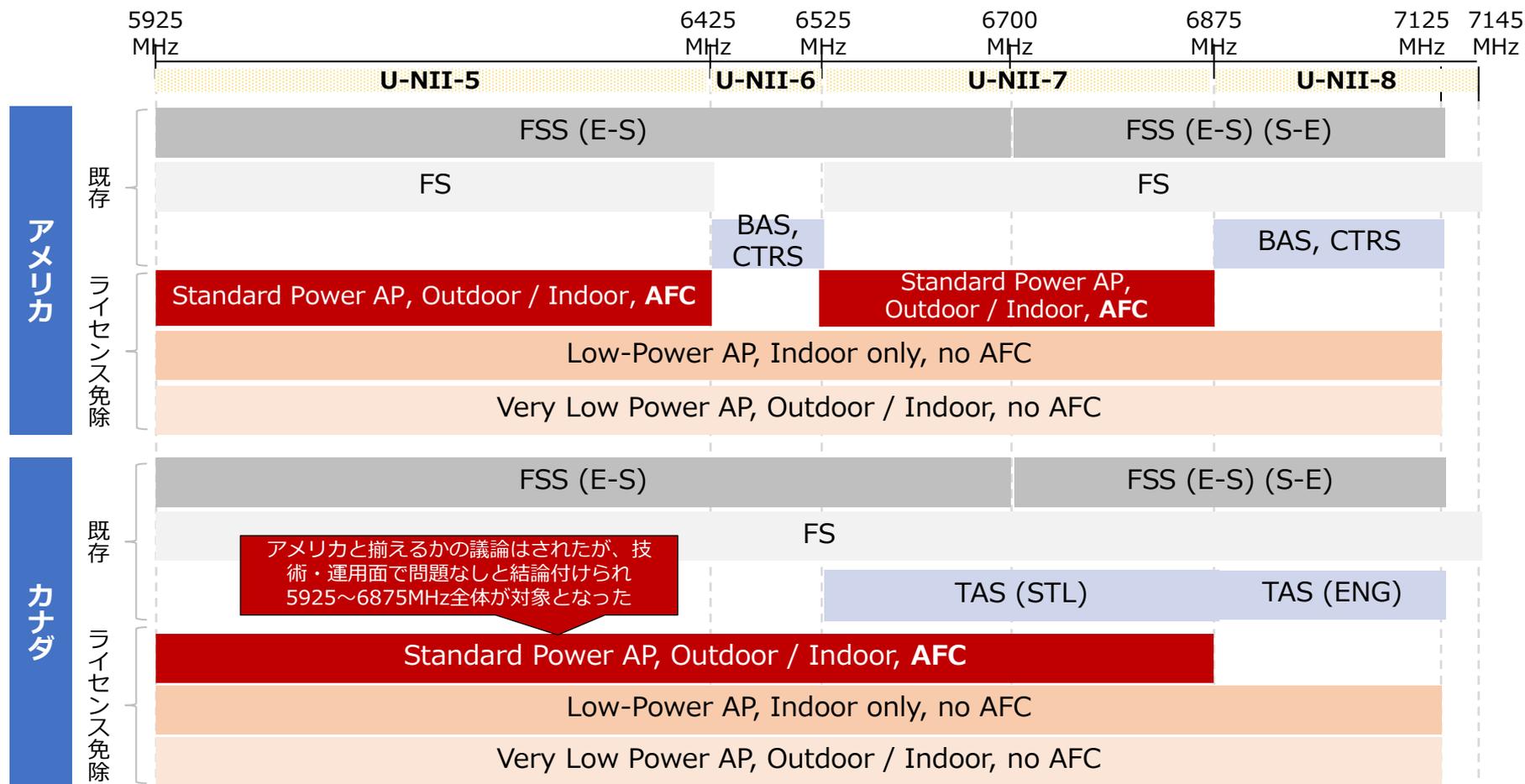
項目	アメリカ	カナダ
ビジネスモデル	<ul style="list-style-type: none">AFCオペレーター認証数：両国とも、複数の民間事業者を認証（アライアンスが母体の事業者含む）費用負担：両国とも、AFCオペレーターがシステム構築・運用費用を負っており、調査した限り政府からの出資は無い収益化の方法：何らかの契約（サブスクリプション等）に基づいてAFCサービス提供を有料化。事業者によっては、加えてAFC機器・ソリューション販売、デバイス・インテグレーション・ソリューション販売、ジオロケーション情報提供サービスも販売AFCオペレーターの裁量でチャージモデルが決定するが、その内容についてFCC（アメリカ）・ISED（カナダ）は監督権限を有している各社の参入モチベーション：各社ともAFCサービス提供だけでなくその先の様々なWi-Fi関連事業も含めた市場の広がり、収益化を期待している模様。アライアンスについても、基本的にはAFC関連事業を新たな収入源として見ており、単独での収益化を目指していることを確認	
AFCオペレーターの収益性	<ul style="list-style-type: none">各社ともAFCサービス・関連事業を開始して日が浅く、収益化できているとの回答はなし（収益化していない・見えていない・非開示のいずれか）ただし、向こう数年でAFCサービス利用者数が拡大すれば、特に高シェアの企業は収益化するとの見解も共有	
市場の広まり	<ul style="list-style-type: none">アメリカでは既に10社強の機器（ユニークデータポイントで70種類以上）がFCC認証済み、カナダは2社の機器のみISED認証済み導入コストの課題はありつつ、各社とも今後の市場の広がりに対して自信を見せている	
課題	<ul style="list-style-type: none">ライセンスド・ユーザーから下記が表明されたが、特に公式の検討・対応はなされていない<ul style="list-style-type: none">➢ 引き続き干渉への懸念が存在（ただし、実際の干渉報告は少ない）➢ 干渉問題報告ポータルの使用性等についての指摘➢ AFCコード変更・承認プロセスへの透明性確保AFCオペレーターより、特定タイプのSP機器（屋内でのみ使用）に対するサービス品質の揺れへの許可要求	<ul style="list-style-type: none">一部有識者からは、現時点でISEDが中心となっているオペレーション（干渉対応等）について、市場拡大に伴い見直しの余地がある点が指摘されている
今後の発展	<ul style="list-style-type: none">アンライセンスド・ユーザーへの7GHz帯アクセス開放についてAFCオペレーターから2024年に提言。その後特に公式な検討はなされていない状況その他、AI・ML活用、複雑化するサイバーセキュリティ対応の必要 等	<ul style="list-style-type: none">特筆すべき提言はデスクトップ調査では確認できず。

2. 米国・カナダ

2-1. 両国の比較及び共通点

両国のAFC対象帯域比較

- 米国とカナダでは、従前より既存ユーザーの6GHz帯の割り当て帯域が異なっていたことから、AFCシステムの対象帯域も異なっている。



※用語

- BAS (放送補助業務)
- CTRS (ケーブルテレビリレー業務)
- FS (固定通信業務)
- FSS(E-S) (固定衛星通信業務 (地上→衛星))

- FSS(E-S) (S-E) (固定衛星通信業務 (地上→衛星) (衛星→地上))
- TAS(ENG) (テレビジョン補助業務 (電子的ニュース取材))
- TAS(STL) (テレビジョン補助業務 (放送番組中継用回線))

出所: FCC、ISED、その他文献

2. 米国・カナダ

2-2. 米国AFCシステム概要

AFCシステムに係る検討・導入の経緯、背景 等

- 米国では既にAFCシステムが5925-6425MHz及び6525～6825MHzで導入されている。
- 2024年11月26日時点で7オペレーターが認証されている。
- FCCは急増するWi-Fi需要への対応策としてAFCシステムを導入しており、複数事業者を認証することでより良いサービスや低コスト化の実現を期待している。

