

情報通信審議会 情報通信技術分科会
新世代モバイル通信システム委員会
技術検討作業班（第22回）資料

ダイナミック周波数共用管理システムの運用について

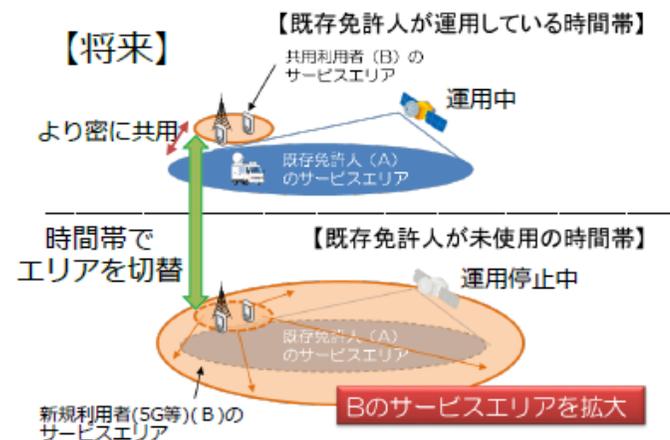
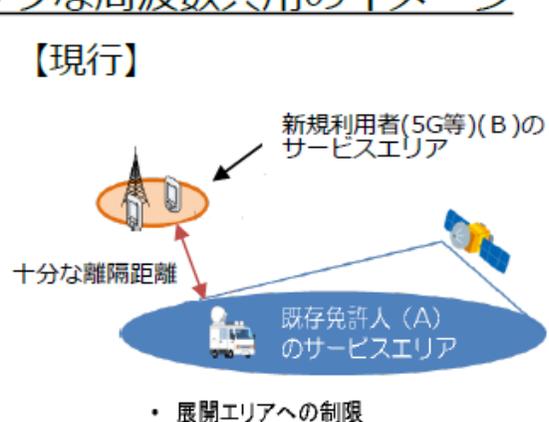
株式会社三菱総合研究所
2021年1月14日

ダイナミック周波数共用とは

(技術検討作業班(第21回)資料21-2より再掲)

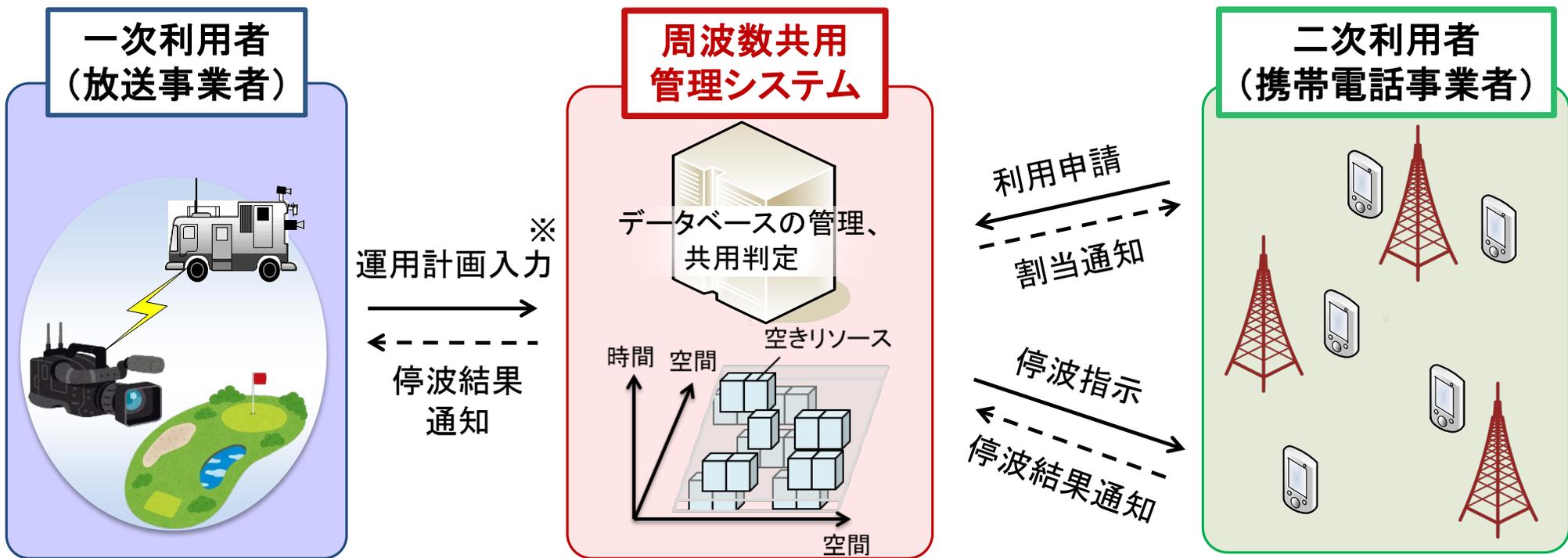
- ダイナミック周波数共用とは、移動通信システムへの新たな周波数割当ての需要が増大する中、既存免許人に割り当てた周波数を、4Gや5G等の周波数確保のために共用する仕組み。
- 従来、同一周波数を異なる無線システムで共用する場合は、相互に電波干渉が生じないように予め基準を定め、地理的な離隔距離を十分保って運用する必要があったため、利用可能な地域に制約が大きかった。
- 一方、ダイナミック周波数共用では、既存無線システムの地理的・時間的な運用状況を考慮し柔軟に周波数を共用することで、周波数の効率的な利用を実現。

ダイナミックな周波数共用のイメージ



	現行	将来
干渉調整スキーム	既存無線局との干渉計算や運用調整に時間がかかる	干渉計算や運用調整を自動的に処理し効率化
地理的な調整	必要(十分な離隔をとる必要があり、展開可能なエリアが制限)	必要(既存無線局の利用状況に合わせて、安全な離隔を確保して、より広範な地域で利用可能)
時間的な調整	勘案しない(時間的な共用はほぼ困難)	勘案(既存無線局が未使用の時間帯に有効活用)

- 2.3GHz帯におけるダイナミック周波数共用においては、
 - ・ 一次利用者である放送事業者からの番組中継用回線 (FPU) 運用計画 (周波数・場所・日時等) の入力
 - ・ 二次利用者である携帯電話事業者からの周波数利用申請
 に基づき、システムで自動的に共用判定を実施。FPUの運用時間帯に干渉範囲に携帯電話基地局がある場合は、当該基地局の停波指示を行い、地理的・時間的に周波数を共用する。

