

**陸上無線通信委員会への報告について
「6GHz帯無線LANと既存無線システムとの
周波数共用検討に関する中間報告」**

令和3年10月14日

5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班

検討事項(目次)

- ① 作業班の検討状況
- ② 6GHz帯無線LANの標準化動向及び利用形態
- ③ 諸外国における6GHz帯無線LANの制度化動向
- ④ 無線LANに関する周波数割当て方針
- ⑤ 既存無線システムの利用状況
- ⑥ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(1)
～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～
- ⑦ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(2)
～周波数共用検討における論点整理～
- ⑧ 今後の方針と検討スケジュール

① 作業班の検討状況

第1回(令和3年4月27日)

- 無線LANの高度化利用に係る技術的条件の検討開始について
- 5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班運営方針（案）について
- 無線LANの利用動向及び標準化動向等
 - ・ 5.2GHz帯自動車内利用
 - ・ 6GHz帯無線LAN
- 既存無線システムの運用状況等

第2回(令和3年6月29日)

- 5.2GHz帯無線LAN（自動車内利用）の技術的条件（案）の検討（5.2GHz帯無線LANの技術仕様と共用条件（使用条件）等）
- 6GHz帯無線LANと既存無線システムとの共用条件の検討（シミュレーション中間結果報告と今後の対応等）

第3回(令和3年9月7日)

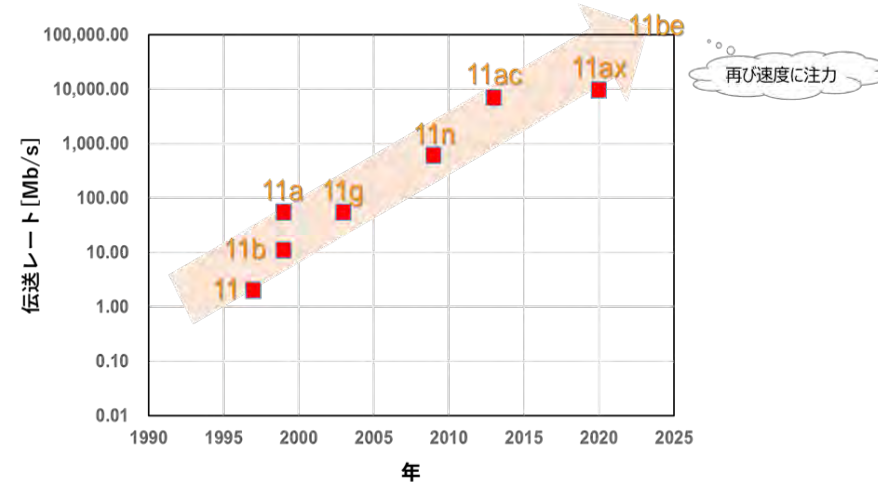
- 無線LAN高度化利用に係る技術的条件に関する提案募集の結果
- 5.2GHz帯自動車内無線LANに関する報告書（案）の検討
- 6GHz帯無線LANのユースケース等の調査報告
- 6GHz帯無線LANと既存無線システムとの共用検討
- 陸上無線通信委員会への報告

※ 6GHz帯周波数共用に関するアドホックグループを2回開催（5/31、8/31）

6GHz帯無線LANに係るIEEE標準化動向

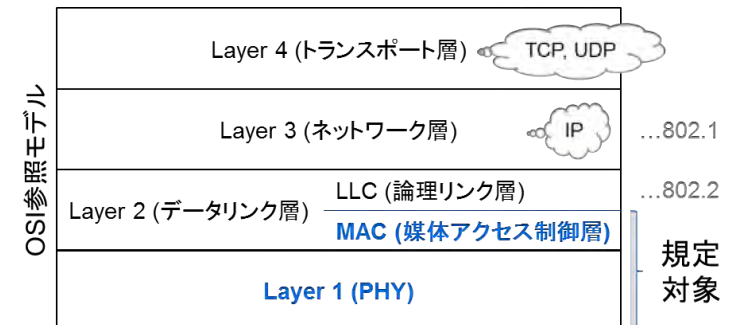
(1) 802.11axにおける周波数拡張

- IEEE802.11axは規格化済み（2021年5月19日発行）
- 高効率規格（Wi-Fi AllianceでのWi-Fi6認証に対応）
- 当初は、対象周波数を～6GHzとしていたが、各国動向等に鑑み、～7.125GHzに拡張。



(2) 802.11beの検討状況

- Task Group: TGbe :Extremely High Throughput (EHT) ・ ・ ・ 6GHz帯を含む技術拡張
- 最大スループット最低30Gb/s
- 最悪ケースでの遅延・ジッタの改善
- 対象帯域は1～7.250GHz（802.11ax：～7.125 GHzを更に拡張）
- 2.4GHz、5GHz、6GHz帯での後方互換の保証
- 802.11beの主な検討対象: PHY/MAC



6GHz帯無線LANに係るIEEE標準化動向(つづき)

802.11be標準化タイムライン



SG: Study Group (規格化活動を開始するための枠組みを定義すること(PARとCSDの作成)を目的としたグループ)

TIG: Topic Interest Group (Feasibility Studyを行うグループ。SG立ち上げ承認前の活動となることも多い)

PAR: Project Authorization Request (スコープや必要性など規格化活動を規定)

CSD: Criteria for Standards Development (規格化活動の位置づけなどを説明)

TG: Task Group (規格ドラフトを策定するグループ)

SFD: Specification Framework Document (技術仕様の概要、規格ドラフトのベースとなる文書)

Letter Ballot: 802.11レベルでの承認投票

Recirc.: Recirculation (75%以上の承認率獲得後、ドラフト内容収束のため、投票枠およびコメント内容が制限される投票)

Sponsor Ballot: IEEE Standards Associationレベルでの承認投票

RevCom: Standards Review Committee (IEEE SA Standards Board下にある組織で、規格関連の最終承認を行う)

6GHz帯無線LANのユースケース等のアンケート調査

諸外国では6GHz帯（5925MHz-7125 MHz）において、無線LAN製品等向けに免許不要システムへの適用検討が進んでいる中、我が国における無線LAN業界の動向を把握するため、シンクタンクによるアンケート調査を実施。**11事業者（メーカー5社、ベンダー3社、業界団体3社）から回答を得た。**

ユースケース

- ユーザーは、6GHz帯のWi-Fi製品に対して、特に高機能な通信を期待していると想定される。
- ベンダーは、メーカー・業界団体と比べて、6GHz帯のWi-Fi利用へのサポートのニーズが高いと捉えている。
- 利用シーンは、住宅・オフィス・工場等において6GHz帯対応Wi-Fi製品の利用を見込んでいる。
- 6GHz帯対応Wi-Fi製品で利用される要素技術は、高精細映像配信・VR/ARへの期待が最も高い。
- 6GHz帯対応Wi-Fi製品が活用される産業用途は、エンタメ、医療、工場、スマートホームへの回答が多い。
- ベンダー・業界団体は、各産業用途においても「活用を見込む」と期待。

今後の動向予測

- アンケート対象者の多くは、6GHz帯対応のWi-Fi製品・サービスを日本で販売する予定。
- 6GHz帯対応のWi-Fi製品・サービスの開発に着手している事業者は大半を占める。
- 政府による制度整備が、6GHz帯対応Wi-Fi製品開発の最も大きな後押しとなると期待。

無線LAN業界からの要望等

電波産業会（ARIB）無線LANシステム開発部会は、2020年7月に6GHz帯無線LANの要望に関してアンケート調査を実施。11社からの回答を集約し、無線LANシステム開発部会としての要望を取りまとめた。

<ARIB無線LAN開発部会の主な要望>

1. 総論

- 6GHz帯周波数を免許不要システムに解放することにより、無線LAN等に関しては今までにない周波数の使い方や新たなユースケースの開拓・創出が期待。
- 我が国も諸外国と合わせた、6GHz帯を免許不要システムに開放する取組が必要。

2. 6GHz帯免許不要システムのユースケース

- 次のスライドを参照のこと。

3. 6GHz帯周波数共用及び周波数割当に関する考え方

- 5925-7125MHz帯を免許不要システムの導入を前提として共用検討を行う。（但し、6425-7125MHzは、免許もしくは免許不要のいずれが適しているか、国際動向も踏まえ検討すべきとの意見あり）
- 共用条件の違いなどから、必要があればいくつかの周波数に分けて共用検討を行う。
- 周波数割り当てにあたっては、欧米等の諸外国との整合性を図る必要がある。
- 1チャンネルあたり160MHz幅/320MHz幅の広帯域の割当てを確保する必要がある。

4. 技術的条件

- 現行のIEEE 802.11に限定せず、将来的なIEEE802.11の改訂や、他の免許不要システム（例：NR-U）にも適用可能な技術的条件を希望（技術ニュートラル）。
- 技術的条件は国際的調和が図られるべき。

5. 制度化時期

- 諸外国に後れを取らないよう、2022年3月の情通審答申後、なるべく早期の制度化が望ましい。

無線LAN業界が想定のユースケース

＜ARIB無線LANシステム開発部会から提案されたユースケース、適用例（順不同）＞

- ブロードバンド通信に対する需要はさらに増加
- 低遅延、大容量（無線LAN 160 MHz/320 MHzチャネルのサポート）
- 高精度の位置推定
- 低消費電力
- 5G/6Gと共存しかつ相互補完する手段
- 5G/LTE機器（モバイルルーター）とのシナジー
- 5Gが本格化した場合でも、免許不要システムは末端の機器への無線アクセス回線を提供するという意味で引き続き重要な役割を担う
- 革新的な新しいモバイルアプリケーション
- ビデオストリーミング
- ナビゲーション
- AR/VR/XR
- ロボット制御
- 障がい者のアクセサビリティ
- 屋内M2M
- 装着型のPAN (Personal Area Network)、ウェアラブル
- 高速 and/or高信頼が要求されるインフラ、2 Gbps以上環境の実現
- 可搬な(5Gと組み合わせた)高速通信
- メッシュネットワーク、バックホール
- 混雑解消、DFS回避
- ホームデバイス
- 教育、製造業、医療への利用
- 屋外、屋外移動、屋内



Mobile
AR/VR

UHD ビデオ
ストリーム

ハイスピード
テザリング

車内エンター
テイメント



アミューズメント
パーク

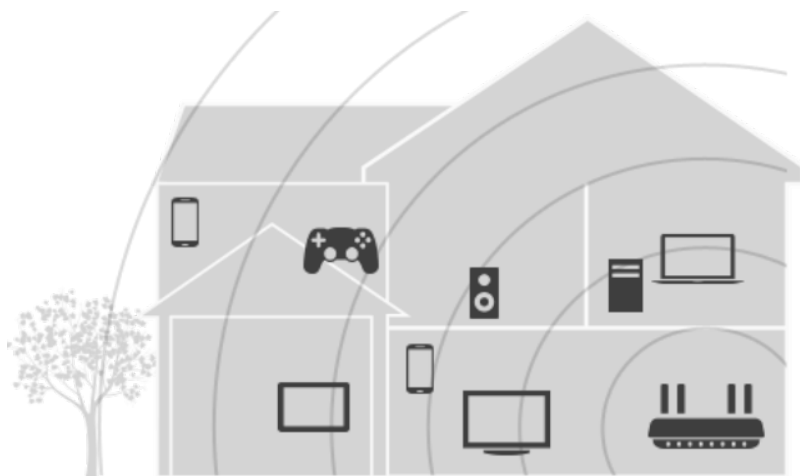


工場

無線LAN業界が想定のユースケース(つづき)

＜無線LANビジネス推進連絡会が想定するユースケース＞

低電力屋内(Low Power Indoor)