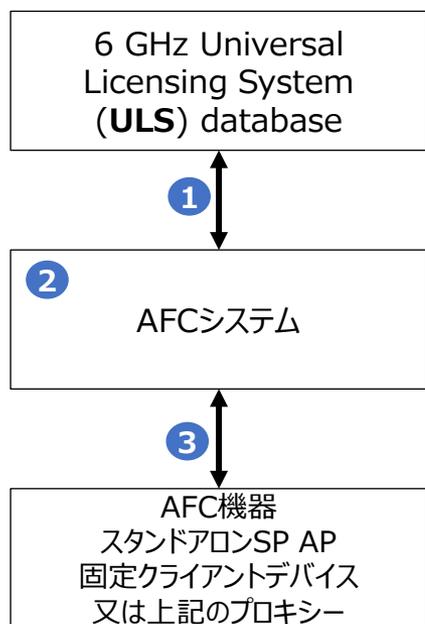
所管機関	<ul style="list-style-type: none">• FCC
6GHz帯導入状況・AFCの対象となる周波数	<ul style="list-style-type: none">• 下記周波数で導入済み<ul style="list-style-type: none">➢ 5925～6425MHz (U-NII-5帯)➢ 6525～6875MHz (U-NII-7帯)
AFCシステム導入・検討状況	<ul style="list-style-type: none">• 認証済み (2024年2月23日)<ul style="list-style-type: none">➢ 7社 : Qualcomm、Federated Wireless、Sony、Comsearch、Wi-Fi Alliance、Wireless Broadband Alliance、Broadcom• 条件付き認証<ul style="list-style-type: none">➢ Google、Kyrio、Key Bridge Wireless、Nokia Innovations、Plume Design、RED Technologies、C3SPECTRA• 書類提出済み<ul style="list-style-type: none">➢ AXON NETWORKS <p>• AFCオペレーター申請の受付開始 (2021/9/28) から最初の7事業者の正式認証 (2024/2/23) までの期間は約2年半</p>
6GHz帯、AFCの許可条件	<ul style="list-style-type: none">• 機器については出力制限について規定あり• AFCについては後述の要件、認証プロセスを経る必要以上の要件はなし
法制度設計の背景、検討状況、課題などの最新動向	<ul style="list-style-type: none">• 2018年10月のNotice of Rulemakingには、背景としてWi-Fi需要の急増を記載• 2020年のFCC-20-51A1においては、複数事業者をAFC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 を記載• 2023年10月には、Very Low Powerデバイスにも6GHzを開放

2. 米国・カナダ

2-2. 米国AFCシステム概要

AFCオペレーターの要件

- AFCオペレーターの要件として、データベースへのアクセス頻度や干渉対応、デバイス・連絡先の登録について定められている。
- また、米国ではAFCオペレーターの任期が5年となっている。



図表	分類	AFCオペレーターへの要件（概要、DBS-06より抜粋）
1	ULSへのアクセス	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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）
2	申請要件	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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
3	情報提供	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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

2. 米国・カナダ

2-3. カナダAFCシステム概要

AFCシステムに係る検討・導入の経緯、背景 等

- カナダでは既にAFCシステムが5925-6875MHzで導入されている。
- 2024年11月26日時点で2オペレーター(Qualcomm、Comsearch)が認証されている。
- カナダのAFCオペレーターには、申請時にカナダに物理的な事業拠点を置き、維持することが求められる。

根拠法令、所管機関	所管機関：ISED
6GHz帯導入状況・AFCの対象となる周波数	<ul style="list-style-type: none">• 既に導入済み<ul style="list-style-type: none">➢ アンライセンSRLAN, 5925-7125 MHz 帯➢ AFCシステム対象となるのは5925-6875 MHz帯
AFCシステム導入・検討状況	<ul style="list-style-type: none">• 現時点で2事業者を認証済み<ul style="list-style-type: none">➢ Qualcomm (2023年8月21日)➢ Comsearch (2024年10月9日)• 他2事業者は検討段階<ul style="list-style-type: none">➢ Federated Wireless, Inc. (2023年2月14日申請)➢ Wi-Fi Alliance Corporation (2023年4月11日申請) <p>• AFCシステムの技術・運用要件に関する文書のパブリックコンサルテーション (2022/05) から最初の事業者の正式認証 (2023/08/21) までの期間は約1年3ヶ月</p>
6GHz帯、AFCの許可条件	<ul style="list-style-type: none">• 機器については出力制限について規定あり• AFCについては後述の要件、認証プロセスを経る以外に、申請時にカナダに物理的な事業拠点を置き、維持することが求められる
法制度設計の背景、検討状況、課題などの最新動向	<ul style="list-style-type: none">• ISED (イノベーション・科学経済開発省) はRadiocommunication Act / Radiocommunication Regulationsの下、周波数マネジメントに責任を持つ• 2019年5月、カナダ政府はDigital Charterを策定、ユニバーサル・アクセスを最重要原則として挙げ、全てのカナダ国民がデジタル環境へのアクセスを得ることにコミット• 2021年5月のSMSE-006-21はthe Spectrum Policy Framework for Canada (SPFC)に則って策定

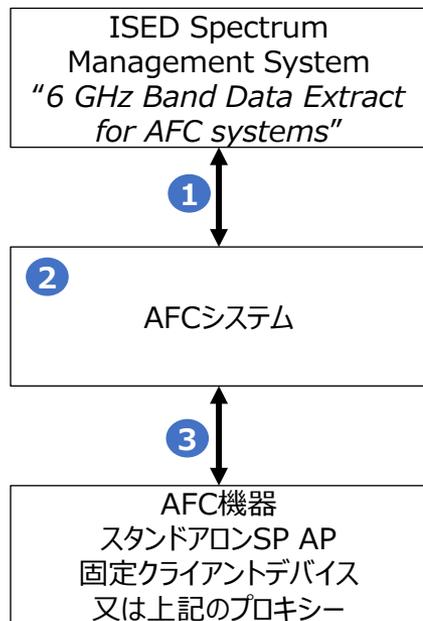
出所：ISED公開情報、PwC分析

2. 米国・カナダ

2-3. カナダAFCシステム概要

AFCオペレーターの要件

- DBS-06等ではAFCオペレーターの要件として、データベースへのアクセス頻度や干渉対応、デバイス・連絡先の登録について定めている。



図表	分類	AFCオペレーターへの要件（概要、DBS-06より抜粋）
①	SMSへのアクセス	<ul style="list-style-type: none"> 少なくとも24時間に一回、最新の6 GHz Band Data Extract for AFC systemsを取得する必要
	アクセス失敗	<ul style="list-style-type: none"> 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時間後も不良な場合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
②	申請要件	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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交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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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
③	機器情報登録	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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

2. 米国・カナダ

2-4. AFCオペレーターのビジネスモデル

AFCのビジネスモデル、収益性の概要

- 各オペレーターはサービスに加えてデバイス・インテグレーション・ソリューション等による収益源の拡大を模索中。
- 現時点では収益化していない(または情報非開示)だが、各社ともAFCサービス及び周辺事業での収益化を想定。

開発・運用コスト

開発コスト

各社大きく異なる

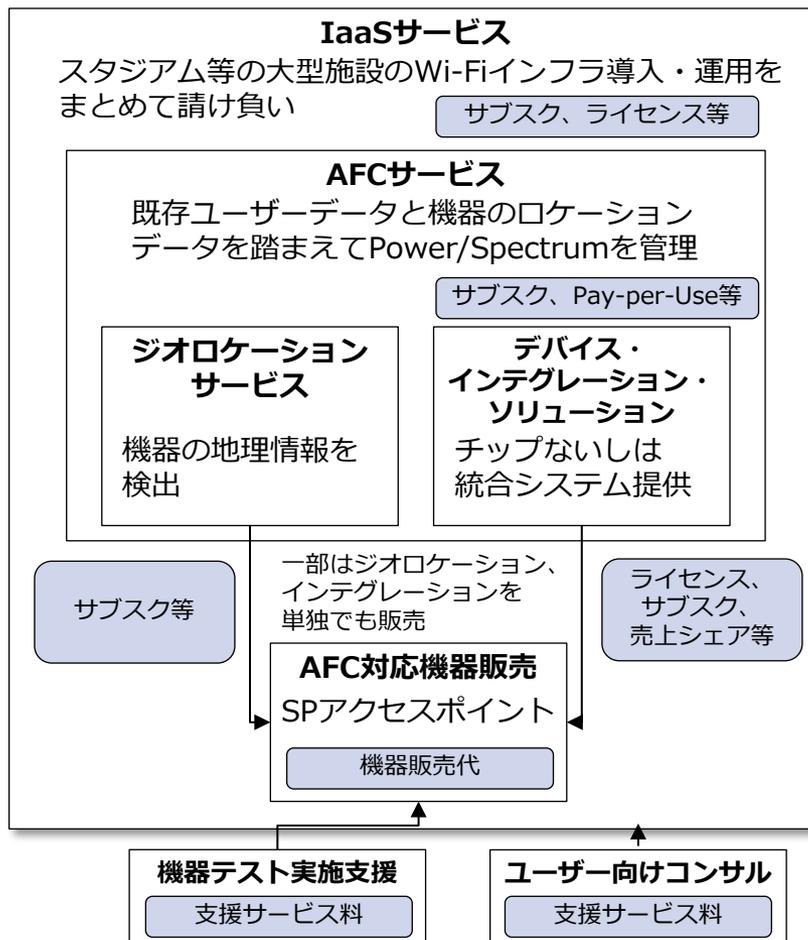
- 既存事業・アセットの転用可能性によりAFCオペレーターごとに幅あり
- 既に他周波数帯で関連事業を実施の場合：20M\$程度
- Open AFCを活用する場合：「250時間×人(約30人工)」程度
- ゼロから開発の場合：5名・2年間程度かかると想定
- エンジニアリング費用が大半