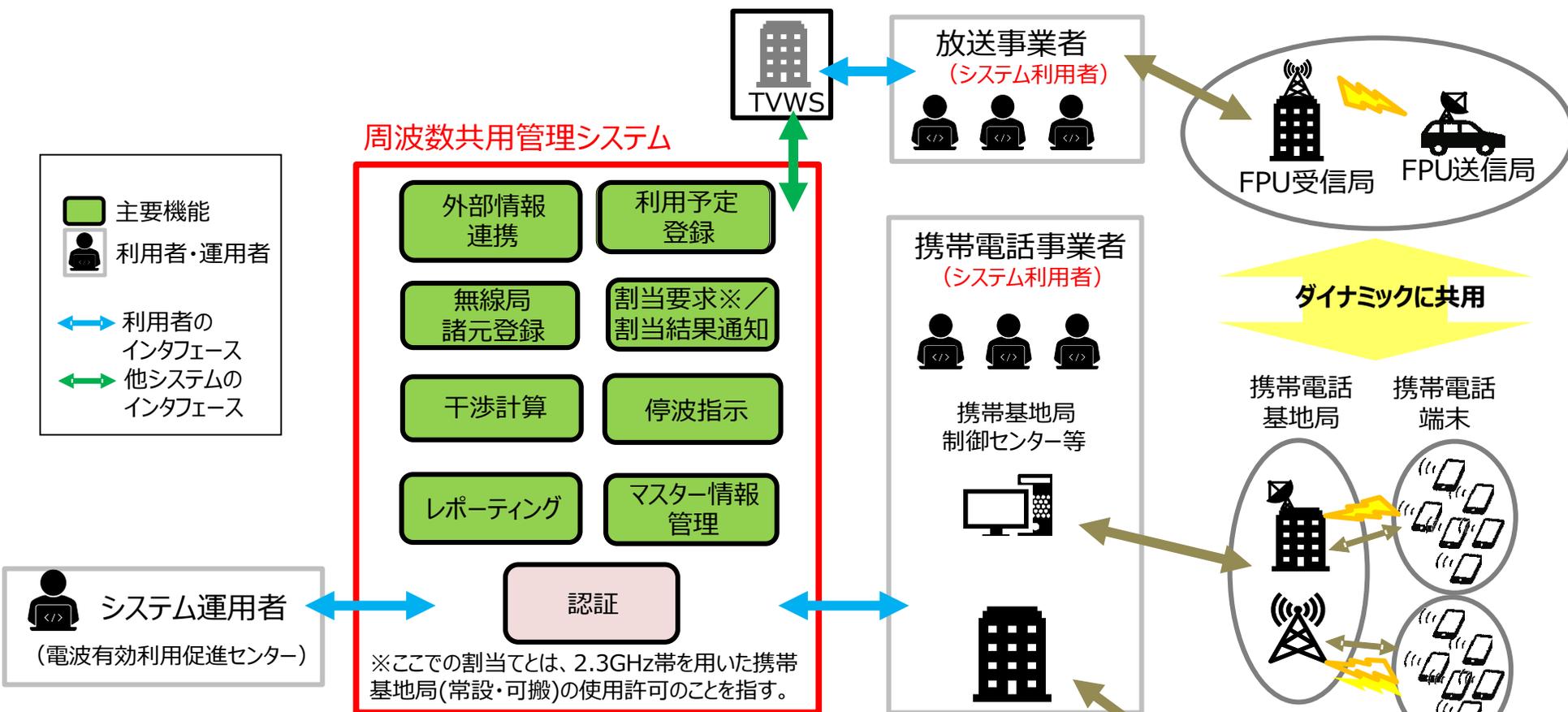


※2.3GHz帯におけるダイナミック周波数共用では、テレビホワイトスペース運用調整システムを通じて放送事業者の運用計画の入手・管理を行う。(次頁を参照)

- ・ 「一次利用者」とは、既存の無線業務の局を運用する者をいう。
- ・ 「二次利用者」とは、ダイナミック周波数共用管理システムを用いて、一次利用者の運用に有害な混信を生じさせないように、他の無線業務の局を運用する者をいう。

2.3GHz帯ダイナミック周波数共用管理システムのシステム構成

- 2.3GHz帯ダイナミック周波数共用管理システムの主要機能、利用者・運用者及び外部システムとの関係は以下のとおり。
- システム運用者は、ダイナミック周波数共用を安定的かつ効率的に運用するための監視や運用状況の確認等を行う。



「電波有効利用促進センター」について

電波法第102条の17の規定に基づき、電波の有効かつ適正な利用に寄与することを目的とする一般財団法人又は一般社団法人であって、業務を適正かつ確実に行うことができると認められる者を、総務大臣が「電波有効利用促進センター」として指定。令和2年4月の電波法改正により、同センターの業務にダイナミック周波数共用に係る業務（「他の無線局と周波数を共用する無線局を当該他の無線局に妨害を与えずに運用するために必要な事項について照会に応ずる業務」）を追加。

2.3GHz帯ダイナミック周波数共用管理システムのフロー

<前提条件>

- 2.3GHz帯の電波利用にあたっての優先順位は、既存の無線業務の局を運用する一次利用者である放送事業者、同帯域で共用を行う二次利用者である携帯電話事業者の順であり、**放送事業者の無線局の運用に有害な混信を生じないよう、携帯電話事業者はダイナミック周波数共用システムを用いて基地局の運用を行う**必要があり、同システムからの干渉計算の結果の通知に従い、必要に応じて基地局を停波するなどの措置を講じなければならない。

<周波数共用管理システムのフロー>

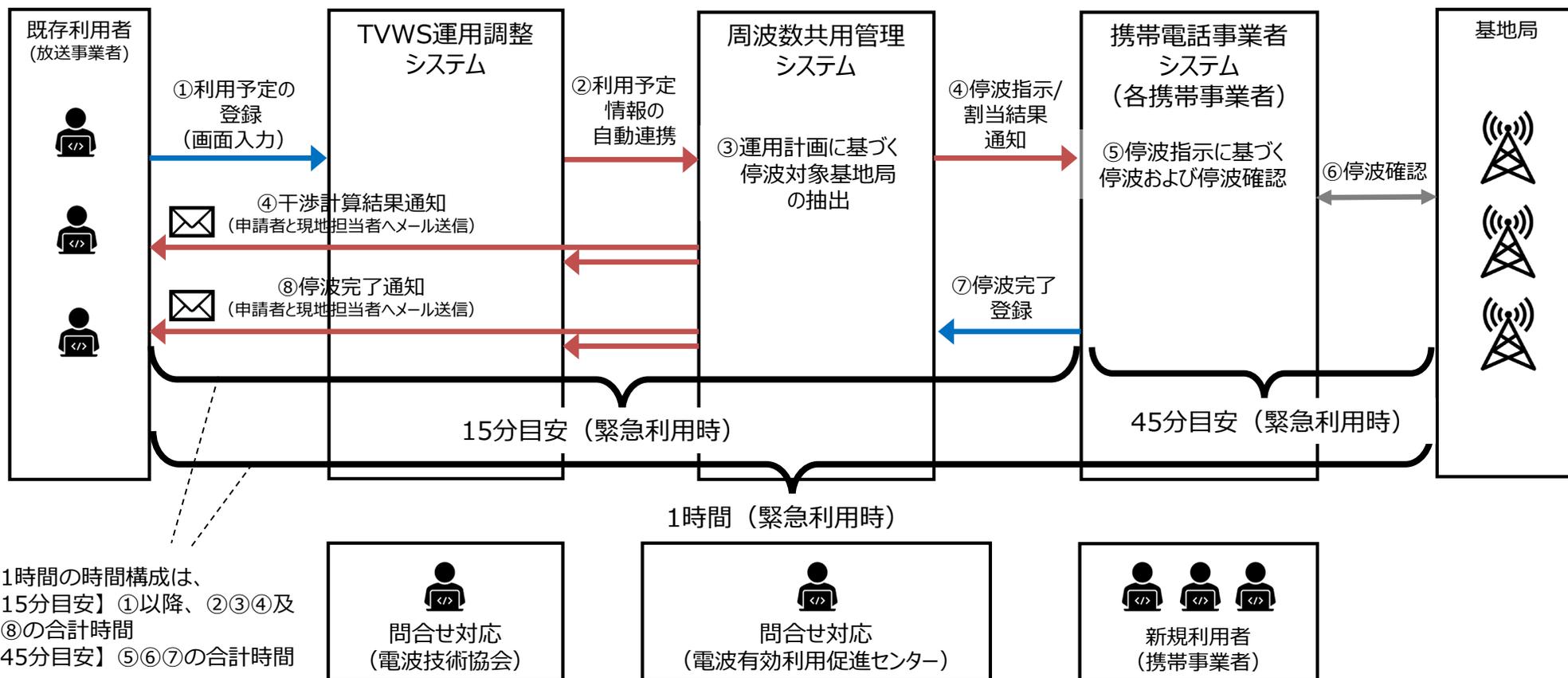
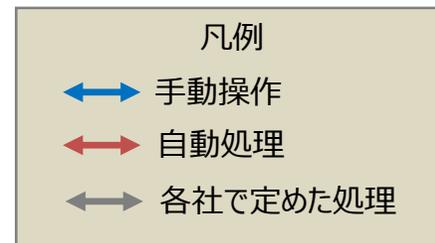
- システムに登録された**携帯電話事業者の基地局利用予定と、放送事業者の運用計画とを照らし合わせて干渉計算を実施**し、携帯電話基地局が利用不可となる日時及びエリアを判定する。
- その結果、**放送事業者の無線局に混信の影響がある場合は、携帯電話事業者に停波指示の通知**を行う。携帯電話事業者が通知に基づき基地局の停波を完了し、**システムに停波完了登録が行われると、放送事業者に対して停波完了通知**を行う。
- **放送事業者の緊急利用時においては、運用計画の登録時点を起点として携帯電話事業者からの基地局停波の完了通知を1時間以内に放送事業者が受領できるように、15分を目安として干渉計算・利用可否通知等の処理**を行う。
- なお、放送事業者の運用計画の情報（利用予定、予定変更、臨時利用等の情報）に関しては、TVWS運用調整システムとデータ連携し入手する。