屋内で利用可能な距離で
ギガビット通信のための無線インター
フェイスを提供可能

ユースケース

- 家庭・住居用マルチAP/
メッシュネットワーク
- 集合住宅住戸シングルAPネット
ワーク
- 高密度企業ネットワーク
- 屋内会場
- 産業用IoT

屋内低電力(LPI)デバイスは既存無線運用を保護

海外では以下の条件で認可済

- 屋内運用に制限
 - － 取外し不可のアンテナ
 - － プラグイン（バッテリーバックアップなし）
 - － 耐候性なし
 - － 屋内使用制限のラベル貼付
- FCC規則はより広帯域トラフィックを奨励する
一方、APカバレッジを厳しく制限

無線LAN業界が想定のユースケース(つづき)

＜無線LANビジネス推進連絡会が想定するユースケース＞

超高性能ショートレンジ無線(Ultra High Performance Short Range)

3m内で2Gbps超のスループットと超低遅延通信の提供可能



AR/VR



UHD ビデオ
ストリーム
/ マルチキャスト



ハイスピード
テザリング
/ ファイルシェア



車内エンター
テイメント

次世代の実感覚体験アプリケーションは、屋内外で運用されるVLP (Very Low Power Portable) デバイスと、屋内だけで運用されるClient-to-Client 通信

VLPデバイスは既存無線運用を保護

極めて低電力運用により既存無線運用を保護

- CEPT, UK, 韓国は 既存無線運用への干渉可能な数値よりはるかに低い値で認可済
- さらにダイナミック電力制御によりVLPデバイスは必要な最小電力で運用され、バッテリー寿命を延ばす

屋内Client-to-Client 運用はLPI APカバレッジエリア内のみで送信を保証することで既存無線運用を保護

- クライアントデバイスが他クライアントに対し送信可能なのは、それらがLPI APカバレッジエリア内で運用のときのみ

③ 諸外国における6GHz帯無線LANの制度化動向

- 米国、韓国及び英国は制度化後の機器認証の段階まで進み、欧州（英国除く）、カナダ及び南米等の国は制度化まで進んでいる。（我が国は制度化検討開始。）
- 周波数割当は1200MHz幅と500MHz幅の二通りに分かれる。
- 制度化済みの国では、主に無線LANの屋内利用限定(LPIモード:1W(eirp))、小電力(VLPモード:25mW(eirp))、高出力(データベースを参照するSPモード:4W(eirp))の導入を図っている。

6GHz帯免許不要システム割当ての動向（2021年9月現在）

地域	主管庁による取り組み (パブコメなど)	制度化検討開始	制度化済み	機器認証	LPI (MHz)	SP (MHz)	VLP (MHz)
US				✓	1200	850	[1200]
Korea				✓	1200		500
UK				✓	500		500
Europe/CEPT			✓		480		
Chile			✓		1200		1200
Brazil			✓		1200		1200
UAE			✓		500		
Guatemala			✓		1200		
Honduras			✓		1200		
Peru			✓		1200		
Costa Rica			✓		1200		1200
Canada			✓		1200	950	1200
Morocco			✓		500		500
Taiwan		✓			[500]		
Mexico		✓					
Columbia		✓					
Jordan		✓					
Myanmar		✓					
Vietnam		✓					
Saudi Arabia		✓			1200		
Qatar		✓			[1200]		[1200]
Egypt		✓			[500]		
Australia		✓			[1200]		[1200]
Oman		✓					
Argentina		✓					
Japan		✓					
India	✓						
Singapore	✓						
Malaysia	✓						
Hong Kong	✓						
Thailand	✓						
New Zealand	✓						

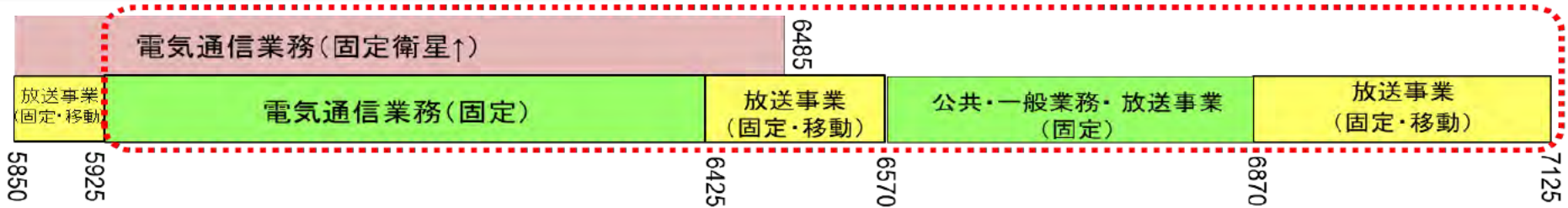
④ 無線LANに関する周波数割当て方針

無線LANのさらなる高度化等に向けた対応

※令和2年11月13日公表
周波数再編アクションプラン（令和2年度第2次改定版）

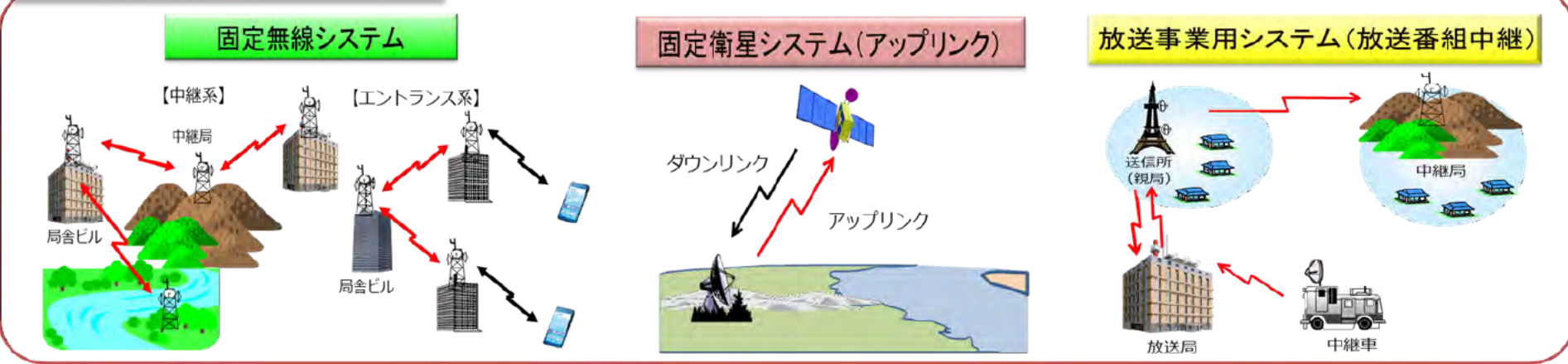
- ・ 将来のモバイル通信のトラフィック増や多様な利用ニーズに対応できる無線LANシステムの実現に向けて、他の無線システムとの共用条件等の技術的検討を進める。
- ・ IEEEや諸外国における検討状況等を踏まえ、無線LANの6GHz帯(5925～7125MHz)への周波数帯域の拡張に係る技術的条件の検討を令和2年度中に開始する。

検討対象となる6GHz帯の割当状況



※ 6650-6675.2MHz帯では、電波天文業務の局に対して有害な混信から保護するための措置を執る必要あり。

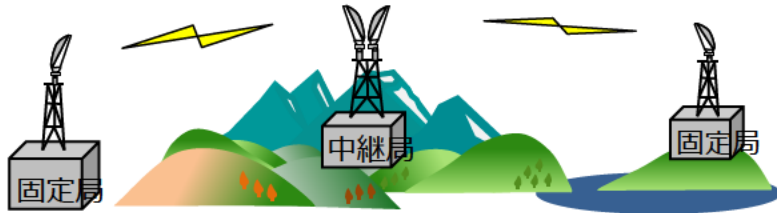
周波数共用検討対象システム ※赤矢印で示す回線が検討対象



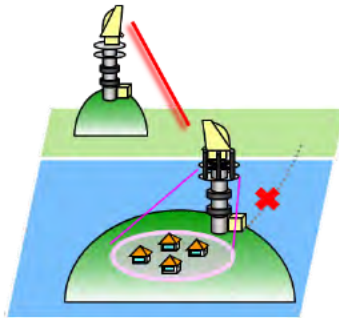
⑤ 既存無線システムの利用状況 ～固定通信システム・衛星通信システム～

固定通信システム

<中継系固定無線システム>

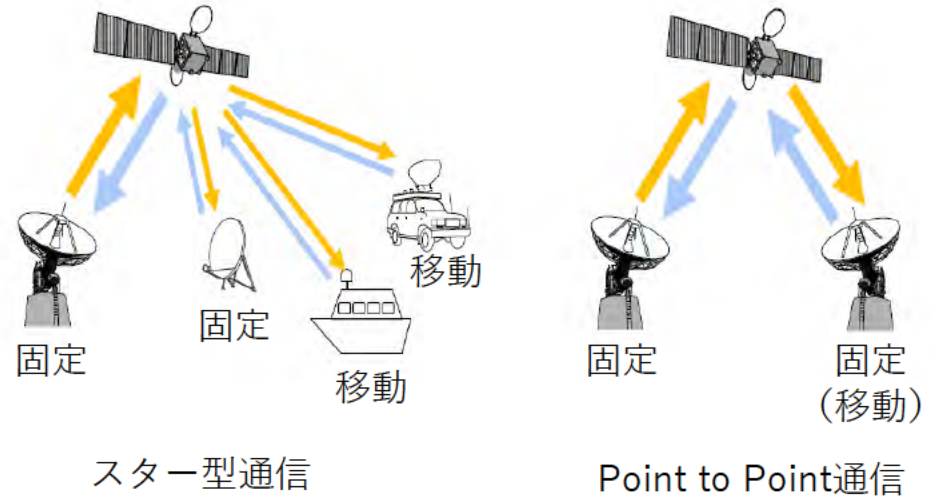


<エントランス系固定無線システム>



- 運用例・地理的条件や経済的理由により有線敷設が困難なエリアへ中継伝送路やエントランス回線に活用。
- ・国等の公共機関は人命・財産を守るために災害に強い通信回線を全国に自営で整備。光回線とマイクロ多重無線回線網で冗長化を図っている。
 - ・電気通信事業者は、当該伝送路により加入電話や専用線などの通信サービスを提供。
 - ・今後も固定無線システムの継続的な運用が必要。

衛星通信システム



利用形態: 「スター型通信、Point to Point通信」 x 「固定局<-> 固定局、固定局<-> 移動局」

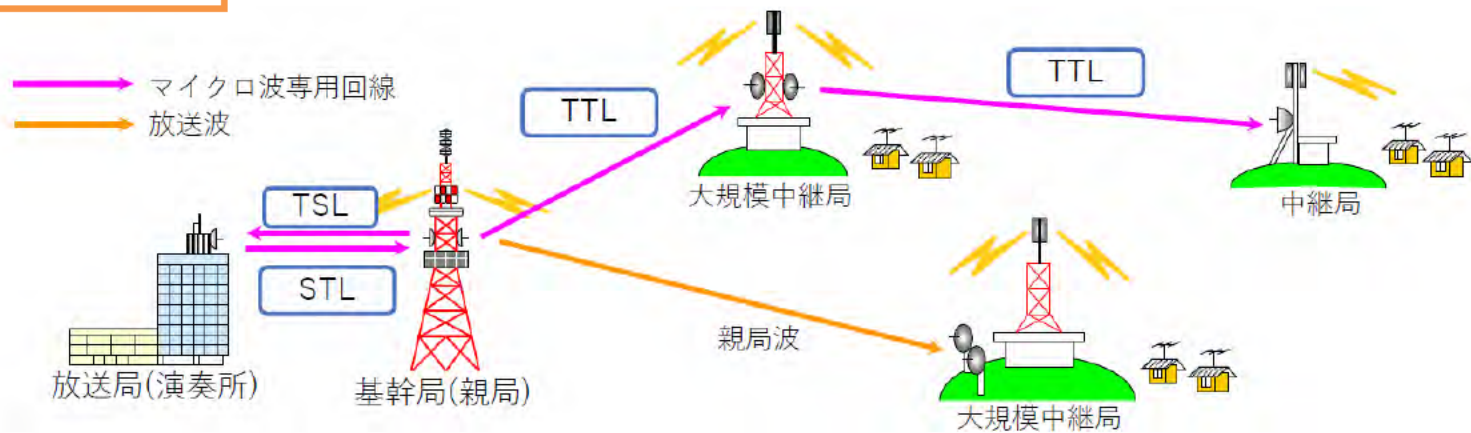
運用例: 移動体向け通信、地上回線未整備エリア向け通信、地上回線のバックアップ回線、海外映像伝送等