運用コスト

詳細非開示

- 具体的な費用は守秘義務もあり情報を得られなかった
- 営業費用が最も大きなコンポーネントである模様：顧客オンボーディングは1~3週間程度との声あり

ビジネスモデル (一般化)



収益性

AFCサービス単独

立ち上げ初期の現時点では収益化せずも、将来の展望あり

- ヒアリングでは、AP数増加に伴い向こう3~4年での黒字化の見込みとの声あり
- 収益改善のペースは市場シェアにもよる
 - 数年で上位シェアのAFCオペレーターに集約されていくとの声も

AFC関連事業全体

サービスより高収益?

- OEMベンダーへのチップ納入とそこから派生するレベニューシェアの方が収益性が高いとの声も
- AFCシステム自体の歴史が浅く、各社様々なビジネスモデルを検討・拡大している段階

- AFCサービス以外でも派生ビジネス・チャージモデルを模索中

2. 米国・カナダ

2-4. AFCオペレーターのビジネスモデル

AFCオペレーター間比較(1/2)

- 現時点(2024年11月26日)時点で認証されているAFCオペレーターは7社。
- 基本的に費用は各社負担で、少なくとも3社はシステム以外でも収益源を確保。
- 各オペレーターのごとの企業概要、AFCシステムの内容、提供サービスの詳細については、Appendixご参照。

カテゴリ	A社	B社	C社	D社	ヒアリング 未実施
AFC構築費用	自社 (エンジニアリング が大半だが詳細非開示)	自社	自社	自社	
AFCシステム運用管理費用	自社	自社	自社	自社	
ビジネスモデル					
AFCサービス販売	有 (年単位サブスクリプション、 最大8年の'ライフタイム'支払い)	有 (サブスクリプション)	有 (サブスクリプション、 Pay-per-use以外にも多様なモデル模索中)	有	
ジオロケーション 情報提供	有	なし	(単独ではなし)		
AFC機器・サービス販売	なし	有 (姉妹会社が機器販売)	なし (但し、提携先との レベニュー・シェア等は存在)		D社のAFC関連ビジネスについては ヒアリングで 要確認
デバイス・インテグレーション・ ソリューション・ソリューション 販売	有 (ただし、大抵がサービス 販売の一環として提供)	有 (ただし、大抵がサービス 販売の一環として提供)	有 (上記OEMパートナー に対してチップ販売のライセンス)		
現在の収益性 (AFC関連事業)	N/A (非開示)	N/A (非開示)	N/A (詳細非開示)	N/A (要ヒアリング)	

2. 米国・カナダ

2-4. AFCオペレーターのビジネスモデル

AFCオペレーター間比較(2/2)

- OpenAFCシステムを採用している3社についても、各自周辺ビジネスを展開している模様。

カテゴリ	E社	F社	G社	ヒアリング 未実施
AFC構築費用	自社 ※OpenAFCシステム活用	自社 ※OpenAFCシステム活用	自社 ※OpenAFCシステム活用	
AFCシステム運用管理費用	自社	自社	自社	
ビジネスモデル				
AFCサービス販売	有 (サブスクリプション)	有 (プリ・ローンチ段階)	有	
ジオロケーション 情報提供	なし	なし		デスクトップ調査の範囲ではなし：G社のAFC関連ビジネスについてはヒアリングで要確認
AFC機器・サービス販売	なし	有 (下記システム接続のオプションとして)		
デバイス・インテグレーション・ソリューション販売	有 (チップ販売。ライセンス等)	有 (機器側のシステム接続ポートサービス、サブスク)		
その他		機器側のテスト支援、エンドユーザーへのコンサル等		
現在の収益性 (AFC関連事業)	N/A (インタビューも開示なし)	事業のごく初期の段階のためコメントなしだが、CTOより収益性があるべきとの見解	N/A (他社より、G社も収益性を求めるとの見解あり)	

2. 米国・カナダ

2-4. AFCオペレーターのビジネスモデル

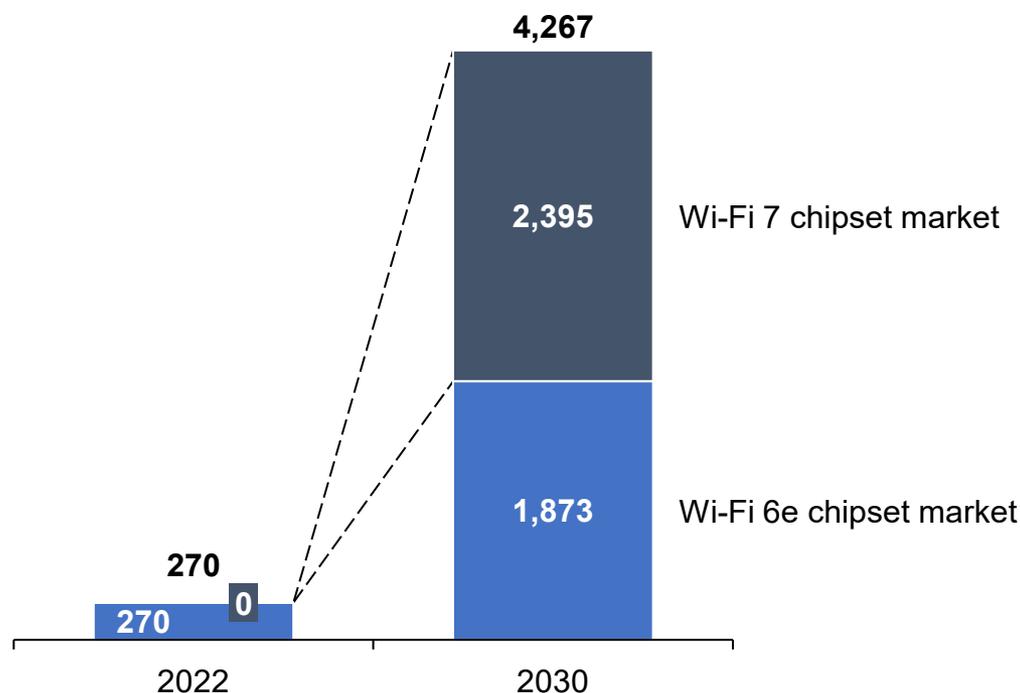
(参考)米国におけるAFCシステムに係る市場の現況

- 既に10社以上のデバイスが認証(11月26日時点)されており、今後のWiFi 6E/7市場の成長も期待される。

SP RLANデバイス認証状況

認証状況	<ul style="list-style-type: none">現時点で80+のデータポイントがDL可能(ユニークデータセット数は72)
詳細	<ul style="list-style-type: none">下記メーカーのデバイスが認証済み(※ ()内はユニークデータ数:品番、MHz帯)<ul style="list-style-type: none">➤ ASUSTeK (8)➤ Arista Network (2)➤ Broadcom (1)➤ Calix (2)➤ Cambium Networks (14)➤ Cisco (26)➤ Extreme Networks (2)➤ FCC Laboratory Test Grantee Company (7)➤ Hewlett Packard (6)➤ Ruckus Wireless (10)➤ Tarana Wireless (2)➤ Wireless (US) Inc (6)

米国Wi-Fi 6E/7チップセット市場(USD M)



(米加共通)ユーザー側でのSPデバイスの導入については、初期段階であるものの、各社成長を実感している。一方で、価格センシティブ性の高い顧客については、そのメリットについて更なる啓蒙が必要との声が聞かれた。