2.3GHz帯ダイナミック周波数共有のデータフロー

- 放送事業者による運用計画（利用予定）の登録に始まり、周波数共用管理システムにおいて共用判定を行い、携帯基地局を停波するまでのデータフローは以下のとおり。

※緊急報道等の放送事業者のFPU緊急時利用には、運用計画登録を起点として携帯電話事業者からの停波完了通知を受領するまで1時間内に実施する。

※携帯電話事業者は、運用する基地局の情報をあらかじめ周波数共用管理システムに登録しておくことで、放送事業者からの運用計画登録に応じて干渉計算が行われる。



2.3GHz帯ダイナミック周波数共用にあたっての放送事業者入力項目

- 放送事業者はFPUを使用する際にTVWS運用調整システムに対し、従来より運用日時、現地担当者、送信局位置情報を入力。
- ダイナミック周波数共用システムの運用に伴い、新たに運用環境、送信局諸元（送信電力、周波数等）、受信局諸元（位置情報等）を入力する。

種別	ユースケース (FPU)	運用計画 (利用予定情報) 運用諸元入力		送信局	受信局	
				位置情報	位置情報	範囲
FPU	ロードレース	・計画情報	・運用諸元情報	n点の座標 (ロードレースコース等に沿った送信局のn点移動座標)	n点の座標 (ロードレース中継におけるn個の受信局座標)	—
	企画中継、報道等			代表点 (代表送信局1地点座標)	代表点 (代表受信局1地点座標)	半径 n km (受信局が存在する範囲：代表点を中心とする半径n km円)

計画関連の入力項目

項目	補足
運用ID	(自動採番)
運用日時	
イベント名	
運用地域	
★運用環境 (屋外、屋内、地下)	過去の入力情報を参照・複製可能とし、入力作業の簡略化及び入力ミスの防止を図る。
放送事業者名称	
担当者	
現地担当者	
メールアドレス	
電話番号	

運用諸元関連の入力項目

	項目	補足
送信局情報	★送信電力	過去の入力情報を参照・複製可能とし、入力作業の簡略化及び入力ミスの防止を図る。
	★中心周波数	
	★帯域幅	
	★アンテナ利得	
受信局情報	位置情報 (緯度・経度 or 住所)	
	★地上高	
	★アンテナ利得	
	★位置情報 (緯度・経度)	
	★地上高	
	★受信局の範囲 *1	

★が付記されている項目は、ダイナミック周波数共用システムの運用に伴い、新たに入力の必要が生じたもの。

*1:プロットした受信点を中心として「受信局の範囲」で指定した半径の範囲を保護する。

2.3GHz帯ダイナミック周波数共用にあたっての携帯電話事業者入力項目

- 携帯電話事業者が入力する携帯電話基地局の情報は、設置場所や周波数、電力、アンテナパターン等（左表）。
- イベント等において可搬運用する場合は、予め左表の登録を行った上で、右表の利用開始日時、終了日時を入力。

（無線諸元関連項目）

項目	補足
携帯電話事業者名称	
種別	新規・廃止・変更のステータスフラグ
基地局ID	基地局の識別ID（3GPPで規定のCGI（Cell Global Identity）コード）
基地局名称	
緯度、経度	
アンテナ地上高	
送信電力	
送信帯域幅	
送信周波数（上限、下限）	
基地局アンテナ名	基地局空中線の名称（事業者任意設定）
アンテナ指向方向（水平面）	
アンテナチルト角（垂直面）	
アンテナ種別	指向性／無指向性
最大利得	
垂直方向指向性パターン	1度ステップ：最大利得基準のdB
水平方向指向性パターン	1度ステップ：最大利得基準のdB
その他損失	
基地局種別	屋内／屋外／地下
基地局住所	
送信形態	上り／下り、下りのみ

（可搬局の割当要求関連項目）

項目	補足
基地局ID	基地局の識別ID （無線諸元で登録済のIDを指定）
イベント名	可搬局運用イベントの名称
利用開始日時	
利用終了日時	
緯度	
経度	
標高	
アンテナ地上高	
アンテナ指向方向（水平面）	
アンテナチルト角（垂直面）	
種別	新規・廃止・変更
割当要求ID	廃止・変更する割当要求を識別するためのID（システム自動採番）
基地局種別	屋内／屋外／地下

2.3GHz帯ダイナミック周波数共用システムにおける干渉計算

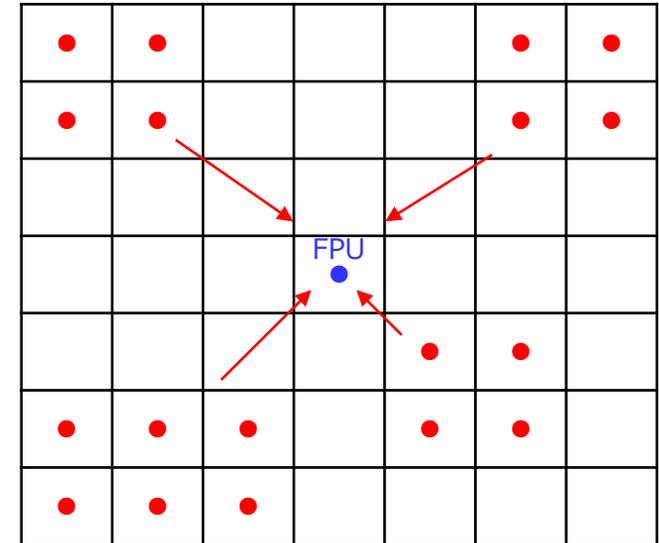
■ 停波基地局特定のための干渉計算方法（合成干渉量）について

放送FPUの計画及び無線諸元、携帯電話基地局の無線諸元を入力として、電波伝搬モデル及び許容干渉基準（技術検討作業班（第21回）資料21-8にて説明の研究開発モデルと許容干渉基準）より干渉計算を行い、停波対象基地局を特定する。

$$I = \Sigma (P_T + G_T + G_R - L_T - L_R - L_P - BEL_T - BEL_R)$$

I	放送FPU受信局への合成干渉電力(dBm)
P_T	携帯電話基地局出力(dBm)。携帯電話無線諸元より。
G_T	携帯電話基地局→放送FPU受信局方向に対する携帯電話基地局指向性利得(dBi)。携帯電話無線諸元、及び、FPU運用計画と携帯電話設置情報からの指向方向より。
G_R	携帯電話基地局→放送FPU受信局方向に対する放送FPU受信局指向性利得(dBi)。FPU無線諸元、及び、FPU運用計画と携帯電話設置情報からの指向方向より。 (注：FPU空中線は中継現地での方向調整を行うため、社会導入時は無指向として計算する)
L_T	携帯電話基地局系統損失(dB)。携帯電話無線諸元より。
L_R	放送FPU受信局系統損失(dB)。FPU無線諸元より。
L_P	電波伝搬損失(dB)。電波伝搬モデル：研究開発モデルを利用（標高・建物高データ使用）
BEL_T	携帯電話屋内利用の場合の建物透過減衰。ITU-R P.2109 (Prediction of building entry loss) を利用
BEL_R	FPU屋内利用の場合の建物透過減衰。ITU-R P.2109 (Prediction of building entry loss) を利用

携帯基地局



図：干渉計算エリア概念図

干渉計算手順

- ① FPU利用場所・日時に対して（図上では計算エリア中心の青丸表記）、携帯電話基地局の実際の置局位置に従い（図上では計算エリアにおける赤丸表記）、FPU受信点から電波見通し内にある各携帯基地局からFPUへの一対一対向の干渉量及び携帯基地局全体の合成干渉量を計算する。
- ② 合成干渉量が、FPU許容干渉基準($I/N=-10\text{dB}$)を下回るまで、干渉電力の大きい基地局から停波対象として選択する。
- ③ 携帯基地局停波範囲の上限は電波見通し距離とする。（平成23年度情報通信審議会情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会 報告において、FPU周波数移行前の同一帯域における携帯電話との共用条件として規定）