衛星カバレッジ範囲: 国内及び海外

⑤ 既存無線システムの利用状況～放送番組中継システム～

STL/TTL/TSLの概要

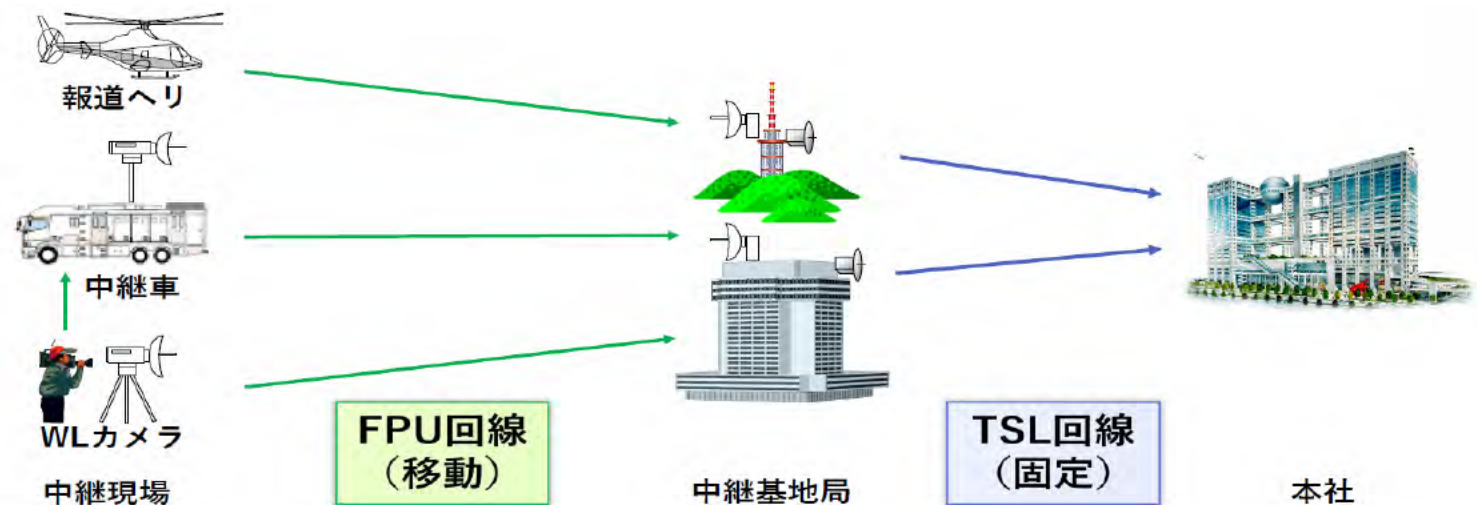
運用状況：24時間365日稼働



STL：放送局（演奏所）から基幹局へ番組を送る回線。障害発生時は放送対象地域全体が視聴不可となる。
 TTL：基幹局から中継局及び中継局から中継局へ番組を送る回線。障害発生時は該当局所及び下位局のエリアで視聴不可となる。
 TSL：基幹局から放送局（演奏所）へ素材を送る回線。障害発生時はロケ先等からの映像が使用不可となり、生中継が途絶する。

FPUの概要

運用状況：常時運用ではないが、いつでもどこでも速やかに運用することが求められている。
 運用頻度は高く、「全中」番組、災害・事件・事故報道等の中継で使用



⑥ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(1)

～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

無線LANの利用シーン

クローズド空間とオープン空間という区分は、制御できる空間と制御できない空間や利用者が特定される空間と特定されない空間を表す

	屋 内		屋 外	
	クローズド空間 一軒家、納屋	オープン空間 駅・公共施設	クローズド空間 養殖場、農地、屋外展示場、テーマパーク	オープン空間 バス、公園、市街地
高出力	<p>納屋 2世帯住宅 農場</p>	<p>駐車場 ホール 駅 ショッピングモール 博物館</p>	<p>養殖場 農地 テーマパーク 屋外展示場 集配センター/トラックステーション</p>	<p>地域Wi-Fi 公共広場 自然公園 道の駅</p>
中出力	<p>住宅 ホテル アパートマンション</p>	<p>飛行機 オープンスペース 電車</p>	<p>遊園地 ドライブスルー 橋内イベント/祭り/屋台</p>	<p>オープン施設 公園 橋内イベント/祭り/屋台 バス</p>
低出力	<p>エアコン AV機器 VRゲーム カメラ プリンタ</p>	<p>屋内イベントゲート 拡張現実 近接サービス端末</p>	<p>KIOSK 拡張現実 車内</p>	<p>バス停 VRサッカー</p>

⑥ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(1)

～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

6GHz帯無線LANの利用シーンの整理(周波数共用のため)

	屋 内	屋 外
<p>SP (Standard Power)</p> <p>AFC等のデータベース、登録局制度等を用いてAP設置場所を管理することで高出力の運用を可能とするモード</p>	<p>SPモードの屋内運用に関しては、実際の利用シーンも想定されるが、屋外の共用検討を実施することで包含されるので省略</p>	<p>バックホール利用、1次・2次産業への展開など</p>
<p>LPI (Low Power Indoor)</p> <p>屋内限定の運用とすることで出力をVLPよりも緩和しつつ免許不要で利用可能とするモード</p>	<p>一軒家、集合住宅、ホテル、オフィスなどでの利用 (ビデオストリーミング、AR/VR/XR、屋内M2Mなど)</p>	<p>LPIは屋内限定であるため、ここに当てはまるシーンは無い</p> <p>(2.4GHz帯、5.6GHz帯では免許不要でのAPの屋外設置が可能であったが、6GHz帯に関しては既存システムとの共用の関係から、APの出力レベルに応じて、SPもしくはVLPのどちらかのモードとなる)</p>
<p>VLP (Very Low Power)</p> <p>出力を低く抑えることで免許不要での運用場所の制限をなくしたモード</p>	<p>VLPモードの屋内運用に関しては、実際の利用シーンも想定されるが、屋外の共用検討を実施することで包含されるので省略</p>	<p>ギアスブーム、ウェアラブル端末、イベントゾーンなどでの近距離通信、車載利用(例:ナビゲーション)、すれ違い通信など</p>

* 共用検討を通じて、各モードにおける出力の上限値が導出される。

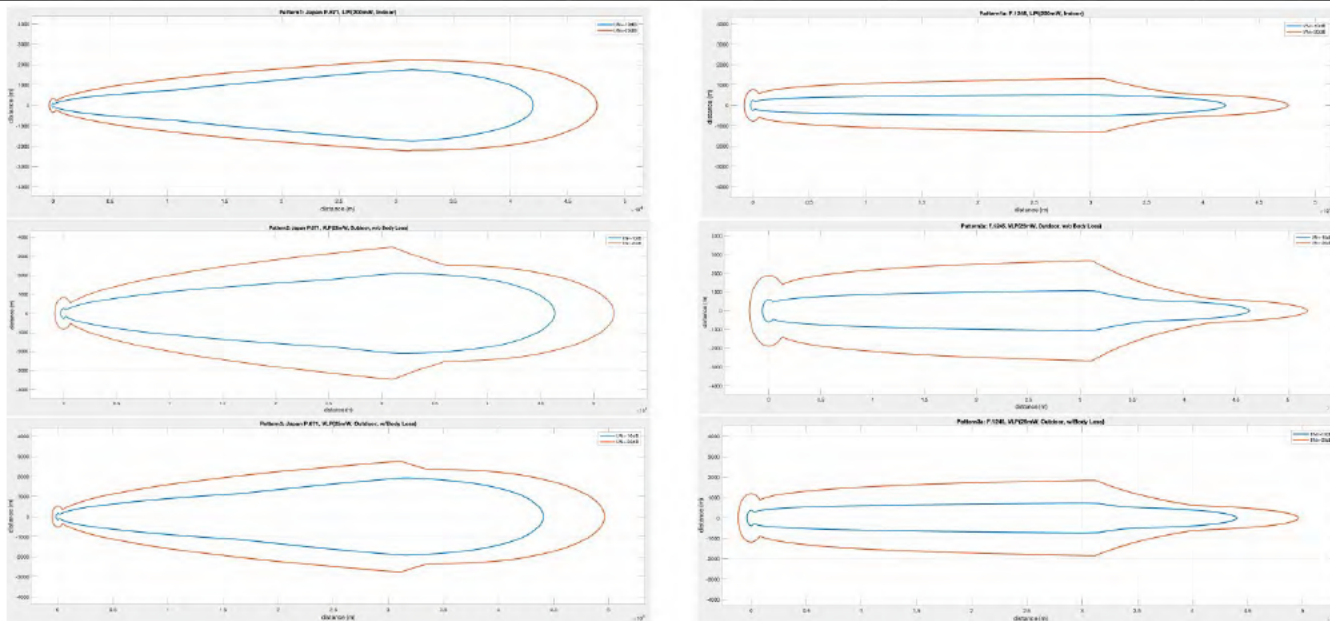
～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

固定通信システムとの共用検討(シングルエントリーの計算結果)

各業務とも、見通し内、正対の最悪条件下での必要離隔距離は50km程度になるが、空中線の向きをずらすと離隔距離は大きく減少する。

電気通信業務(5925-6425MHz)

	電波法関係審査基準(P.671)		ITU-R F.1245 Pattern(47.3dBi)	
	IN=-10dB	IN=-20dB	IN=-10dB	IN=-20dB
LPI (200mW, Indoor)	42.01km (Max) 0.109km (Min)	47.58km (Max) 0.344km (Min)	42.01km (Max) 0.246km (Min)	47.58km (Max) 0.777km (Min)
VLP (25mW, Outdoor, Body Lossなし)	46.29km (Max) 0.264km (Min)	51.88km (Max) 0.832km (Min)	46.29km (Max) 0.596km (Min)	51.88km (Max) 1.882km (Min)
VLP (25mW, Outdoor, Body Lossあり)	44.06km (Max) 0.167km (Min)	49.64km (Max) 0.525km (Min)	44.06km (Max) 0.376km (Min)	49.64km (Max) 1.188km (Min)



離隔距離計算結果

⑥ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(1)