2. 米国・カナダ

2-4. AFCオペレーターのビジネスモデル

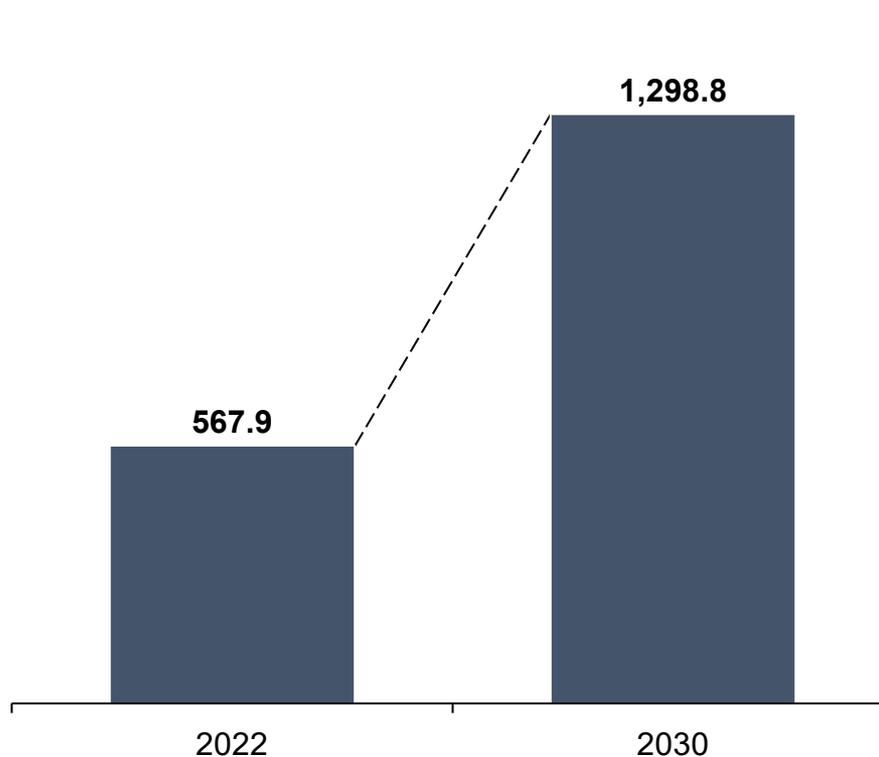
(参考)カナダにおけるAFCシステムに係る市場の現況

- 現時点でISEDに認証されているStandard Power RLANはCambium Networks社とTarana社のみ(11月26日時点)だが、今後市場の拡大が見込まれている。

SP RLANデバイス認証状況

認証状況	<ul style="list-style-type: none">現時点で71のユニークデータポイントがDL可能
詳細	<ul style="list-style-type: none">Cambium NetworkはePMP4600 (QualcommのNetworking Pro 1210 PFが搭載)等複数の認証(ユニークデータ数43)Tarana Wirelessは11月中旬に認証、ユニークデータ数はG1BN6ASI002モデル等28

カナダWi-Fi 6/6E/7チップセット市場(USD M)



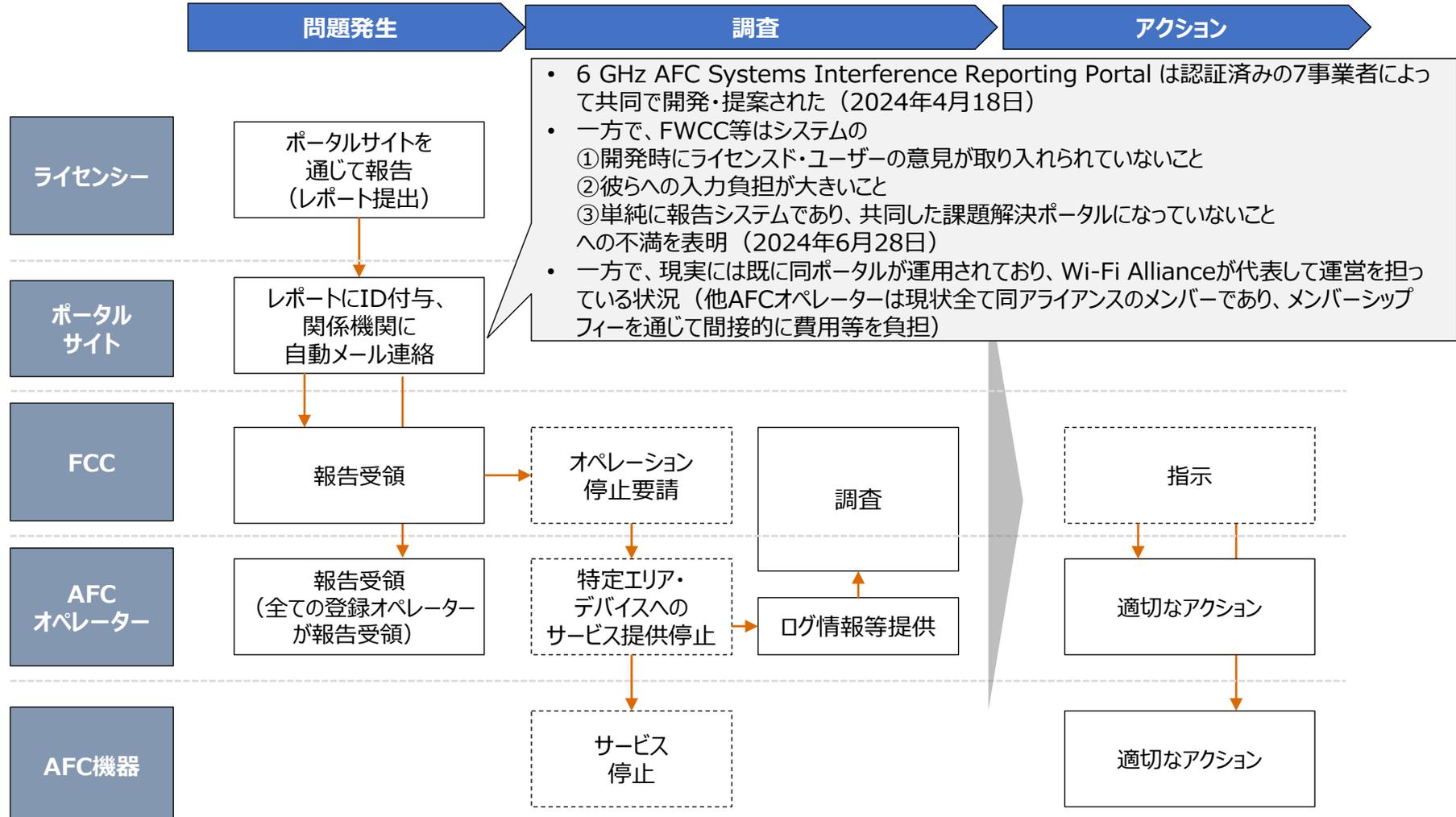
(米加共通)ユーザー側でのSPデバイスの導入については、初期段階であるものの、各社成長を実感している。一方で、価格センシティブリティの高い顧客については、そのメリットについて更なる啓蒙が必要との声が聞かれた。

2. 米国・カナダ

2-5. 干渉対応

米国における干渉報告時の対応

干渉報告時の対応については、AFC事業者が共同で立ち上げたポータルサイトでの一括管理がなされており、Wi-Fi Allianceが代表してその運営を担っている。



出所: Re: The Commission Begins the Process for Authorizing 6 GHz Band Automated Frequency Coordination Systems, ET Docket No. 21-352, FCC-20-51A1、エキスパートインタビュー、PwC分析