周波数共用管理システムに関する整理・調整事項

周波数共用管理システムについては、今年度内にシステムの構築、次年度での運用開始を予定しており、現在、以下の事項について関係者と整理・調整を行っているところ。

○詳細な運用ルール：

放送事業者、携帯電話事業者等の関係者間において、運用時における詳細なルールについて調整中（利用予定の登録期限、実験試験局の運用、等）。

○システムの運用検証等：

確実なシステム運用のため、関係者に参加をいただく形での運用検証、試験運用等について運用開始前に行うべく準備中。

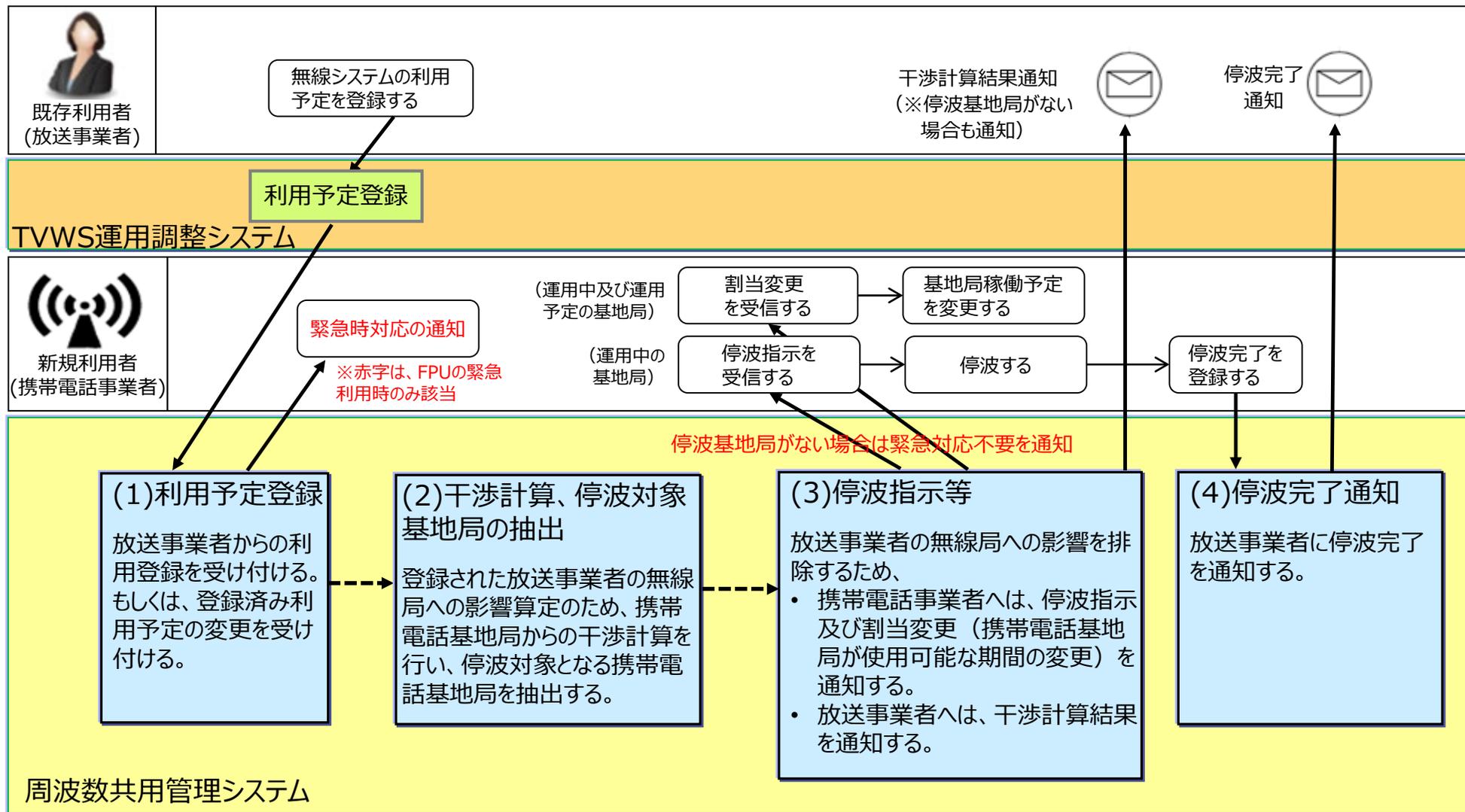
○BCP策定等：

万が一のシステム障害発生時や干渉発生時においても一次利用者である放送事業者の運用が守られるよう、想定されるパターン毎の対応策や緊急時の連絡体制、運用・保守体制を整理中。

參考資料

【参考】 2.3GHz帯ダイナミック周波数共用の業務フロー（1）

- 放送事業者による運用計画（利用予定）の登録を受け、周波数共用管理システムにおいて共用判定を行い、携帯基地局を停波するまでの業務フローは以下のとおり。
- FPUの緊急利用時は、携帯事業者へ緊急時対応の通知を行い、利用予定登録から1時間以内に携帯基地局を停波する。



【参考】 2.3GHz帯ダイナミック周波数共用の業務フロー（2）

干渉計算結果通知のメール文面（想定例）

【タイトル】

ダイナミック周波数共用管理システム通知：（運用ID：12345678910）干渉計算結果通知

【本文】

登録された利用予定に伴う干渉計算の結果をお知らせします。

運用ID： 12345678910
運用日時： 2021/3/3 9:00~2021/3/3 20:00
停波完了期限： 2021/3/3 3:00
運用地域： 東京都新宿区、千代田区、中央区、台東区
イベント名： 東京マラソン

干渉計算の結果、停波予定の基地局は以下です。

A社： 50台
B社： 40台
C社： 35台
D社： 30台

【お問い合わせ】

ヘルプデスク：XX-XXXX-XXXX

本メールの記載内容に心当たりのない場合は、上記にご連絡ください。

【参考】 2.3GHz帯ダイナミック周波数共用の業務フロー（3）

停波完了通知のメール文面（想定例）

【タイトル】

ダイナミック周波数共用管理システム通知：（運用ID：12345678910）停波完了通知

【本文】

利用予定に伴う基地局の停波が完了しました。

運用ID： 12345678910
運用日時： 2021/3/3 9:00~2021/3/3 20:00
停波時刻： 2021/3/3 1:12
運用地域： 東京都新宿区、千代田区、中央区、台東区
イベント名： 東京マラソン

停波完了した基地局は以下です。

A社： 50台
B社： 40台
C社： 35台
D社： 30台

【お問い合わせ】

ヘルプデスク：XX-XXXX-XXXX

本メールの記載内容に心当たりのない場合は、上記にご連絡ください。

【参考】電波伝搬モデル (技術検討作業班(第21回)資料21-8より再掲)

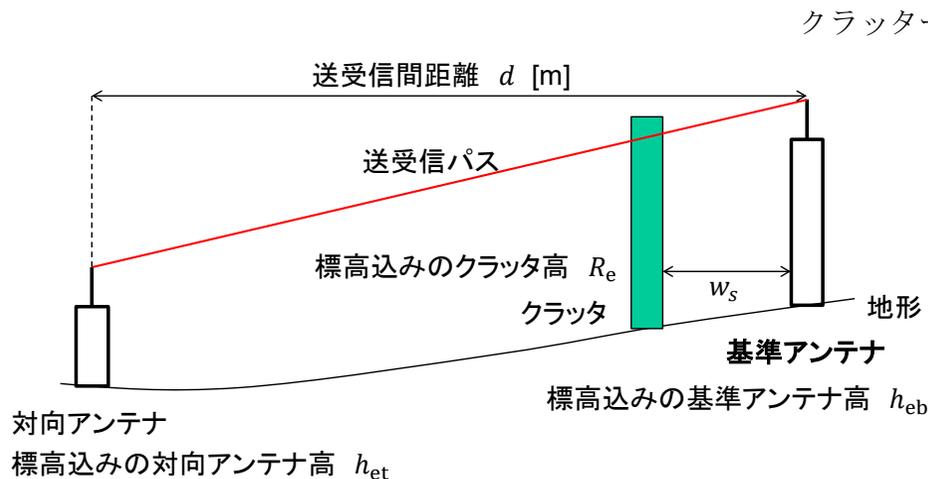
検証対象電波伝搬モデルとして、自由空間モデル (FSPL)、拡張秦モデル (Ext.hata)、ITU-R P.452モデル (標高+平均建物高を用いて計算)、及び、研究開発モデルを対象とし、フィールドにおける電波伝搬測定結果との対比の結果、2.3GHz帯FPUとの共用に用いる電波伝搬モデルとしては、研究開発モデルを選定。

研究開発モデルについて

「異システム間の周波数共用技術の高度化に関する研究開発」で構築したモデルであり、自由空間モデルに対して、送受信点近傍の遮蔽標高地物がある場合にはITU-R P.2108をベースにクラッター損失を計上する。情報通信審議会情報通信技術分科会 放送システム委員会報告 (平成25年) においてFPUと他システムとの共用検討で用いられた自由空間減衰に遮蔽物損失を計上するモデルと考え方は類するモデルであるが、サイトスペシフィックに送受信点近傍の遮蔽標高地物を判定することを含め、以下の特徴をもつ。