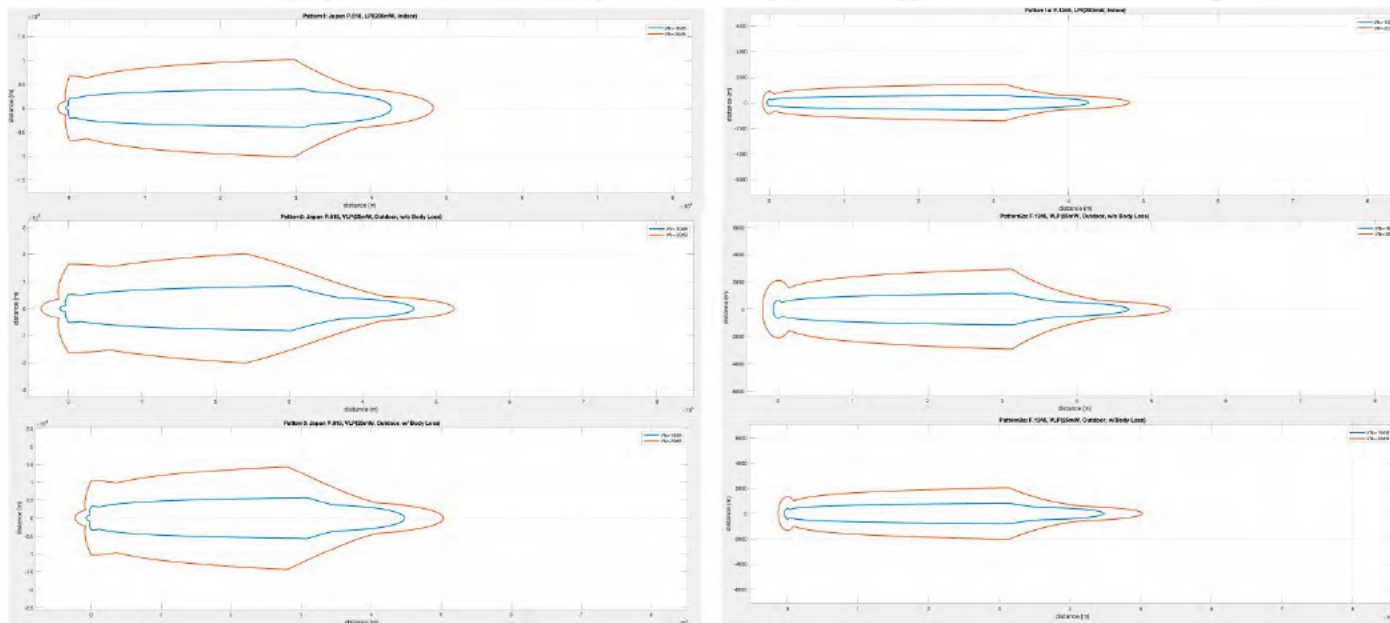
～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

固定通信システムとの共用検討(シングルエントリーの計算結果)

各業務とも、見通し内、正対の最悪条件下での必要離隔距離は50km程度になるが、空中線の向きをずらすと離隔距離は大きく減少する。

電気通信業務(6425-6570, 6870-7125MHz)

	電波法関係審査基準(P.618)		ITU-R F.1245 Pattern(47.6dBi)	
	IN=-10dB	IN=-20dB	IN=-10dB	IN=-20dB
LPI (200mW, Indoor)	42.72km (Max) 0.482km (Min)	48.2km (Max) 1.521km (Min)	42.72km (Max) 0.272km (Min)	48.2km (Max) 0.859km (Min)
VLP (25mW, Outdoor, w/o Body Loss)	46.98km (Max) 1.18km (Min)	52.49km (Max) 3.719km (Min)	46.98km (Max) 0.666km (Min)	52.49km (Max) 2.102km (Min)
VLP (25mW, Outdoor, w/ Body Loss)	44.79km (Max) 0.745km (Min)	50.28km (Max) 2.351km (Min)	44.79km (Max) 0.421km (Min)	50.28km (Max) 1.327km (Min)



離隔距離計算結果

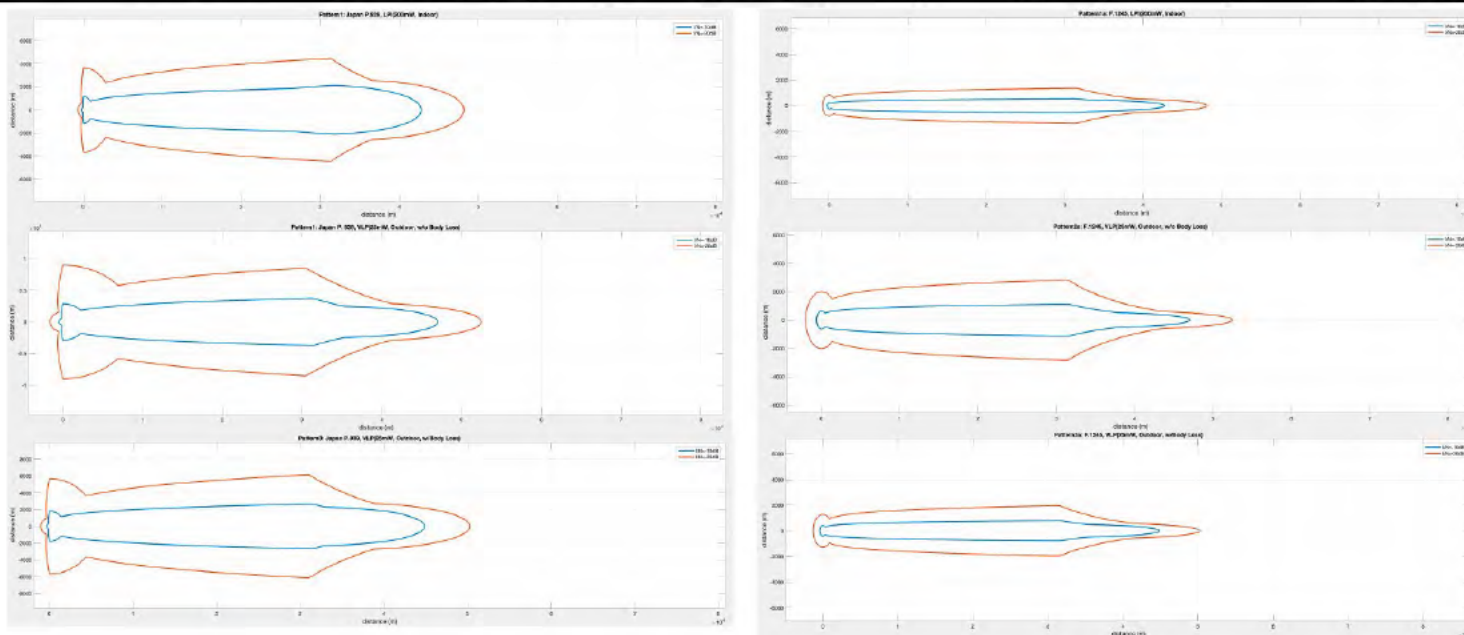
～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

固定通信システムとの共用検討(シングルエントリーの計算結果)

各業務とも、見通し内、正対の最悪条件下での必要離隔距離は50km程度になるが、空中線の向きをずらすと離隔距離は大きく減少する。

電通・公共・一般用(6570-6870MHz)

	電波法関係審査基準 (P.939)		ITU-R F.1245 Pattern(48.0dBi)	
	IN=-10dB	IN=-20dB	IN=-10dB	IN=-20dB
LPI (200mW, Indoor)	42.75km (Max) 0.207km (Min)	48.17km (Max) 0.653km (Min)	42.75km (Max) 0.258km (Min)	48.17km (Max) 0.815km (Min)
VLP (25mW, Outdoor, w/o Body Loss)	47.01km (Max) 0.51km (Min)	52.45km (Max) 1.61km (Min)	47.01km (Max) 0.637km (Min)	52.45km (Max) 2.009km (Min)
VLP (25mW, Outdoor, w/ Body Loss)	44.83km (Max) 0.322km (Min)	50.27km (Max) 1.017km (Min)	44.83km (Max) 0.402km (Min)	50.27km (Max) 1.269km (Min)



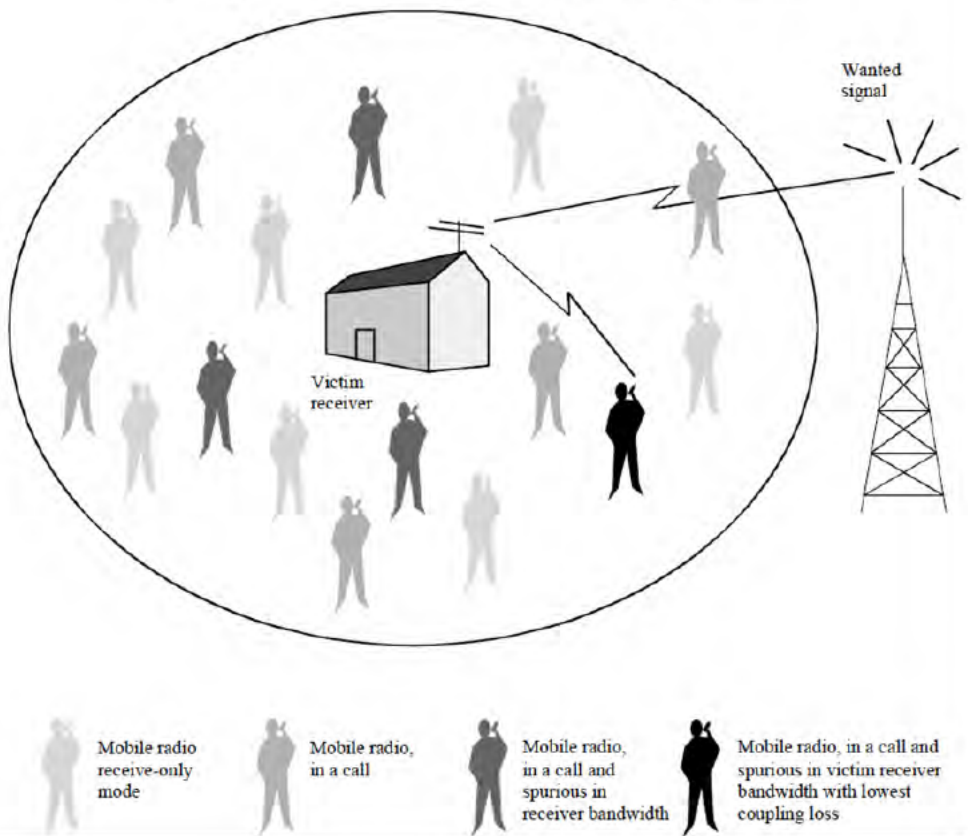
離隔距離計算結果

～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

固定通信システムとの共用検討(アグリゲーションの計算)

FIGURE 1

An example of interference scenario involving TV receiver and portable radios



被干渉アンテナを中心とする半径5 kmの範囲に与干渉機器をランダムに配置、総干渉量を算出。試行を30,000,000回繰り返し、I/Nを算出。

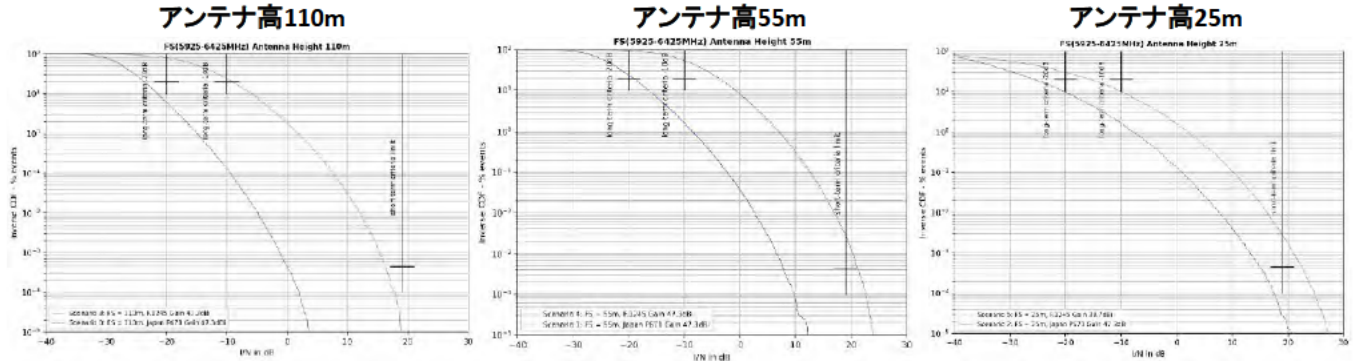
⑥ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(1) ～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