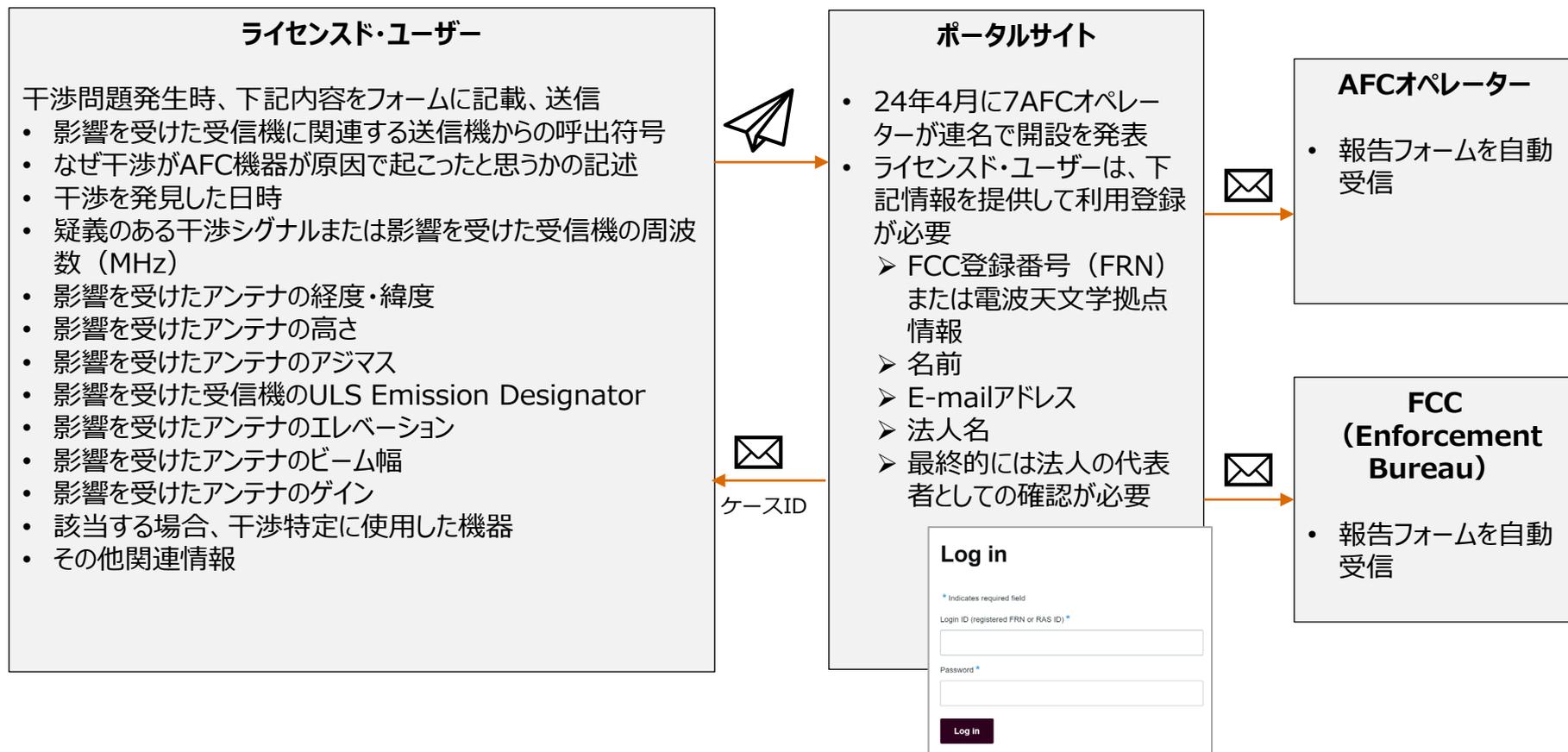
2. 米国・カナダ

2-5. 干渉対応

米国の干渉報告用ポータルサイト詳細

- 提案されているポータルサイトはライセンスド・ユーザーのみが利用可能で、干渉の報告があれば自動でFCCとAFCオペレーターにメールで報告内容が共有される。

アメリカの干渉報告システム詳細

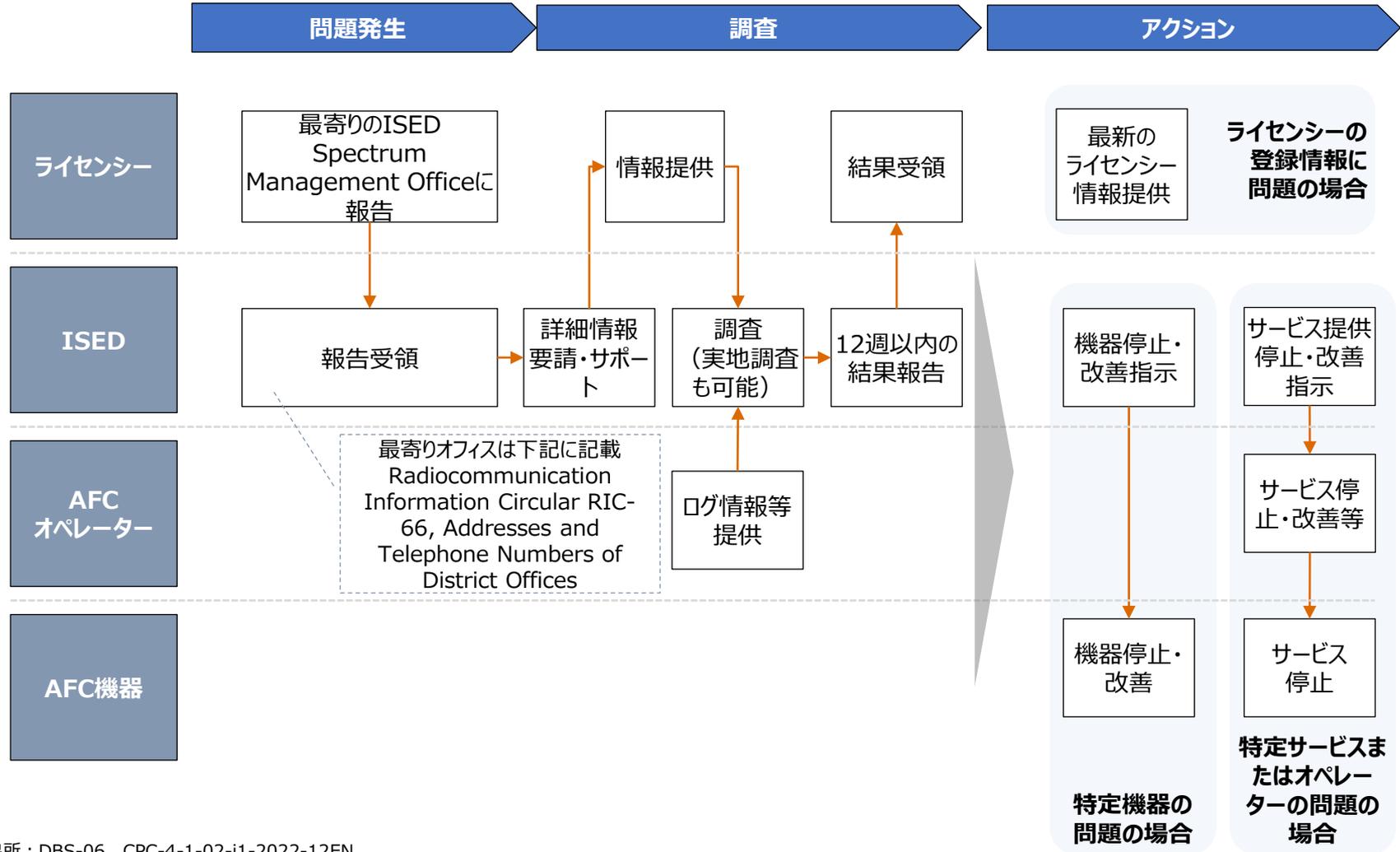


2. 米国・カナダ

2-5. 干渉対応

カナダにおける干渉報告時の対応

・干渉報告はISED管轄オフィスが一括で受付、AFCオペレーターは基本的にISEDの指示に従う。



出所：DBS-06、CPC-4-1-02-i1-2022-12EN

2. 米国・カナダ

2-6. AFCシステム導入による今後の課題・展望(米国)

- 米国では、AFCシステム運用に関してライセンスド・ユーザーからの懸念が存在するが、特に明確な議論がなされているわけではない。
- 今後の技術開発については、AFCオペレーター側から7GHzに関する提言はある一方、公式な議論はなされていない

サービス提供に係る課題

- Wi-Fi Alliance、SONY、Broadcom、Federated Wireless、Qualcommは下記の特例を許可するようFCC/OETに要求（24年6月時点）
 - 特定の、屋内でしか機能しない‘Composite’ SPデバイスに対応する際、建物内への通信によって生じるロスがあり得ること（Building Entry Loss）
- アメリカでは継続的に干渉問題への懸念が示されており、Utilities Technologies Council等のステークホルダーがAFC運用開始後も懸念を表明（ただし、現状干渉報告数は数件に留まり、何か新しい議論があるわけではない）
- AFCオペレーターによって開発された干渉問題報告システムについてもFWCC、AT&T、APCO等が開発プロセスの不透明性、ポータルの使用性について指摘があった（ただし、結果として同サイトが運用されている状況）
- AFCコード変更承認プロセスの透明性を担保することについての要求もあり（2024年7月、Fixed Wireless Communication Coalition）