- ITU-R P.2108 (Prediction of clutter loss) のHeight gain terminal correction modelをベースに、送信点、受信点から最も影響の大きい構造物を選択してクラッターとして選定
- P.2108で考慮されていない標高を考慮しクラッター損失を計算
- 高層建築物は回折が建築物上部だけでなく側面で発生する場合を考慮して、クラッター高と基準アンテナ高の差が50m以上にならないよう補正処理を実施
- 過剰伝搬損を与えないため、送信クラッター損、受信クラッター損それぞれを計算後、小さい方のクラッター損失のみ考慮

本モデルにおけるITU-R P.2108をベースとしたクラッター損失の計算方法を以下に示す。(単位: f [GHz]、高さおよび距離: [m])



$$A_{h_{eb}} = J(v) - 6.03 \quad (h_{eb} < R'_e)$$

$$A_{h_{eb}} = 0 \quad (h_{eb} \geq R'_e)$$

$$J(v) = 6.9 + 20 \log(\sqrt{(v - 0.1)^2 + 1} + v - 0.1)$$

$$v = K_{nu} \sqrt{h'_{dif} \theta'_{clut}} \quad R'_e = R_e - \frac{(h_{et} - h_{eb})w_s}{d}$$

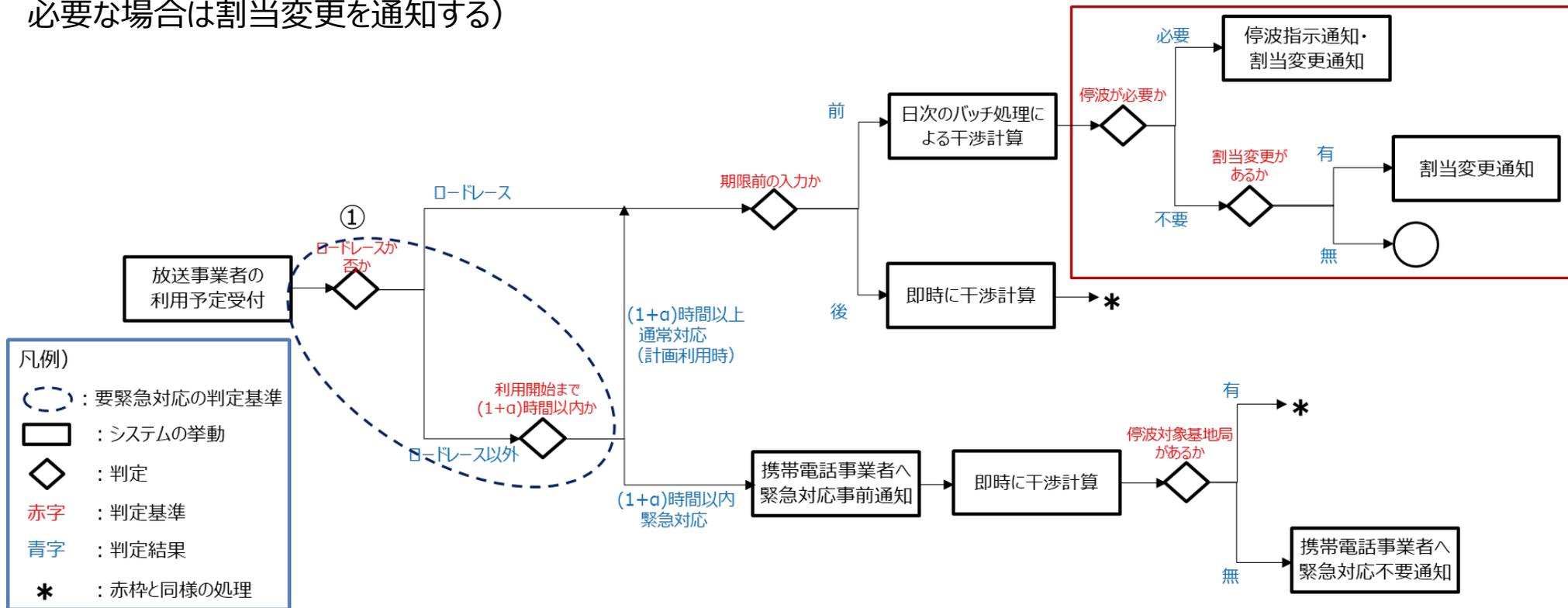
$$h'_{dif} = R'_e - h_{eb} \quad \theta'_{clut} = \tan^{-1}\left(\frac{h'_{dif}}{w_s}\right) \quad K_{nu} = 0.342\sqrt{f}$$

(h'_{dif} は一定値 (50m) で打ち切り補正処理)

【参考】周波数共用管理システムの処理概要

周波数共用管理システムのパラメータに基づく処理概要

- 入力期限※¹に基づき、周波数共用管理システムは赤字の判定基準で放送事業者の利用予定を判別する。
- ①（円内）の2つの条件※²により、要緊急対応か計画利用かは判別される。要緊急対応時は即時に処理を実施する。
- 計画利用と判定された利用予定は、入力期限前か否かにより、日次のバッチ処理か即時処理かを判別する。
- 干渉計算処理を行い、基地局の停波が必要な場合は停波指示・割当変更を通知する（停波は不要だが割当変更が必要な場合は割当変更を通知する）



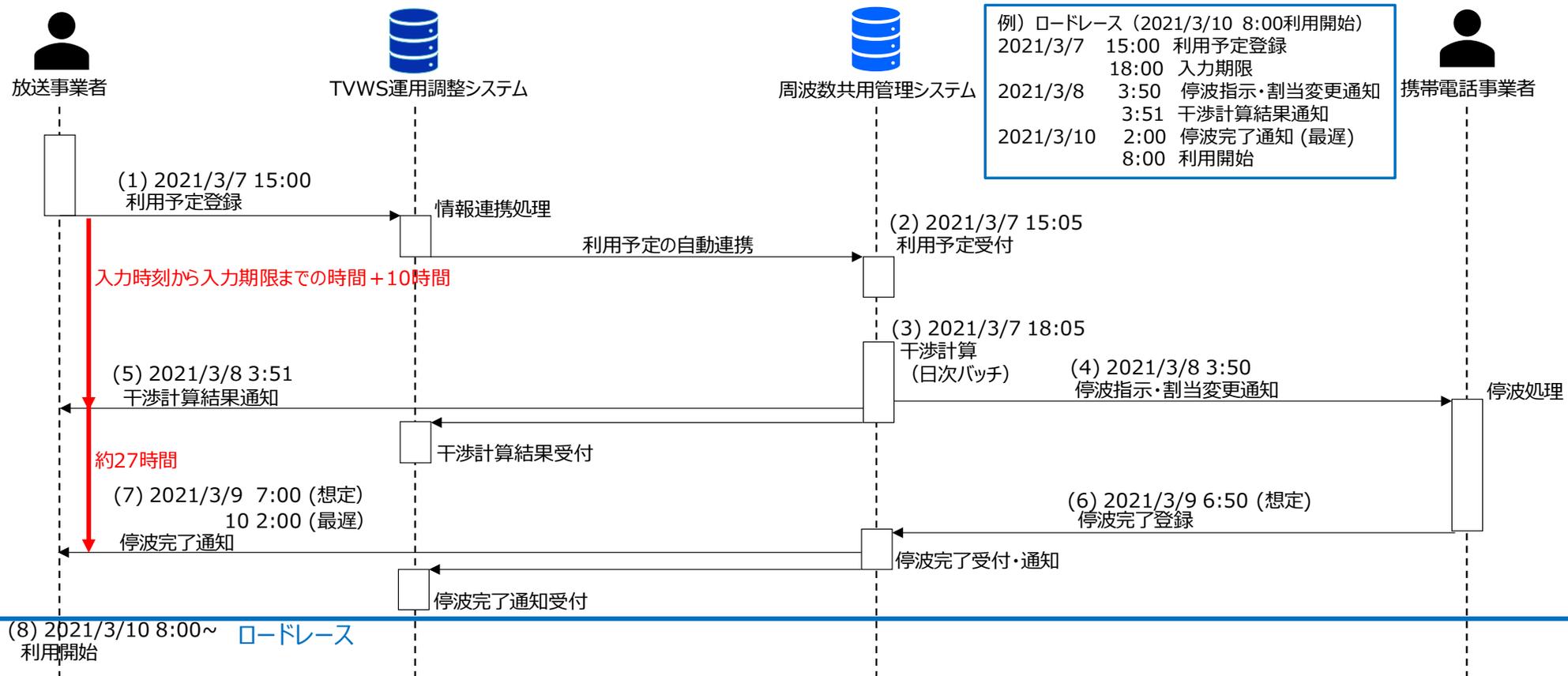
※¹：FPUの計画的な利用については、携帯電話事業者による基地局停波作業に要する時間確保の観点から、放送事業者はあらかじめ定められた入力期限までの利用予定登録を行う。入力期限の値は事業者間調整中。