固定通信システムとの共用検討(アグリゲーションの計算結果)

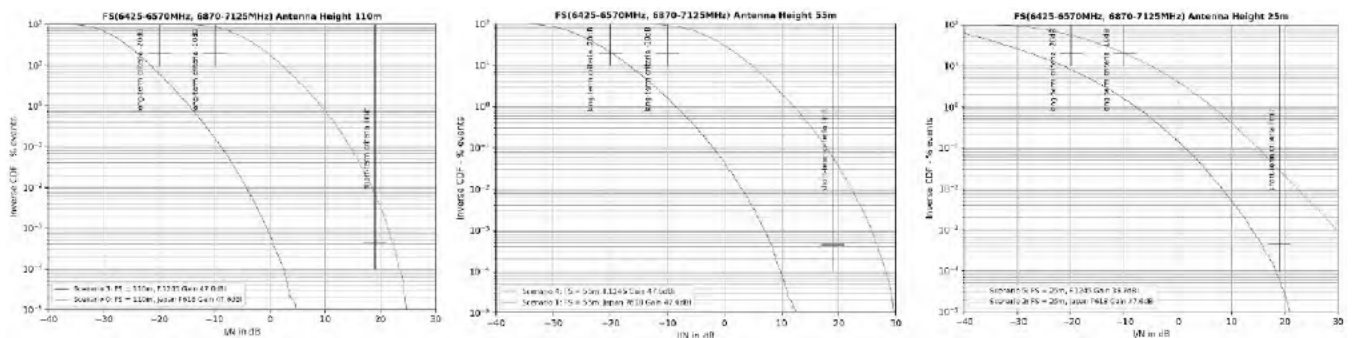
ITU-R F.1245のアンテナパターンにおいて、長時間干渉基準 ($I/N \geq -10\text{dB}$ となる時間率20%以下)、短時間干渉基準 ($I/N \geq 19\text{dB}$ となる時間率が 4.5×10^{-4} 以下)をそれぞれ満足することを確認した。

一方、電波法関係審査基準のアンテナパターンにおいては、各基準を満足できない場合があることを確認した。

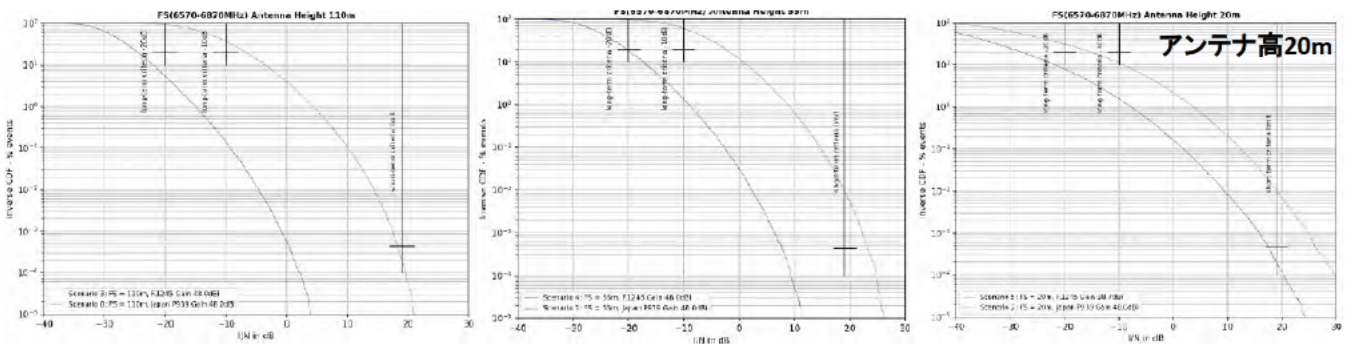
電気通信業務
(5925-6425MHz)



電気通信業務
(6425-6570, 6870-7125MHz)



電通・公共・一般用
(6570-6870MHz)

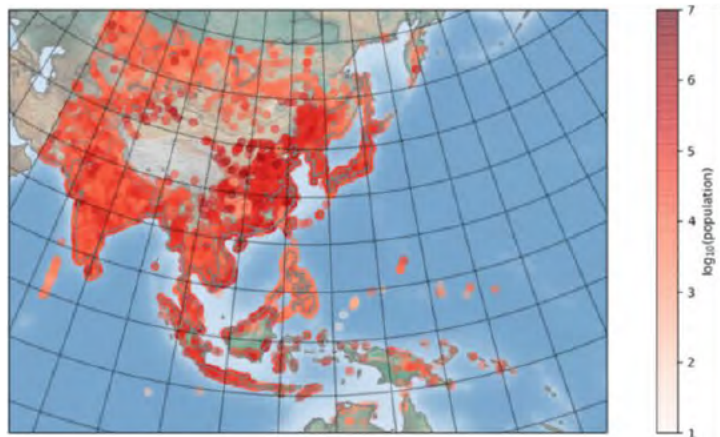


～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

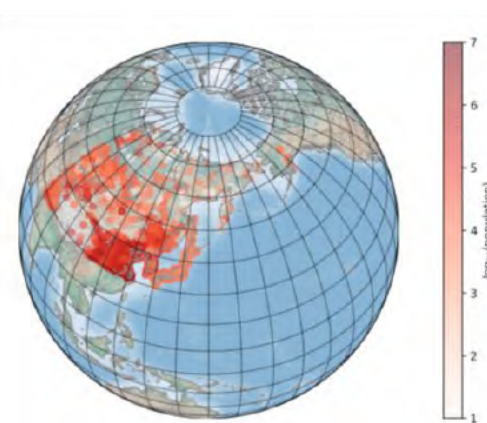
衛星通信システムとの共用検討(アグリゲーションの計算)



JCSAT-5A/JCSAT-3Aのカバレッジ



JCSAT-2Bのカバレッジ



⑥ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(1)

～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

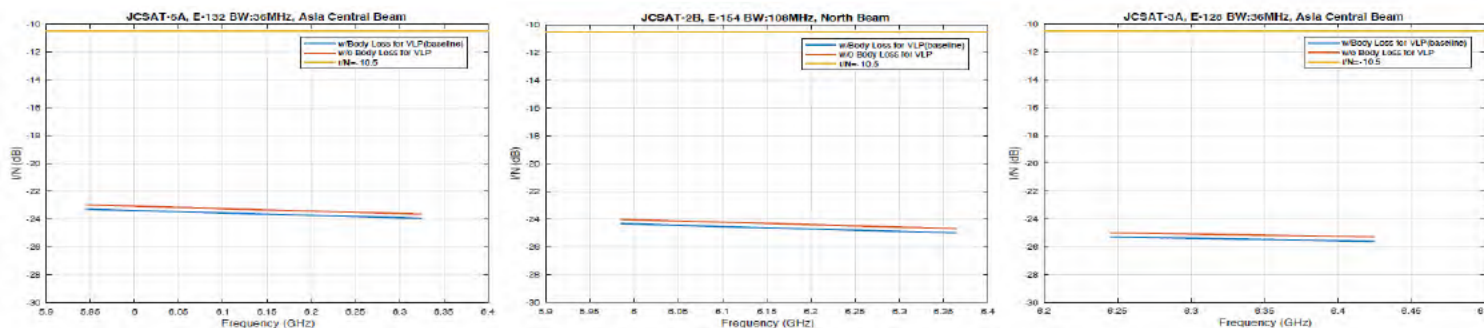
衛星通信システムとの共用検討(アグリゲーションの計算結果)

各衛星に対するチャンネル毎のカバレッジ内の与干渉端末からの干渉総和量を算出し、I/Nを計算した結果は以下の通り。
 サービス間の干渉配分について今後議論が必要だが、LPI(Low Power Indoor), VLP(Very Low Power)を考慮した場合I/N=-10.5dBの基準に対しては10dB以上のマージンを確認した。SP(Standard Power)をも考慮した場合においてもI/N=-10.5dBの基準を満足し、仰角に応じた電力制限を加味する場合は8dB以上のマージンを確認した。

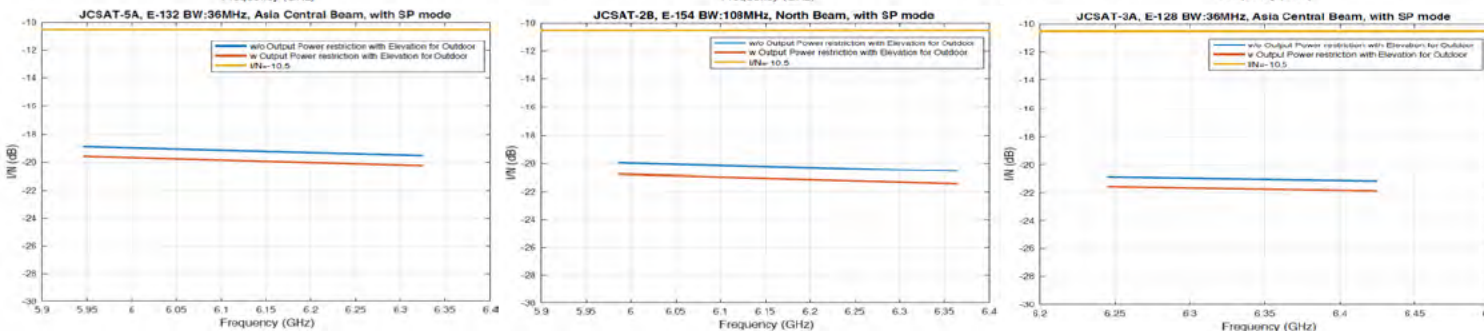
衛星システム	JCSAT-5A	JCSAT-2B	JCSAT-3A	N-Star e
経度	E-132	E-154	E-128	E-136
カバレッジ内総人口	4,775,600,000	1,247,600,000	4,775,600,000	77,807,046
干渉許容値	I/N=-10.5dB (ITU-R S.1432-1, Liaison statement to working party 5A from 4A) サービス間の干渉配分については、今後議論が必要			
I/N (LPI/VLPのみ) [dB]*	<-23.2	<-24.3	<-25.3	-21.5
I/N (SPモード含む) [dB]**	<-19.6	<20.8	<-21.5	-18.2

*VLPの人体損失を加味したI/N
 **仰角による電力制御を考慮したI/N、
 分配テーブルはRFレポート参照
<https://s3.amazonaws.com/rkfengineering-web/6USC+Report+Release+++24Jan2018.pdf>

LPI/VLPでの
I/N計算結果



SPを含む
I/N計算結果



放送番組中継との共用検討(シングルエントリーの計算)

(1) 被干渉システムの諸元(※)

- ・ 周波数

映像STL: 6,430.5MHz (C-1)、映像FPU: 6,425MHz (C-1)

音声STL: 6,700.625MHz (MAF-1)、監視制御用固定回線: 6,700.5MHz (MS-1)