収益性・コストに係る課題

- 市場が立ち上がったばかりのため各社とも静観の状況
- 一方で、最終的には市場シェア・収益性の低いAFCオペレーターは事業継続が困難になり得るとの意見も

今後の技術開発の方向性

- **7GHz帯のアンライセンスド・ユーザーへの開放**について、AFCオペレーターから提言は確認されているが、公式な議論はなされていない
 - 2024年1月、BroadcomからNational Telecommunications and Information Administrationに提言
 - *“Urges NTIA to prioritize study of the bottom 125 megahertz of the 7.125-8.4 GHz range (7.125-7.250 GHz, or the Lower 7 GHz band) for unlicensed use using the same coexistence techniques the FCC has adopted for low-power indoor (“LPI”) technologies in 6GHz band”*
- また、ヒアリングでは今後の技術発展（AIやMachine Learning、ブロックチェーンの活用）やサイバーセキュリティ強化の必要性に伴い、**業界全体での協力**がますます必要になるとの意見が複数聞かれた

3. その他導入検討中の各国 の状況

3. その他導入検討中の各国の状況

3-1. 各国検討状況①(韓国)

- 韓国においてAFCシステムの導入は依然として検討段階だが、システムの内容としてはアメリカ・カナダと共通する部分も存在。
- 想定されている運用モデル等については公開情報が乏しいため、ヒアリングで確認予定。

韓国の状況

項目	韓国
AFC対象周波数	<ul style="list-style-type: none">5925-6525MHz帯6765-6945MHz帯なお、6GHz帯のWi-Fiへの開放自体は5925~7125MHz全体が対象
AFC導入状況	<ul style="list-style-type: none">未導入（検討中）
所管機関	<ul style="list-style-type: none">MSIT研究はETRI（韓国電子通信研究院）で実施
これまでの検討経緯	<ul style="list-style-type: none">2019年：MSITがKAFCの導入決定2020年：2025年までの‘ICT R&D Roadmap’で同義の技術に言及、また6GHz帯のブロードキャストサービスによる利用周波数の調整検討（2024年に調整完了）2023年：ETRIがAFC関連の4特許を取得2023年：Wi-Fi Allianceがソウルの会合（#SeoulWiFi23）AFCシステムのデモをショーケース2023年：ETRIがAFCに関する技術トランスファーの機会を公告（応札状況は不明）2023年時点で技術発展レベルは‘9点中5点’（ETRI採点）であり、発展途上
計画されている運用モデル	<ul style="list-style-type: none">詳細は未決定だが、アメリカ・カナダのAFC運用と類似<ul style="list-style-type: none">ETRIの一般向け技術トランスファーの動きから、最終的には民間でのオペレーションを想定しているように見受けられるが、今後要検証。複数事業者なのか、一社なのかは公開情報では不明また、AFCオペレーターは①機器の登録・認証データ ②National Radio Research Agency (NRR) database から得る既存ユーザーデータ ③National Geographic Information System (NGIS) から得る地理的データを用いてサービス提供
認識されている課題	<ul style="list-style-type: none">干渉時の対応（現在検討中）WiFi 6E APの搭載を地下鉄が許可されており、その影響についての検討6GHz帯にアクセス可能な5G-Advancedとの対応

3. その他導入検討中の各国の状況

3-2. 各国検討状況②(欧州)

- 欧州全域でのAFCの導入に向けた検討は、6GHz帯の割り当てや共有利用の方針を模索している状況であり、導入には至っていない。
- 個別の欧州諸国についても、欧州全域の議論の完了後に具体的なAFC導入の議論が開始されるものと推測される。

調査対象国・所管機関	6GHz帯のWi-Fiへの開放状況	AFCシステム検討状況
欧州 CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations)	5945-6425 MHz : ○ 6425-7125 MHz : 検討中	<ul style="list-style-type: none"> • 欧州全域でのAFCの導入に向けた検討は、6GHz帯の割り当てや共有利用の方針を模索している状況であり、導入には至っていない。 • CEPTでは、WG SE45が6GHz帯の無線LAN利用について検討している。 • 現在、北米で使用されているAFCシステムに相当するシステムと組み合わせて屋内および屋外の標準電力 Wi-Fi の使用を認可するための条件を定義する作業を実施中であり、2021年から「作業項目」(work item)を策定。 • 現状スケジュールを考えると、該当する規制は 2026 年に発効する可能性。
イギリス Ofcom (Office of Communications)		<ul style="list-style-type: none"> • Ofcomは2024年3月に、6 GHz 帯上部のハイブリッドシェアリングを実現する方針を発表した。 • ハイブリッドシェアリングは主に、「可変スペクトル分割」と「屋内/屋外分割」2つのアプローチで実施予定。 • ハイブリッドシェアリングの導入に向けてAFCシステムを用いる点について、関係機関に意見募集 (Consultation) を実施している。その際は導入に前向きな意見もあった一方、実用性に対して慎重な意見もあった。
ドイツ BNetzA (Bundesnetzagentur)		<ul style="list-style-type: none"> • ドイツ単独での6425-7125 MHzの共用検討やAFCの導入に係る検討の情報は極めて乏しかった。 • 欧州全域におけるAFCの導入に係る検討が進行中であるところ、そちらの議論の完了後にドイツ国内における具体的なAFC導入の議論が開始されるものと推測される。
フランス Arcep (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse)		<ul style="list-style-type: none"> • フランス単独での6425-7125 MHzの共用検討やAFCの導入に係る検討の情報は極めて乏しかった。 • 欧州全域におけるAFCの導入に係る検討が進行中であるところ、そちらの議論の完了後にフランス国内における具体的なAFC導入の議論が開始されるものと推測される。

3. その他導入検討中の各国の状況

3-3. 各国検討状況③(欧州以外)

- 欧州以外の各国についても、AFCシステム導入の具体的な目途が立っている国は存在しない。

調査対象国・所管機関	6GHz帯のWi-Fiへの開放状況	AFCシステム検討状況
オーストラリア ACMA (Australian Communications and Media Authority)	5945-6425 MHz : ○ 6425-7125 MHz : 検討中	<ul style="list-style-type: none">• AFCシステムの導入を検討中ではあるが、6GHz帯上部（6425-7125 MHz）の今後の用途について検討している段階であり、AFCの具体的な導入の目途等は立っていない。
ブラジル ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações)	5945-6425 MHz : ○ 6425-7125 MHz : ○	<ul style="list-style-type: none">• 6GHz帯は既にWi-Fiの屋内使用等では利用されており、AFCシステムが導入された場合低出力での屋外使用が可能となる。• AFCシステムの導入は現在検討中。<ul style="list-style-type: none">➢ 2022年に、AFCシステムの導入の可能性について、ANATELを支援するための情報を社会から収集することを目的としたパブリックコンサルテーションを実施した。➢ 2024年11月現在、既に6GHz帯のWi-Fiの屋外使用への利用許可自体はおりており、利用可能なAFCシステムが導入され次第6GHz帯のWi-Fiの屋外使用が開始される模様。➢ Broadcom社とCisco社がOpen AFCを活用したAFCシステムのデモンストレーションを既に実施している。
サウジアラビア CST (The Communications, Space and Technology Commission)	5945-6425 MHz : ○ 6425-7125 MHz : ○	<ul style="list-style-type: none">• 6GHz帯は既にWi-Fiの屋内使用等では利用されており、AFCシステムが導入された場合低出力での屋外使用が可能となる。• AFCシステムの導入を検討中も、具体的な検討状況は不明。<ul style="list-style-type: none">➢ 2022年8月にAruba社(HPグループ)とFederated Wireless社がAFCシステムのデモ運用を実施。