※²：要緊急対応時には携帯電話事業者の迅速な停波対応が求められることから、緊急対応事前通知が発報される。発報の要否については、利用開始までの時間が(1+a)時間以内かどうかで判定。aの値は事業者間調整中。

【参考】 2.3GHz帯ダイナミック周波数共用のタイミングチャート例

入力期限前のロードレース利用予定登録におけるタイミングチャート例

- 入力期限前に登録された利用予定は、日次のバッチ処理による干渉計算において処理される。
- 停波対象基地局を抽出し、携帯電話事業者に通知される。
- 放送事業者は、携帯電話事業者の停波完了登録に伴う停波完了通知を待つて利用を開始する。



【参考】情報秘匿性、セキュリティについて

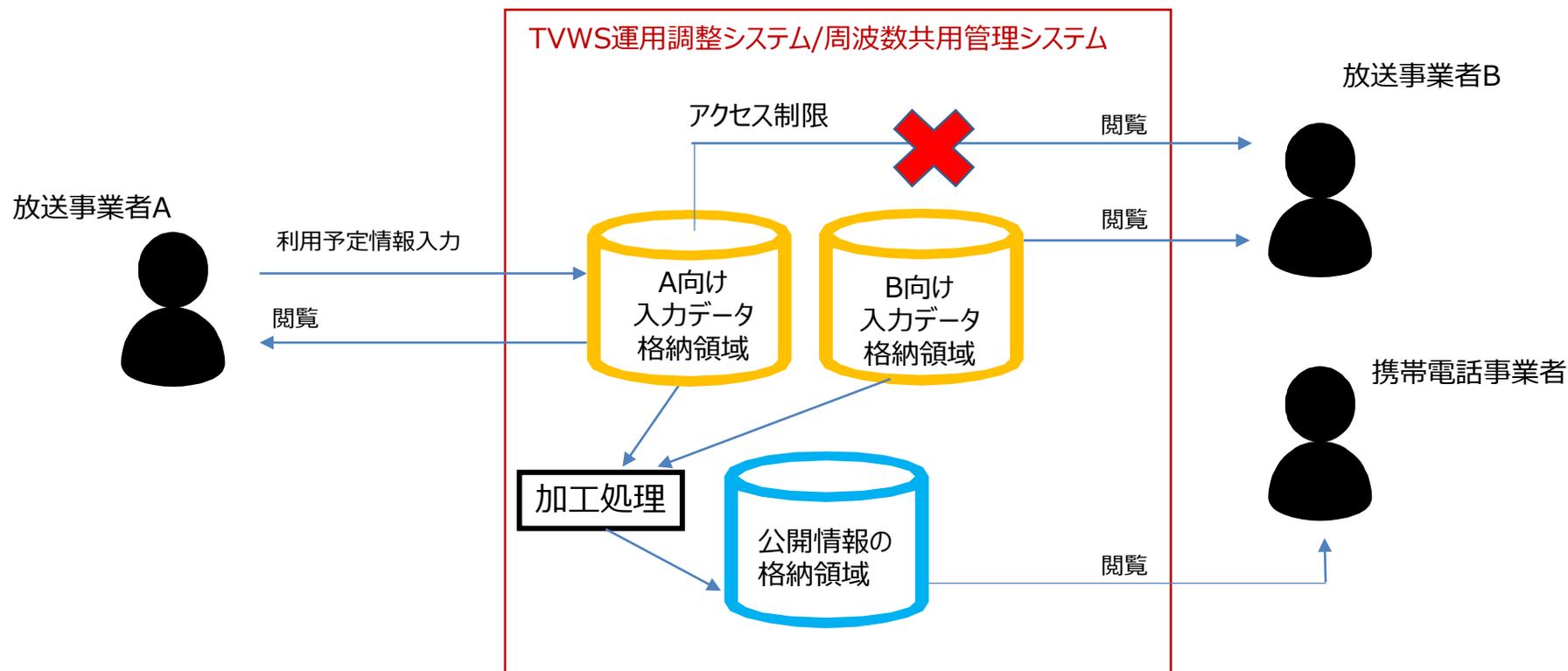
周波数共用管理システムでは、総務省セキュリティポリシーに則り、情報漏洩や不正アクセス防止の情報システムとしてのセキュリティ対策を行う。

放送事業者における無線局諸元・運用情報の保護は以下の方法で行う。

- 公開する情報（現時点で該当なし）と、秘匿すべき情報（利用予定情報）を、区別して管理する
- 秘匿すべき情報は、閲覧者に権限がある場合のみ（情報を登録した放送事業者自身のみ）、画面に表示する

携帯電話事業者における無線局諸元・運用情報の保護は以下の方法で行う。

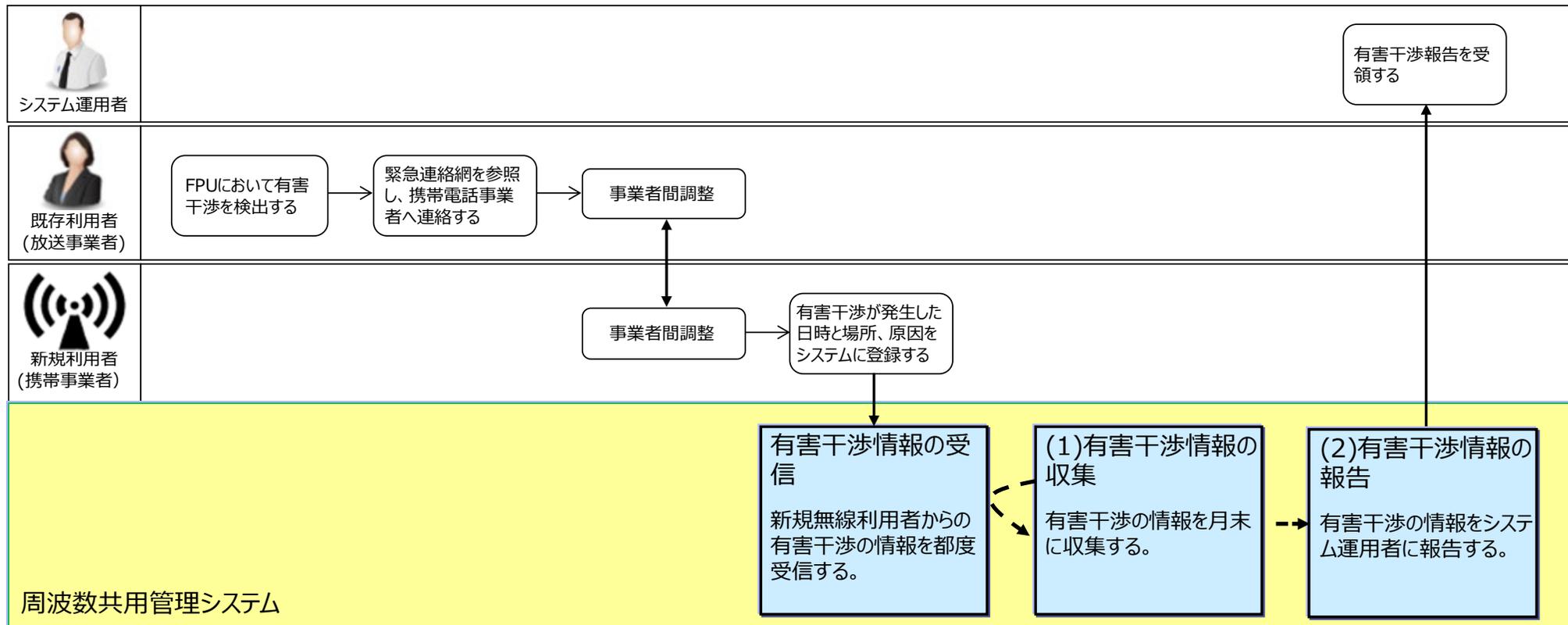
- 公開する情報（放送事業者の利用に関わる基地局停波状況）と、秘匿すべき情報（無線局諸元情報及び割当要求情報）を、区別して管理する
- 秘匿すべき情報は、閲覧者に権限がある場合のみ（情報を登録した携帯電話事業者自身のみ）、画面に表示する