- ・ 送受信空中線高

使用範囲内の最低地上高

- ・ 使用アンテナ

干渉モデルの受信アンテナにおいて、最も利得が大きいものを使用

(2) 与干渉システムの諸元

- ・ 周波数および帯域幅

被干渉システムと同一周波数を使用

帯域幅20MHz

- ・ 送信空中線高

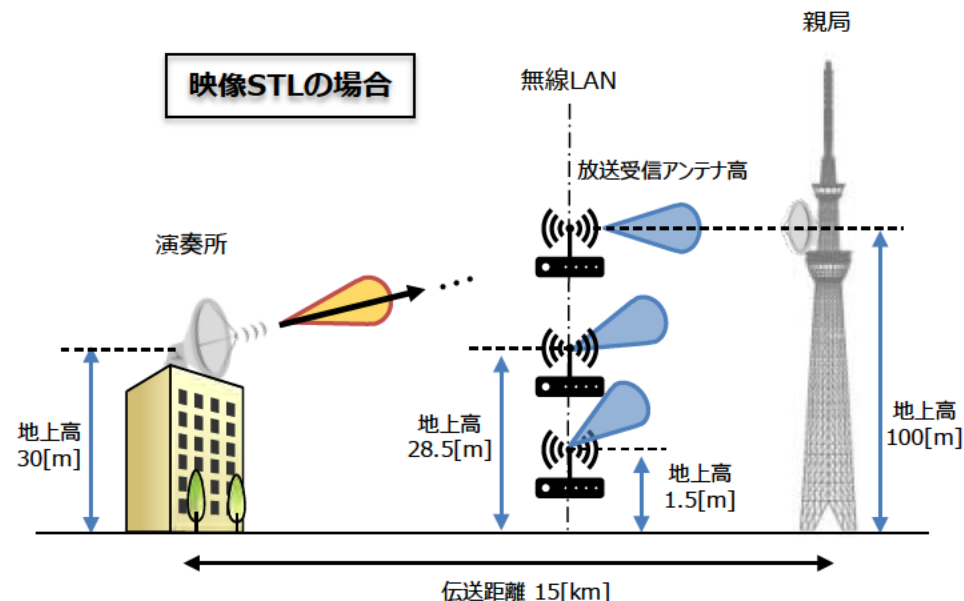
放送受信アンテナ高、地上高:1.5m、地上高:28.5m

- ・ 送信出力

25mW(屋外利用時の送信出力)

200mW(屋内利用時の送信出力)

※ 無線LAN帯域幅20MHz当たりの送信最大電力を被干渉帯域幅に換算した電力値で計算



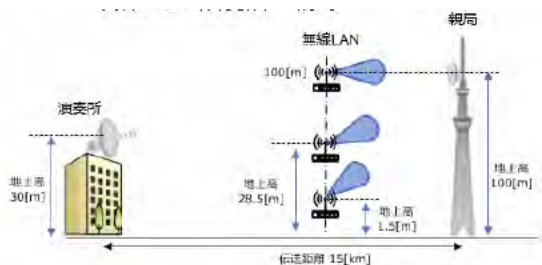
⑥ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(1)

～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

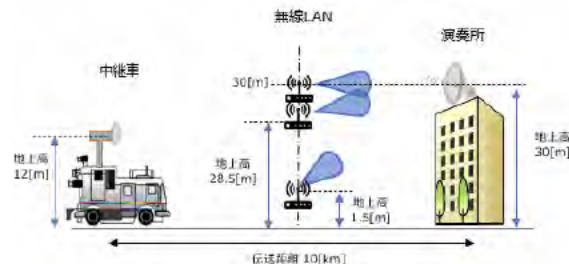
放送番組中継との共用検討(シングルエントリーの計算結果)

計算の結果、所要離隔距離が大きくなる場合は、受信空中線利得が大きい条件及び無線LANの地上高が放送用無線システムの受信伝搬路に近接する(受信アンテナの指向方向内に入る正対関係)条件であることが改めて確認された。また、システム毎の傾向として、受信空中線の利得が大きいSTL/TTL/TSLシステムでは、数十kmオーダーの離隔距離が必要、受信空中線の利得が比較的小さい条件で運用するFPUでは数kmオーダーの離隔距離が必要。

映像STL：演奏所→親局



映像FPU(固定)②：中継車→演奏所



■ 所要離隔距離

無線LAN	クラッター損失	人体損	無線LAN アンテナ高	同一CH		隣接CH	
				I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
				所要離隔 距離[km]	所要離隔 距離[km]	所要離隔 距離[km]	所要離隔 距離[km]
屋外 (VLP)	0dB	0dB	100m	84.6	90.7	6.2	19.3
			1.5m	47.7	53.2	5.8	19.3
			28.5m	67.0	72.6	5.8	19.3
		4dB	100m	82.3	88.4	3.9	12.1
			1.5m	45.3	51.0	3.2	12.1
			28.5m	64.7	70.3	3.7	12.1
	31.3dB	0dB	100m	16.5	49.9	1.0	1.0
			1.5m	16.5	31.4	0.9	1.7
			28.5m	16.5	49.9	0.2	1.7
		4dB	100m	10.6	32.1	1.0	1.0
			1.5m	9.9	27.8	0.9	0.1
			28.5m	10.6	32.1	0.6	1.7
屋内 (LPI)	0dB	0dB	100m	80.3	86.0	2.5	7.9
			1.5m	42.7	49.0	1.7	7.5
			28.5m	62.3	68.2	2.2	7.5
		4dB	100m	78.3	83.5	1.7	5.0
			1.5m	39.7	46.7	1.7	4.8
			28.5m	59.9	65.9	1.7	0.7
	31.3dB	0dB	100m	6.8	21.0	1.0	1.0
			1.5m	6.4	21.0	0.9	0.4
			28.5m	6.4	21.0	0.8	0.1
		4dB	100m	4.4	13.4	1.0	1.0
			1.5m	4.1	13.4	0.9	0.9
			28.5m	4.1	13.4	0.8	0.7

■ 所要離隔距離

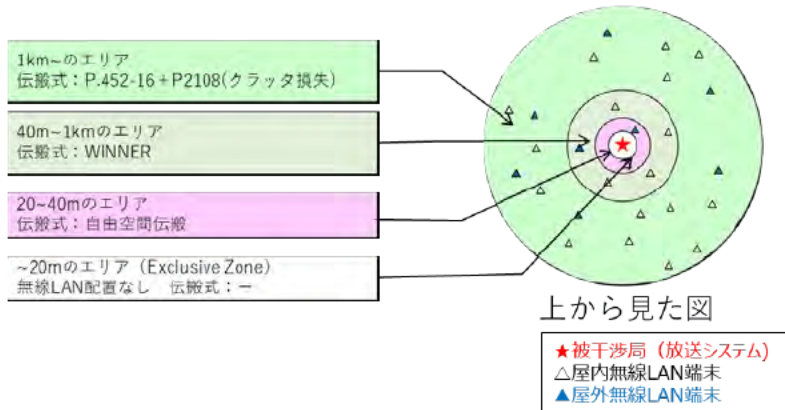
無線LAN	クラッター損失	人体損	無線LAN アンテナ高	同一CH		隣接CH	
				I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
				所要離隔 距離[km]	所要離隔 距離[km]	所要離隔 距離[km]	所要離隔 距離[km]
屋外 (VLP)	0dB	0dB	30m	42.3	48.1	1.4	4.1
			1.5m	23.1	28.7	1.1	4.1
			28.5m	41.7	47.5	1.4	4.1
		4dB	30m	39.9	46.3	0.9	2.7
			1.5m	20.6	26.6	1.1	2.1
			28.5m	39.3	45.4	0.9	2.7
	31.3dB	0dB	30m	3.5	10.9	1.0	1.0
			1.5m	3.5	10.6	0.7	1.1
			28.5m	3.5	10.9	1.0	1.0
		4dB	30m	2.3	6.9	0.9	1.0
			1.5m	1.1	6.9	0.7	1.1
			28.5m	2.3	6.9	0.9	1.0
屋内 (LPI)	0dB	0dB	30m	37.5	43.6	0.6	1.7
			1.5m	18.3	24.4	1.1	0.8
			28.5m	37.0	43.1	0.6	1.7
		4dB	30m	31.7	41.2	0.6	1.1
			1.5m	15.9	22.0	1.1	1.1
			28.5m	31.7	40.7	0.6	1.1
	31.3dB	0dB	30m	1.6	4.6	0.6	1.0
			1.5m	1.2	4.6	0.7	0.8
			28.5m	1.6	4.6	0.6	1.0
		4dB	30m	1.0	2.9	0.6	1.0
			1.5m	1.0	2.4	0.7	0.7
			28.5m	1.0	2.9	0.6	1.0

⑥ 6GHz帯無線LANと既存無線システムの周波数共用検討(1)

～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

放送番組中継との共用検討(アグリゲーションの計算)

アグリゲーションモデルと与干渉パラメータ



項目	設定値	備考
送信電力	3.25mW~25 mW 5mW~200 mW	屋外 ECC Report302/316の設定 (資料末参考資料参照) 屋内 ECC Report302/316の設定 (資料末参考資料参照)
送信アンテナ利得	0 dBi	水平無指向性 垂直指向性 ITU-R M1652
その他損失	4 dB + α	人体吸収損=4dB(屋外端末に適用), 建物侵入損=α P.2109(屋内端末に適用) Traditional:Thermal=7:3 Polarization Lossは、ECC Report302より偏波45度での方位角差の平均値=0.5dB (保守的値を適用) ※数値の妥当性について要確認
送信帯域幅	20 MHz~160MHz	ECC Report302の設定 ETSI TR 103 524の設定
送信高	1.5m~28.5m	ECC Report316の設定 (資料末参考資料参照)
無線LAN台数	詳細スライド9,10参照	ECC Report316の設定 (資料末参考資料参照)
屋内局:屋外局	99%(屋内局) 1%(屋外局)	ECC Report316の設定

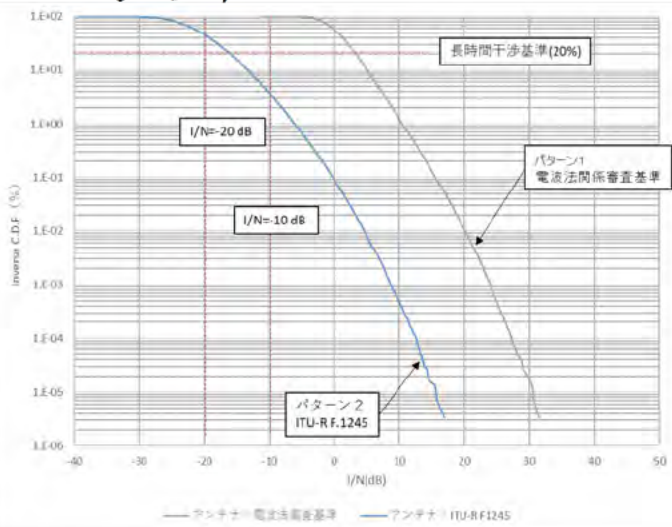
計算のパターンとその条件

パターン	放送システム							人口密度 [人/km ²]	シミュレーション範囲	計算範囲内の台数	計算回数
	システム周波数帯域幅	送信アンテナ高	受信アンテナ高	放送システム送受信間距離	アンテナパターン	受信アンテナ最大利得	給電線損				
1	映像STL 6430.5MHz 6.7MHz	30m	100m	15km	電波法関係審査基準 P.1039	47.6dBi	4dB	15,500(東京23区一律)	15km/5km	3,791台(15km範囲) 421台(5km範囲)	3,000万回
2					ITU-R F.1245				15km		
3					電波法関係審査基準 P.1039				15km/5km	489台	
4					ITU-R F.1245				15km		
5	映像TSL 6435MHz 14.0MHz	100m	100m	50km	電波法関係審査基準 P.1045	49.5dBi	4.6dB	15,500(0~15km)(東京23区一律) 2,000(suburban)(15~50km)(ECC Report302/316を参照)	50km	8,730台	500万回
6									30m	50km	
7	映像FPU 6435MHz 17.5MHz	12m	30m	10km	ITU-R P.699	35dBi	5dB	15,500(東京23区一律)	10km/5km	3,791台(15km範囲) 421台(5km範囲)	3,000万回
8					ITU-R F.1245				10km		