Appendix

Appendix

米国・カナダのAFC関連根拠法令

- 米国・カナダ両国のAFC関連の根拠法令は以下のとおり。

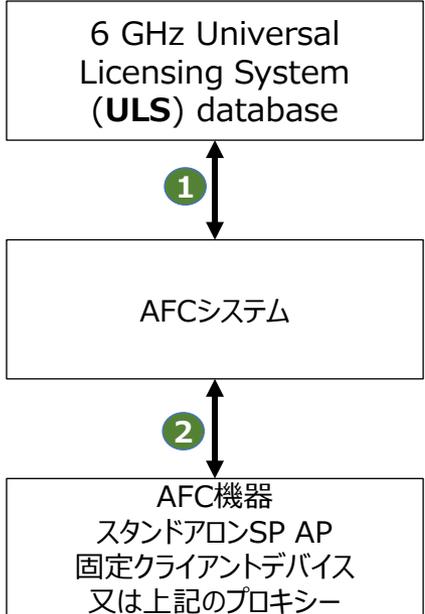
	法令	第1版発行	記述
アメリカの根拠法令	Title47 CFR Part 15 Subpart E	2019/10/25	5.15-5.35 / 5.47-5.895 / 5.925-7.125 GHz帯で運用されるU-NII（免許不要機器）に関する規制
	FCC-20-51A1	2020/04/24	AFC導入に関する議論の経過とオペレーションの決定事項について規定
カナダの根拠法令	SMSE-006-21 Decision on the Technical and Policy Framework for License-Exempt Use in the 6GHz Band	2021/05	ベースとなるAFCシステム導入を決定する文書
	RSS-248 Radio Local Area Network (RLAM) Devices Operating in the 5925-7125 MHz Band	2021/11/19	RLAN機器の技術・運用要件に関する文書
	DBS-06 Automated Frequency Coordination (AFC) System Specifications for the 6GHz (5925-6875MHz) Frequency Band	2022/12/20	AFCシステムの技術・運用要件に関する文書
	CPC-4-1-02 Application Procedures for Automated Frequency Coordination System Administrators (AFCSAs)	2022/12/20	AFCオペレーター（AFCSA）の申請プロセスに関する文書

Appendix

米国AFCシステム詳細

データベース運用

- AFCシステムは、FCCが管理するULSをデータベースとして参照。
- ライセンシーデータの正確性の責任は、ライセンシーにある。
- データベースの欠陥がWireless Innovation Forumに指摘されているが、対応状況等は要確認。



図表	データベースの概要
	<ul style="list-style-type: none"> • FCCが管理するUniversal Licensing Systemを参照 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 認証されたAFCオペレーターの使用を想定 ➢ カナダのような「必要最低限の情報提供」にはなっていない
<p>①</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 掲載情報の正確性の責任は、ライセンシーに置く • AFCシステムは最低24時間に1回ULSデータベースにアクセスし、情報を取得（データベースは日々更新） <ul style="list-style-type: none"> ➢ アンテナ関連のパラメーター <ul style="list-style-type: none"> ✓ Gain, Antenna Model, Make, Height to Center RAAT, Polarization Code, Longitude, Latitude, Frequency, Diversity, Transmitter等 ➢ Fixed service passive repeater 関連のパラメーター <ul style="list-style-type: none"> ✓ Antenna Type/Model, Back-to-Back Rx/Tx Dish Gain, Reflector等 • 一方で、Wireless Innovation ForumはULSデータが空白（Blank）、一貫性のない（Conflicting）、収集されていない（Uncollected）データがあると指摘 • 結果、一部のAFCシステム（少なくともComSearch及びFederated Wireless）は独自のデータベースを組み合わせることで計算精度をあげていると推測される
<p>②</p>	<ul style="list-style-type: none"> • AFC機器は下記の情報をAFCシステムに送信し、最新の状態を維持する必要 <ul style="list-style-type: none"> ➢ Geographic coordinates (latitude and longitude referenced to North American Datum 1983 (NAD 83)) ➢ Antenna height above ground level (AGL) ➢ FCC identification number ➢ Manufacturer's serial number • AFC機器は最低24時間に1回AFCシステム情報を受信する必要

出所： Title47 CFR Part 15 Subpart E、エキスパートインタビュー、FCC-20-51A1、PwC分析

Appendix

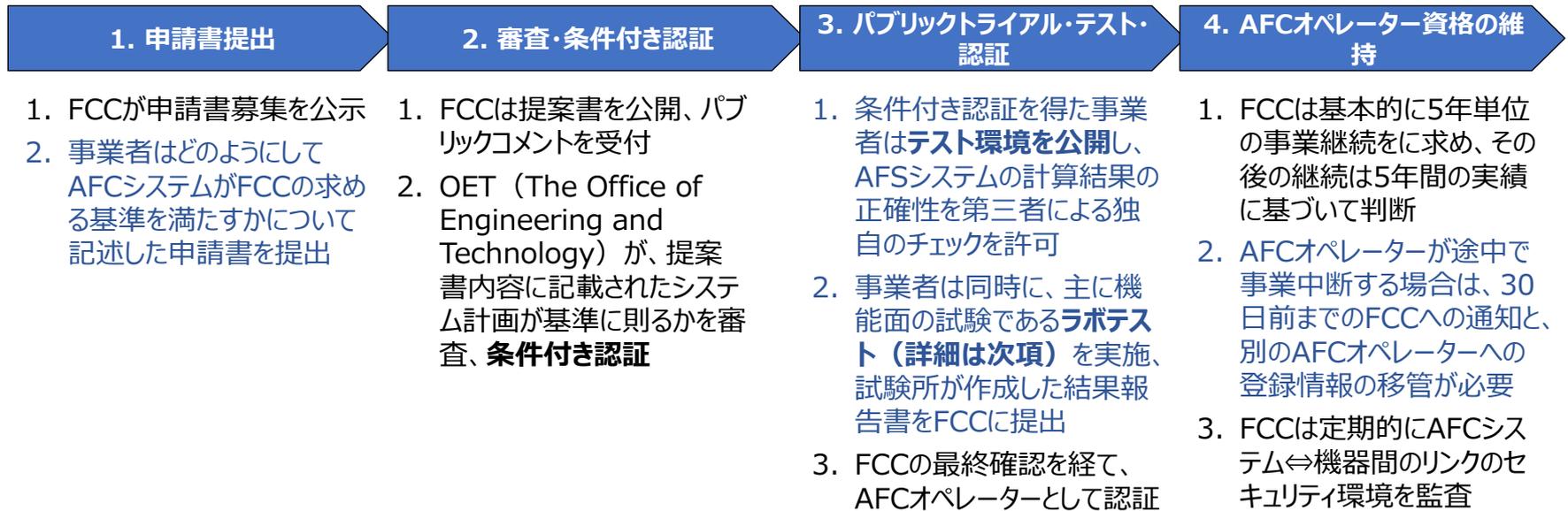
米国AFCシステム詳細

AFCオペレーター認証試験制度(1/2)

- AFCオペレーターの認証手続きは、基本的にFCCが実施する。
- カナダと異なり、条件付き認証された事業者がテストに合格すれば、認証となる。

AFCオペレーター認証手続き概要

凡例：規制当局 事業者



Appendix

米国AFCシステム詳細

AFCオペレーター認証試験制度(2/2)

- ラボテストはWinnForum指定の試験所で、Wi-Fi Allianceが策定した計画に基づいて実施され、事業者(AFCオペレーター認証申請者)はテスト結果の報告書を提出。

ラボテスト詳細

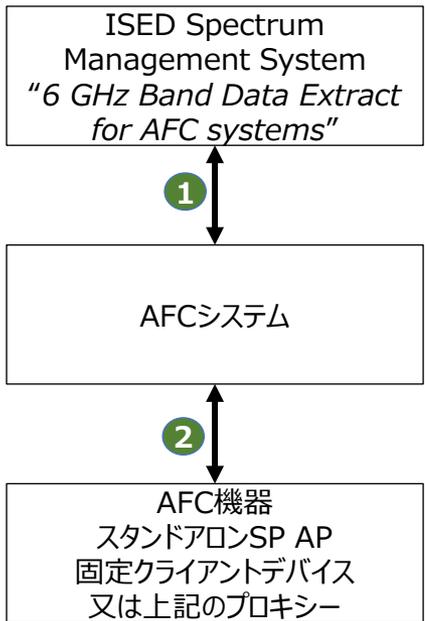
カテゴリ	必要な項目
ラボテスト実施者	<ol style="list-style-type: none">FCCが認定した試験所のうち、下記のいずれかにラボ試験の実施を許可<ol style="list-style-type: none">ワイヤレス・イノベーション・フォーラム (WInnForum) の市民ブロードバンド無線サービス機器 (CBSD) 試験・認証プログラムでも承認された試験所WInnForumがAFCシステムのラボ試験を実施することを認定した試験所
テスト基準	<ol style="list-style-type: none">Wi-Fi Allianceが策定したAFCシステム試験計画で指定された試験を実施する必要試験を実施する際、テストラボは、Wi-Fi AllianceとWInnForumが共同で策定した試験ベクトル入力と対応する試験ベクトル出力のセットを使用する必要
テスト内容	<ol style="list-style-type: none">標準出力デバイスのAFCシステムへの正常な登録標準出力デバイスのAFCシステムへの登録失敗 (不完全なデータベース情報に対する正しい反応の確認)固定サービスの保護国際国境保護電波天文学施設の保護
テスト結果	<ol style="list-style-type: none">AFC申請者は、実施した各試験の結果を記載したテストラボ作成の試験報告書を提出