【参考】有害干渉発生時の業務フロー（1）

放送事業者が有害干渉を検知した場合

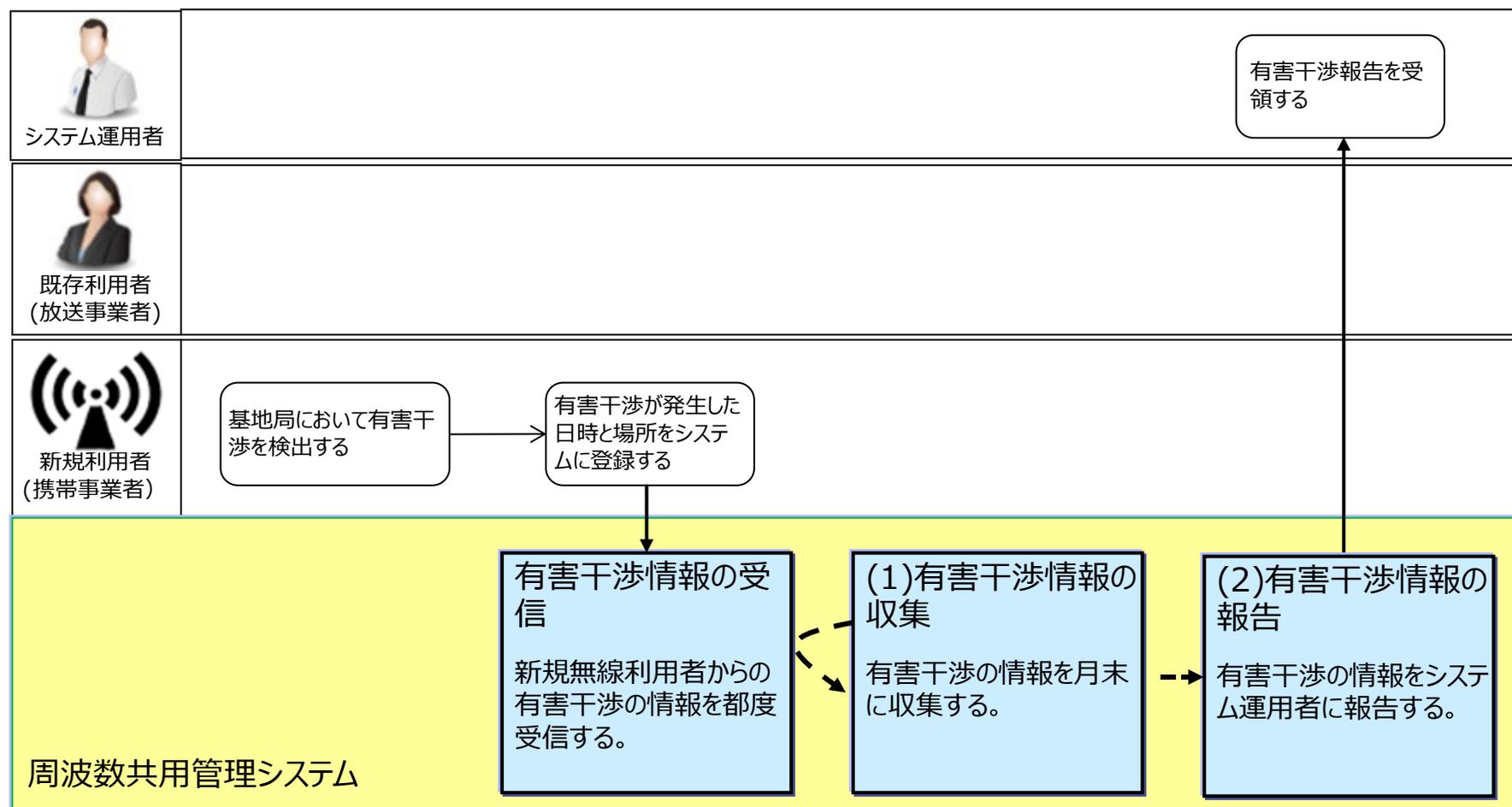
放送事業者が放送FPUに対する有害干渉を検知した場合、当座の対処として、放送事業者は停波完了通知に記載されている携帯電話事業者に対して、緊急連絡網を参照の上で連絡を行う。放送事業者と携帯電話事業者は事業者間調整を行い、基地局停波漏れや基地局に不具合等が発生していないか至急の確認を実施する。また、携帯電話事業者による緊急対処により、迅速に有害干渉を抑圧する。緊急対処が完了した後に、携帯電話事業者は有害干渉が発生した日時、場所、有害干渉発生の原因を周波数共用管理システムに登録する。周波数共用管理システムは、情報を収集し、定期的にシステム運用者へ報告する。



【参考】有害干渉発生時の業務フロー（2）

携帯電話事業者が有害干渉を検知した場合

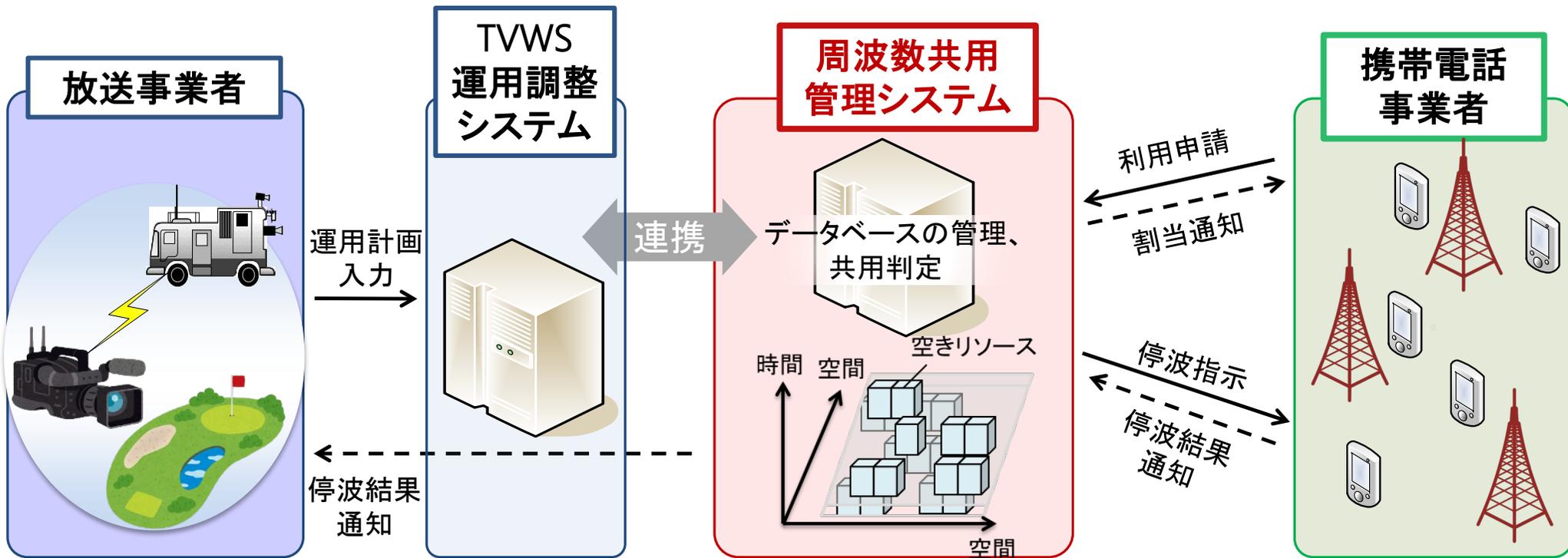
携帯電話事業者が基地局に対する有害干渉を検知した場合は、有害干渉が発生した日時と場所を周波数共用管理システムに登録する。周波数共用管理システムは、情報を収集し、定期的にシステム運用者へ報告する。



【参考】放送事業者によるTVWS運用調整システムへの運用計画入力について

(技術検討作業班(第21回)資料21-2より再掲)

- 2.3GHz帯は放送事業者間での共用帯域であり、現在、事業者間運用調整のため、放送事業者はFPU利用時にTVホワイトスペース等利用システム運用調整協議会（TVWS協議会）の管理するTVWS運用調整システムにFPUの運用計画（送信点情報）を登録する運用がおこなわれている。
- そこで、ダイナミック周波数共用にあたっては、TVWS協議会の協力のもと**TVWS運用調整システム**とデータ連携することで、FPUの運用計画の情報を入手することとしている。
- なお、携帯電話基地局からの干渉保護のため、従来の運用に加えてFPU受信点情報を登録する必要があることから、追加情報の登録について放送事業者の合意を得て、TVWS協議会の協力のもとTVWS運用調整システムの運用計画登録画面の改修等に向けた具体的検討を進めているところ。