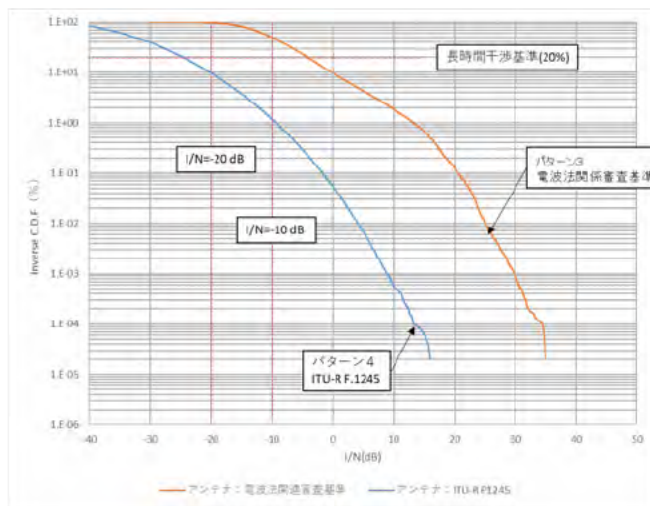
～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

放送番組中継との共用検討(アグリゲーションの計算結果)

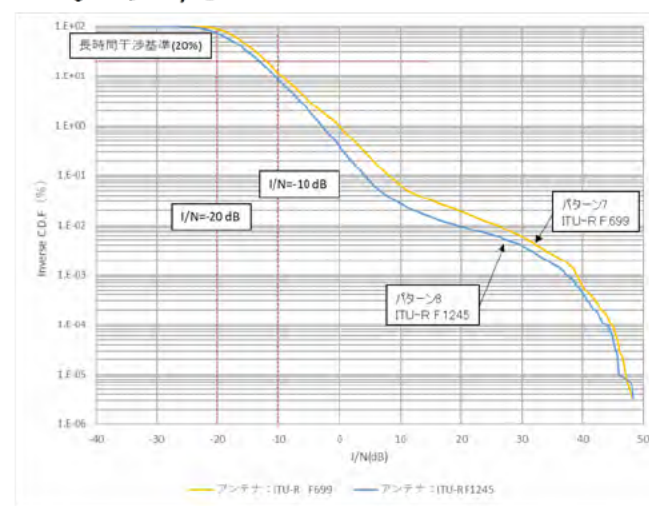
パターン1, 2



パターン3, 4



パターン7, 8



シミュレーション結果のまとめ

パターン	放送システム	受信アンテナ高	放送システムパターン	シミュレーション範囲	シミュレーション結果
1	映像STL	100m	電波法関係審査基準 P.1039	15km/5km	長時間干渉基準(20%)について、IN=-10dB, IN=-20dB いずれも満たさなかった。
2			ITU-R F.1245	15km	長時間干渉基準(20%)について、IN=-10dBは満たしたが、IN=-20dBは満たさなかった。
3		30m	電波法関係審査基準 P.1039	15km/5km	長時間干渉基準(20%)について、IN=-10dB, IN=-20dB いずれも満たさなかった。
4			ITU-R F.1245	15km	長時間干渉基準(20%)について、IN=-10dB, IN=-20dB いずれも満たす結果となった。
5	映像TSL	100m	電波法関係審査基準 P.1045	50km	長時間干渉基準(20%)について、IN=-10dB, IN=-20dB いずれも満たさなかった。
6		30m		50km	長時間干渉基準(20%)について、IN=-10dB, IN=-20dB いずれも満たさなかった。
7	映像FPU	30m	ITU-R P.699	10km/5km	長時間干渉基準(20%)について、IN=-10dBを満たすが、I/N=-20dBは満たさなかった。
8			ITU-R F.1245	10km	長時間干渉基準(20%)について、IN=-10dBを満たすが、I/N=-20dBは満たさなかった。

～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

電波天文との共用検討(シングルエントリーの計算及び計算結果)



伝搬モデル: ITU-R P.452-16 (クラッタ損失等なし)

- 電波天文アンテナ: 無指向性アンテナ0dBi
- 電波天文アンテナ高さ: 7.5m (和歌山大学)

	No	Item	Unit	Pattern1	Pattern2	Pattern3	Pattern4	Note
与干渉	(1)	Tx Frequency	MHz	6662.6	6662.6	6662.6	6662.6	(6.65+6.6752)/2=6.6626GHz
	(2)	Tx Output Power Level	dBm	23	23	14	14	
	(3)	Tx Bandwidth	MHz	20	20	20	20	
	(4)	Peak Antenna Gain	dBi	0	0	0	0	
	(5)	Antenna directive attenuation	dB	0	0	0	0	
	(6)	e.i.r.p Total Power	dBm	23	23	14	14	(2)+(4)+(5)
	(7)	e.i.r.p PSD	dBm/MHz	10.0	10.0	1.0	1.0	(6)-10log[(3)]
	(8)	Building Entry Loss	dB	16.8	32.4	0.0	0.0	ITU-R P.2109, Traditional Type: 16.84 ITU-R P.2109, Thermally Type: 32.43
	(9)	Body Loss	dB	0.0	0.0	0.0	4.0	
被干渉	(10)	Peak Antenna Gain	dBi	0	0	0	0	
	(11)	Antenna directive attenuation	dB	0	0	0	0	
	(12)	Criteria	dBm/25.2MHz	-173	-173	-173	-173	
	(13)	MCL (Minimum Coupling Loss)	dB	179.2	163.6	187.0	183.0	(2)-(8)-(9)-(12)

The following MCL formula is used:

$$P_{TxEIRP} - L_{Path} - L_{Clutter} - L_{BuildingEntry} + G_{Rx} \leq -173dBm/25.2MHz$$

Pattern		23dBm (LPI)
1	ITU-R P.452(No clutter) + ITU-R P.2109 BEL(Traditional Type)	35.52km
2	ITU-R P.452(No clutter) + ITU-R P.2109 BEL(Thermally Type)	27.23km

Pattern		14dBm (VLP)
3	ITU-R P.452(No clutter) + w/o Body Loss	39.75km
4	ITU-R P.452(No clutter) + w Body Loss	37.56km

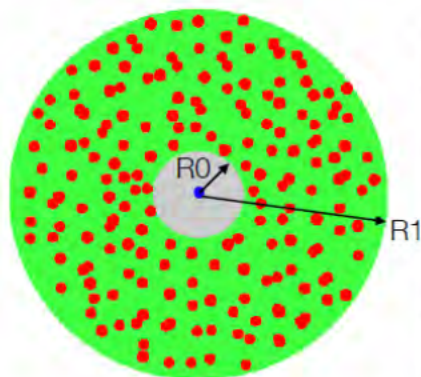
電波天文の干渉基準を満たすのに必要な必要離隔距離はおよそ40kmとなった。

～周波数共用シミュレーション、屋内実証試験結果等～

電波天文との共用検討(アグリゲーションの計算及び計算結果)

アグリゲーションモデル

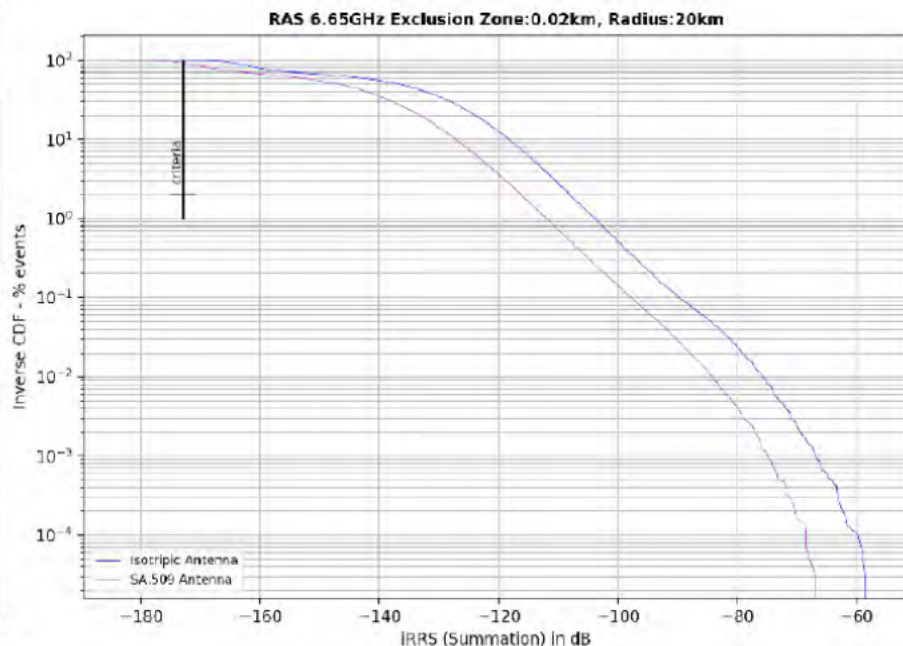
- R0 : Exclusion zone (20m)
- R1 : R0 to 20km



	伝搬モデル
20m <= D < 40m	自由空間伝搬モデル
40m <= D < 1000m	ITU-R P.452-16 (with including diffraction, clutter) Tx and Rx with suburban
D >= 1000m	ITU-R P.452-16 + ITU-R P.2108 Clutter (P=50%)
建物侵入損失 (for Indoor)	ITU-R P.2109 (Traditional: Thermally = 7:3)

	Values	Note
Device Density	1116/km ²	和歌山大学を想定
Busy Hour Factor	62.7%	ECC Report 302/316, ITU-R Document 5A/100-E
6GHz Factor	69%	1200MHz(7125-5925MHz)/(1200+538.5MHz)=69%
Overlap Factor	8.54%	資料「6GHzFactor_OverlapFactorについて」
Market Adaptation Factor	50%	ECC Report 302: 50% (high) FCC Study: 45%
RF Activity Factor	2%	ECC Report 302/316: 1.97% FCC Study= 0.44 %

結果を以下に示すが、LPIのみの想定においても、無指向性アンテナ、指向性アンテナ (SA.509) 共に干渉基準をほぼ100%の時間率で超え、所要改善量は50dB以上となった。