Appendix

カナダAFCシステム詳細

データベース運用

- カナダのAFCシステムが参照するデータベースは、ISEDが管理する周波数管理システムのデータのスナップショットであり、必要最低限のデータが日々更新される。
- 米国と同様、ライセンシーデータの正確性の責任は、ライセンシーにある。



図表	データベースの概要
1	<ul style="list-style-type: none"> • ISEDが管理する6 GHz Band Data Extract for AFC system <ul style="list-style-type: none"> ➢ 認証されたAFCオペレーターの使用を想定 ➢ カナダ内のfixed及びradio astronomy servicesによる6GHz帯の使用データ (Spectrum Management System Data) のスナップショット <p>ISEDとしては下記の通り、最低限必要な情報提供に留める意向 (SMSE-006) <i>ISED is of the view that only the minimum necessary information that is required to perform the interference calculations should be required by APs to an AFC system</i></p>
1	<ul style="list-style-type: none"> • 掲載情報の正確性の責任は、ライセンシーに置く • AFCシステムは最低24時間に1回アクセスし、下記の情報を取得 (データベースは日々更新) <ul style="list-style-type: none"> ➢ Station data for licensed fixed service stations <ul style="list-style-type: none"> ✓ Microwave receiver stations ✓ Passive reflector stations ✓ Passive repeater stations ✓ Antenna patterns ➢ Station data for radio astronomy observatories ➢ List of certified standard-power RLAN devices <p>※ISEDのデータ内容について、パブリックコメントでは基本的にAFCシステム運営に十分との見方</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> • AFC機器は下記の情報をAFCシステムに送信し、最新の状態を維持する <ul style="list-style-type: none"> ➢ Geographic coordinates (latitude and longitude) that lie in Canada ➢ Location uncertainty in metres with a confidence level of 95% or greater ➢ Antenna height above ground level (AGL) or above mean sea level (AMSL) in metres ➢ Innovation, Science and Economic Development Canada identification number ➢ Manufacturer's serial number

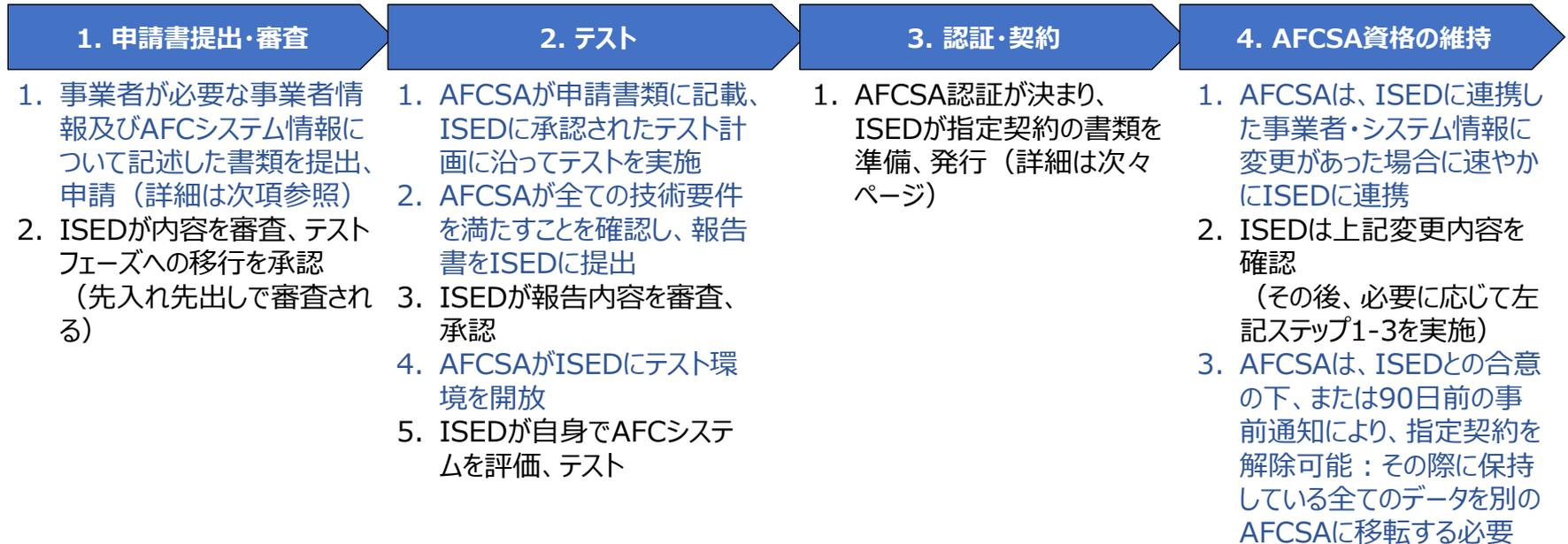
Appendix

カナダAFCシステム詳細

AFCオペレーター認証試験制度(1/2)

- AFCオペレーターの認証手続きは、基本的にISEDとAFCオペレーターの間で行われる。

AFCオペレーター認証手続き概要



Appendix

カナダAFCシステム詳細

AFCオペレーター認証試験制度(2/2)

- 申請時には申請者情報だけでなく、詳細なテスト・技術計画の提出が必要とされる。

AFCオペレーター申請時に必要な項目

カテゴリ	必要な項目
AFCSA 申請者情報	<ol style="list-style-type: none">AFCSA代理人 (Personnel/representative) のフルネーム、電話番号、社用メールアドレス、郵便物送り先の住所会社設立許可書 (付属定款、追補、後付けを含む) ※過去に同じ情報がISEDに提出されていたら不要社内体制、既存または計画されているビジネスパートナー・関連会社の記述カナダ内のオフィスの住所、及びカナダ支店代理人の連絡先、郵便物送り先の住所AFCシステム構成要素が置かれる場所の詳細AFC開発のマイルストーンとして予定されている日付、及び提出されたAFCシステムがフル・オペレーションになり得る予定の日付
AFC システム情報	<ol style="list-style-type: none">AFCシステムのテスト計画 (具体的なテストケースの記述を含む)代替的な方法論及び／ないしは任意の要件についての記述、及びそれらが健全かつ標準的なエンジニアリングに則っていることの証明AFCシステム構成を描写する技術ダイアグラム、及び各機能が他の機能にどう作用するかの詳細記述、及び運用・干渉管理に特に重要な要素とそのホスト場所の記述AFCシステムとSP-RLANデバイスの安全な通信の方法論 (インターフェース、プロトコル等)、及び (該当する場合) 通信の有効性を証明するための手続きAFCシステムに対する無許可のアクセスや変更等を防ぐためのセキュリティ対策の記述、及びセンシティブ情報・個人情報の漏洩・盗難、無許可のアクセス・複製・仕様・変更を防ぐための方法論の記述AFCシステム構築に使用されたオープンソース・ソフトウェアの詳細情報、及び該当ソフトウェアの使用は通常の健全なエンジニアリングに則り、十分な技術背景を基に構築されたことの証明(申請者が全てのシステム機能をまかなわない場合)、補完される機能とその主体、事業場の関係についての記述：特に、異なる主体・システム間でのデータのやり取りの方法やタイミングについての説明を含む、どのようにISEDのシステム管理の期待に応え得るかの記述



www.pwc.com/jp

© 2024 PwC Consulting LLC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.