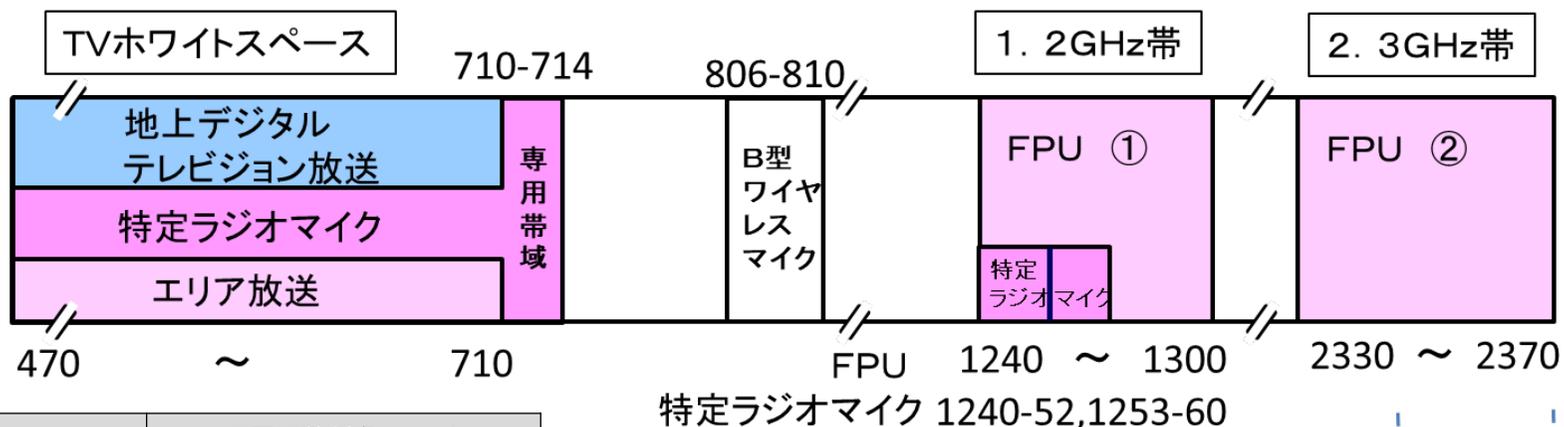


【参考】TVWS運用調整システムについて

- 地デジ化による周波数再編に伴い、470～714MHz帯では地デジ、ラジオマイク及びエリア放送、1.2GHz帯ではFPUとラジオマイク、2.3GHz帯ではFPU同士が運用調整の上、周波数を共用。
- 運用調整の枠組みとして、**TVホワイトスペース等利用システム運用調整協議会**※が平成25年1月17日に発足。
- 協議会では運用調整のためのデータベースシステム（**TVWS運用調整システム**）を構築し、ラジオマイクやFPU等の円滑な運用を確保するため、関係者間の運用調整・連絡及び障害発生時等の対応を行っている。
- 2.3GHz帯ダイナミック周波数共用においては、放送事業者は従来通りTVWS運用調整システムを通じた運用計画の入力を行うことで、放送事業者間の運用調整・連絡が行われるとともに、入力データがダイナミック周波数共用管理システムへ自動連携されることで、携帯電話基地局との干渉検討、停波指示等が実施される。

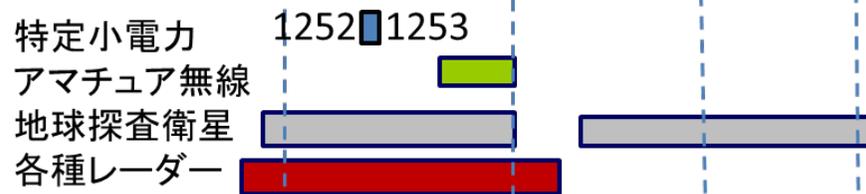
※ FPUやラジオマイク等の運用者である、放送事業者、ラジオマイク使用者（音響事業者、イベント会社等）が加入。事務局は、（一財）電波技術協会及び（一社）特定ラジオマイク運用調整機構

<運用調整の対象周波数>



周波数帯	運用調整対象システム
TVホワイトスペース(470～710MHz)	特定ラジオマイク、エリア放送
710～714MHz (ラジオマイク専用帯域)	特定ラジオマイク
1.2GHz帯	特定ラジオマイク、FPU
2.3GHz帯	FPU

一部、これらの周波数帯を使用する実験試験局等も対象。



【参考】TVWS運用調整システムを用いた運用調整方法(概要)

① 会員の運用計画登録

インターネットで運用計画をオンライン登録。

A施設 Ach a時～

B施設 Bch b時～

■■■

C施設 Cch c時～

② 自動判定

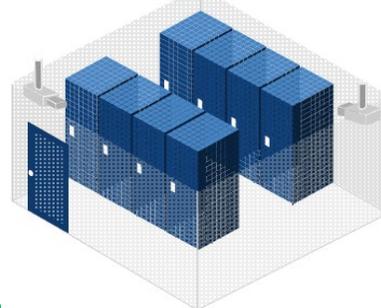
混信の可能性を自動判定

③ 運用連絡

メール、FAXで自動的に通知。



TVWS運用調整システム



<例外> 多数調整が必要な場合
事務局にアラームを発信。
(大展示会場で多数の無線局が
重なる場合は、事務局も加わり
運用調整を実施する)

④ 基本データの登録・管理

会員情報リスト

登録会員数 2153

特ラ機構関連会員	1473
NHK サブ会員	112
民放各社 会員	244
エリア放送 会員	324

チャンネルリスト

全登録リスト数

9724件

運用リスト

平均登録数

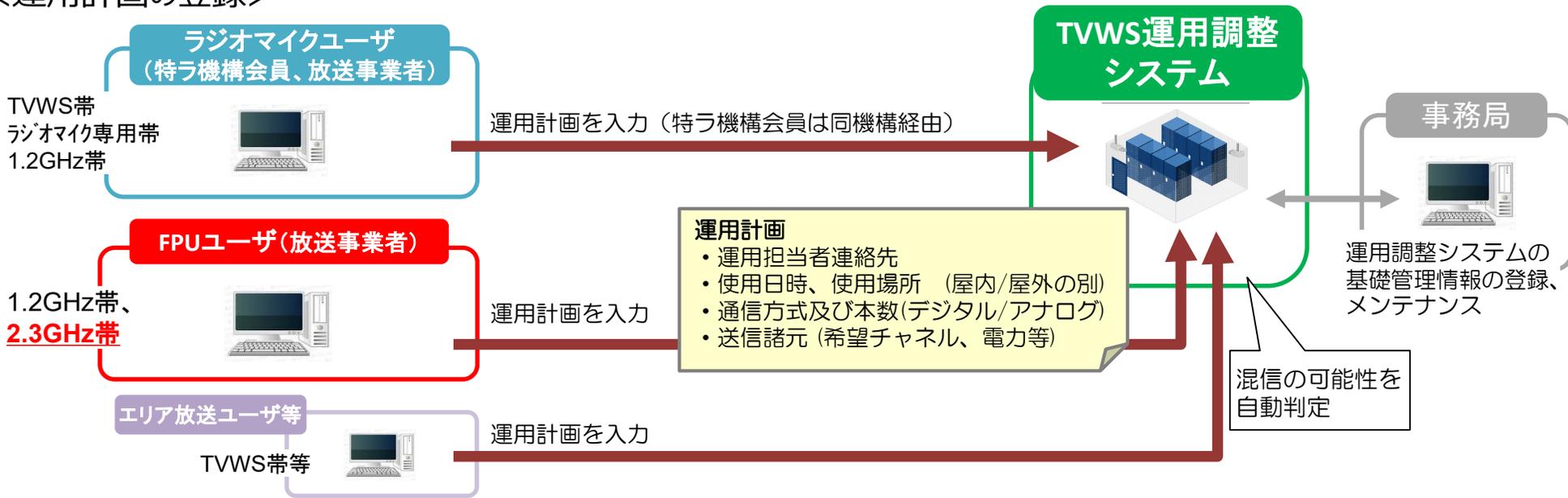
1万5百件/月

(2020年12月1日現在)

【参考】TVWS運用調整システムへの運用計画の登録及び運用調整連絡(詳細)

出典:TVホワイトスペース等利用システム運用調整協議会資料を基に作成

<運用計画の登録>



<運用調整連絡>