～周波数共用検討における論点整理～

周波数共用検討における論点整理

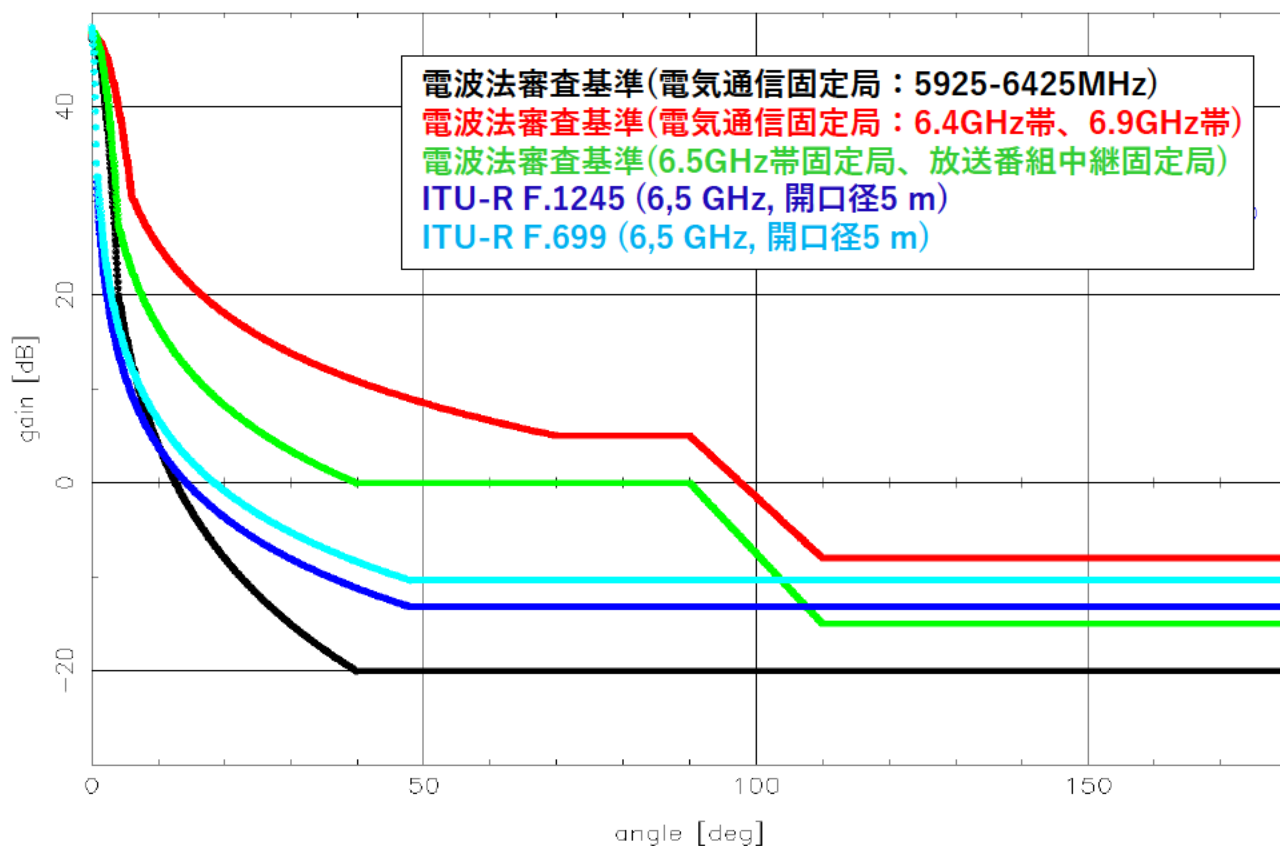
論点：① 周波数共用のシミュレーション手法に関して

- 1 ITU-Rにおける移動通信システムに関わる共用検討では、モンテカルロ確率法によるシミュレーションを実施しており、無線LANの共用検討に関して米国ではモンテカルロ法を用いている。これまでの実績からモンテカルロ法による手法が有効と考える。(無線LAN側)
- 2 無線LANは固定設置されるため、万が一強い干渉を受ける位置に設置された場合は、シングルエントリーによる干渉計算でも回線に影響が出ることが確認されているため、確率的な評価基準は適さないものとする。(固定通信事業者)
- 3 固定局間で周波数を共用しているため固定局間の干渉もあり、それを加味しなければ、実環境での干渉に比べ過小評価となる。(固定通信事業者)
- 4 放送番組中継システムについては、電波干渉による回線瞬断は放送事故に直結するため、モンテカルロによる確率的な評価は相応しくない。代わりにシングルエントリーによる最悪値での検討を行うべき。(放送事業者)

論点：② 周波数共用検討に用いるアンテナパターン及び共用判定基準に関して

- 1 干渉検討に用いる既存無線システムのアンテナパターンは、
 - ・ 実在するアンテナに近い特性であるITU-R勧告F.1245を採用すべき。実アンテナに近い小径のパターンを使うことも提案。(無線LAN側)
 - ・ 国内の運用状況に鑑みて、電波法関係審査基準に基づき回線設計がなされていることから、共用検討においては同審査基準に規定するアンテナパターンも考慮されるべきである。(既存無線事業者)
- 2 干渉検討に用いるI/Nは、
 - ・ 欧州の共用検討で使用されたI/N=-10dBを用いることが妥当である。米国FCCはI/N=-6dBを適用。(無線LAN側)
 - ・ 回線設置の制約等を踏まえ雑音配分の規定から、I/N=-20dBを用いることが妥当である。(放送事業者、固定通信事業者(電力関係))
 - ・ 固定局の国内運用は、電波法関係審査基準に基づき回線設計がなされていることから、共用判定基準としてはITU-Rをベースとした「I/N基準及び時間率」ではなく、同審査基準に規定の「C/I基準及び瞬断率」を用いるべきである。(既存無線事業者)
 - ・ 固定局間で周波数を共用しているため固定局間の干渉もあり、それを加味したC/(N+I)で評価すべき。(固定通信事業者)

- 5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班では、無線LANから既存無線システムへの共用検討の際に用いるアンテナパターンを調査したところ、下図にあるとおり方位角によって利得差が生じることが判明。
- 無線LAN側からは固定通信システムとの干渉検討の際には、ITU-R勧告F.1245を採用すべきとの主張。
- 一方、既存の固定通信事業者からは電波法関係審査基準に規定しているアンテナパターンを採用すべきとの主張があるところ。なお、電波法関係審査基準に規定のアンテナパターンは、固定通信システムの許認可において他の無線システムとの干渉検討に活用している。各事業者が標準的に使用していく空中線特性をすべて包含し、空中線の技術動向を踏まえ設定したもの。



～周波数共用検討における論点整理～

周波数共用検討における論点整理(つづき)

{ 論点: ③ シングルエントリーの計算結果に関して }

- 1 無線LANと放送番組中継システムとのシングルエントリーの計算結果では大きな所要離隔距離と所要改善量が示されている。干渉波が抑えられるように無線LAN側の諸元や運用条件を大幅に見直す必要がある。(放送事業者、固定通信事業者)
- 2 実運用に近い形での干渉検討を行いたいので、放送番組中継システムの実運用での受信アンテナパターン等の詳細諸元の提出を求めたい。また、個別の打合せを求めたい。(無線LAN側)
- 3 シングルエントリーで影響が出るとされている範囲に無線LANが設置されると、オフィスや住宅に設置されている無線LANは大きく移動することはないため、固定局は影響を受け続けることになる。その範囲に設置されることがないようにする必要があると考える。(固定通信事業者)

{ 論点: ④ 周波数共用の考え方に関して }

- 1 無線LANが、免許不要システムとして扱われることを考慮すると、万が一、無線LANが既存無線システムに電波障害を与え回線瞬断等が生じた場合に、無線LAN側に対処を求める手段がない。固定通信システムはパラボラで利得を稼いでいるため、電界強度自体が弱く、無線LAN側では検知ができないと想定されており、無線LANにDFS(動的周波数選択)を搭載しても干渉回避が難しいと思われる。よって、既存無線システムとの共用においては、免許不要システムの無線LANは二次業務(*)として扱うべきである。(放送事業者、固定通信事業者(電力関係))

※ 二次業務の無線局：周波数が割り当てられ、又は後日割り当てられる一次業務の無線局に有害な混信を生じさせてはならない。
周波数が割り当てられ、又は後日割り当てられる一次業務の無線局からの有害な混信に対して保護を要求してはならない。

- 2 無線LANはこれまでも免許不要システムとして導入され、免許を有する無線システムとも周波数共用を図っている。既存の無線システムとの共用検討により、無線LANの出力を一定程度抑制するとともに混信防止機能を具備し、共用を図ってきている。(無線LAN側)
- 3 将来の回線の新設や移設の際にARIB照会相談業務で使用可能とされたチャネルが、固定局の受信点付近で無線LANに使用されているため、実際は回線が構築できないことにならないよう、将来の回線の新設や移設が可能な無線LANとの共用方法の検討が必要である。(固定通信事業者)
- 4 周波数共用に向けた運用整理や免許の形態等については今後議論する予定。(既存無線事業者)

⑧ 今後の方針と検討スケジュール

周波数共用検討の進め方について（案）

1. 周波数共用に関する検討（技術面）

- ・モンテカルロ法によるシミュレーション結果から、無線LANから既存無線システムへの与干渉が回線品質に及ぼす影響について明確化を図り（例えば「既存無線システムの回線瞬断率の増加が1/100以下」等）、既存無線システム側と無線LAN側の双方が合意できる共存条件を見出す。
- ・アンテナパターンについては、アンテナ口径の異なる実運用のアンテナパターンで評価を行い、電波法関係審査基準とITU-R勧告F.1245の妥当性を判断する。
- ・シングルエントリーによる最悪値での検討においては、実運用に近いパラメータを用いて干渉計算を行うとともに、実機を用いたフィールド実証を行い、周波数共用の可能性について確認・検証を行う。

2. 周波数共用に関する検討（運用面・制度面）

- ・免許システムと免許不要システムとの周波数共用の検討において、上記1の技術面での検討に加え、周波数共用に向けた運用調整や免許の形態等については、引き続き議論を行っていくこととし、既存の免許システムに電波干渉を生じさせないための適切な仕組み（混信防止機能の具備やAFC^(※)の設定等）に関して、無線LAN側と既存無線システム側の双方合意の上で確立する。
- ・無線LANの運用条件として、仮に屋内利用に限定する等の制約が課された場合には、既存の免許システムに電波干渉を生じさせないために当該運用条件を遵守するための有効な手段を、無線LAN側と既存無線システム側の双方合意の上で確立する。

※ Automated Frequency Coordination：データベースに保存された既存システムの運用情報を参照し、特定の場所での無線LANの使用可能な周波数を決定する仕組み

情報通信審議会の審議スケジュール(案)

<令和3年(2021年)>

- 9月7日 無線LAN作業班(第3回)
- 10月中旬 陸上無線通信委員会へ中間報告
- 11月中旬 6GHz帯周波数共用アドホックグループ(第3回)
- 12月中旬 無線LAN作業班(第4回)【報告書案の作成】

<令和4年(2022年)>

- 1月中旬 陸上無線通信委員会【報告書案の審議】
- 2～3月 報告書(案)のパブリックコメント
- 3月下旬 陸上無線通信委員会【パブコメ結果】
- 4月 情報通信審議会 一部答申

5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班 構成員名簿(敬称略)

氏名	所属
【主任】梅比良 正弘	南山大学 理工学部 電子情報工学科 教授
足立 朋子	(株)東芝 研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー 研究主幹
石田 和人	フェイスブックジャパン (株) コンサルタント
伊藤 泰成	KDDI (株) 電波部 管理グループ マネージャー
井原 伸之	(株)フジテレビジョン 技術局計画部 部長職
大石 雅寿	大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台 天文情報センター 特任教授
岸 博之	東京都 総務局 総合防災部 防災通信課 統括課長代理
小橋 浩之	スカパーJSAT (株) 宇宙技術本部 通信システム技術部 第1チーム アシスタントマネージャー (令和3年9月7日以降)
小林 佳和	日本電気 (株) デジタルプラットフォーム事業部
斎藤 一賢	日本電信電話 (株) 技術企画部門 電波室 室長
城田 雅一	クアルコムジャパン合同会社 標準化本部長
高田 仁	(一社)日本民間放送連盟 企画部 専任部長
鷹取 泰司	(一社)電波産業会 無線LANシステム開発部会 副委員長
津村 仁	内閣府 政策統括官(防災担当)付 参事官(災害緊急事態対処担当)付 参事官補佐(通信担当)
中川 義克	インテル (株) 政策渉外部 日本担当ダイレクタ
中牟田 敏史	海上保安庁 情報通信課システム整備室 課長補佐
中村 淳一	国土交通省 大臣官房技術調査課 電気通信室 企画専門官
成清 善一	日本放送協会 技術局 計画管理部 副部長
成瀬 廣高	(株)バッファロー ネットワーク開発部 ODM第一開発課 課長
蓮池 真樹	スカパーJSAT (株) 宇宙技術本部 通信システム技術部 第1チーム アシスタントマネージャー (令和3年9月6日まで)
畠山 浩輝	警察庁 情報通信局 通信施設課 課長補佐
菱倉 仁	(株)IPモーション モバイルソリューション事業部 チーフエンジニア
藤本 昌彦	シャープ (株) 研究開発事業本部 副本部長
古川 英夫	(一社)JASPARコネクティビティWG主査
前田 規行	(株)NTTドコモ 電波企画室 電波技術担当課長
前原 朋実	(一社)無線LANビジネス推進連絡会 技術・調査委員会 副委員長
三島 安博	Apple Japan, Inc. Wireless Design Regulatory Engineer
村上 誉	(国研)情報通信研究機構 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 主任研究員
柳下 勇一	東京電力パワーグリッド (株) 電子通信部 通信ネットワーク技術センター ネットワーク総括グループマネージャー
安江 仁	電気事業連合会 情報通信部 副部長