

# 6GHz帯無線LANと既存システムの共用条件の検討

---

令和3年9月7日

「6GHz帯における無線LANの周波数拡張の検討に資する調査」調査検討会  
(請負：一般財団法人電波技術協会)

# (1) IEEE802.11動向 (1/5)

## 最近の成立規格

- IEEE Std 802.11ax-2021 (2021.5.19発行)  
高効率規格(Wi-Fi AllianceでのWi-Fi 6認証に対応する規格)

## Task Group(TG):TGbe: Extremely High Throughput (EHT) … 6GHz帯を含む技術拡張

- 目標
    - 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の～7.125GHzから拡張
      - 2.4GHz, 5GHz, 6GHz帯での後方互換の保証
  - 主要技術
    - 広帯域化…320MHz
    - 高MCS化…4096-QAM
    - Resource Unit (RU)割り当て…Multi-RU (MRU)
    - 複数リンクによる平行伝送 – Multi-Link
    - ストリーム数拡張…16ストリーム
    - 複数のAPによる連携送信 – Multi-AP (MAP) Coordination
    - 802.11の遅延保証技術の導入 – Time Sensitive Network (TSN)
- Release 1 features (ドラフト高優先機能)
- Release 2 features

## (1) IEEE802.11動向 (2/5)

---

- 規格ドラフト策定状況(ドラフトバージョンはDX.Xと記載)
  - 1月会合後にD0.3リリース、コメント募集実施
    - 開催期間: '21.1.19~2.3 (15日間)
    - コメント総数: 2438件
    - ステータス: 7月会合で処理打ち切り
  - 5月会合後にD1.0リリース、コメント募集実施
    - 開催期間: '21.5.25~6.24 (30日間)
    - コメント総数: 4372件
    - ステータス: 現在処理中
- 最新ドラフト: D1.1
  - 7月会合までに承認されたドラフトテキスト案を反映
  - 7.23にリリース
- その他関連情報
  - Wi-Fi AllianceでWi-Fi 7 Marketing Task Groupが6月から活動開始

# (1) IEEE802.11動向 (3/5)

- 6GHz帯での扱い
  - 11ax対応必須
    - 6GHz帯11ax機能要求:  
Class Aデバイス(Absolute transmit power accuracy:  $\pm 3$  dB, RSSI measurement accuracy:  $\pm 3$  dB)、  
APの最低80MHzサポート、  
11b/g/n/acパケットの送信禁止(11aパケットはチャンネル予約のため送信可)、  
TPC (Transmit Power Control)対応必須、  
11ai (Fast Initial Link Setup)スキャン動作の効率化対応、  
Probe Requestフレームの送信制限等
  - 20MHzチャンネル幅のサポート必須
  - 20MHz-only 非AP端末以外、40MHzチャンネル幅及び80MHzチャンネル幅のサポート必須
  - APは160MHzチャンネル幅のサポート必須
  - 非AP端末では160MHzチャンネル幅のサポートはオプション
  - 320MHzチャンネル幅のサポートはオプション

# (1) IEEE802.11動向 (4/5)

## Standing Committee(SC):Coexistence (Coex) … 各国地域の動向共有(6GHz帯含む)と対応議論

- 6GHz帯関連
  - ETSI EN 303 687
    - キャリアセンスでのEDTを無線システムの種別に関わらず-72 dBmに決定  
cf. 5GHz帯のEN 301 893では802.11axまではPDT -82 dBm、EDT -62 dBmを認めているが、802.11beについてはEDT -72 dBmのみを利用することに
    - ECC Decision (20)01 (2020年11月承認)が5,945-6,425 MHzのVery Low Power (VLP)での狭帯域(Narrow Band: NB)の利用を認めたことを受け、NBとの共存方法を検討中

補足

PDT: Preamble Detection Threshold。802.11システムを検出するキャリアセンス閾値

EDT: Energy Detection Threshold。他システムを検出するキャリアセンス閾値

# (1) IEEE802.11動向 (5/5)

## Ad-Hoc Group: ITU … SG5 (地上業務) WP5A (陸上移動業務)で勧告改訂活動(6GHz帯含む)

- 6GHz帯での無線LANの開放動向を受けて、昨年からITU SG5 WP5AでRLAN関係勧告2件へ改定活動実施中(6GHz帯追加も提案)
  - Recommendation ITU-R M.1450-5 - Characteristics of broadband radio local area networks
  - Recommendation ITU-R M.1801-2 - Radio interface standards for broadband wireless access systems, including mobile and nomadic applications, in the mobile service operating below 6 GHz
- 5月会合では4/28～5/11開催のWP5A会合報告あり
  - IEEE提案は米国、英国、カナダ、ブラジルのサポートがあったが、中露の反対でbaselineとして承認されなかった
  - 中国から2件の寄書あり。6GHzを意識し、十分な共有検討がされてからM.1801に言及すべき、という主張とwork planを提示
  - M.1450とM.1801用に2つのdiscussion groupsが立ち上がった
  - 2件のリエゾン文書をBWA & RLAN Organizationsに発出
- 7月802会合では、11月WP5A会合に向けて入力寄与文書の更新
  - IEEE 802.11側で新たに成立した規格を文書に反映

## (2) 6GHz帯制度化の世界動向 (1/5)

### 6GHz帯免許不要システム割当ての動向

参考: <https://www.wi-fi.org/countries-enabling-wi-fi-6e>

- 大きく4つのグループに分かれる。
- 使用できる帯域は、大きく500MHzと1200MHzに分かれ、1200MHzを割り当てている国が多い。
- 使用できる帯域で、空欄はまだ検討開始していない、[] 付きは予定または検討中。
- 欧州が6GHzの上側を拡張するかどうかは、現時点では決まっていない。

地域	主管庁による取り組み (パブコメなど)	制度検討開始	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	✓						

## (2) 6GHz帯制度化の世界動向 (2/5)

### 米国・欧州・カナダの動向

#### • 米国

- FCCが2020年4月24日に5925-7125 MHzに関する新しい制度を承認。
  - LPIモード：1200MHz 帯域幅 $\leq$ 320MHz
  - SPモード：U-NII-5およびU-NII-7（850MHz）帯域幅 $\leq$ 320MHz
  - IEEE 802.11や5G NR-Uが利用可能となるよう技術ニュートラル
- VLPの検討は現時点では未着手。

\*U-NII: Un-licensed National Information Infrastructure

#### • 欧州

- 欧州委員会（EC）が5945-6425MHzを免許不要帯域として最終承認し、EC Decisionが2021年6月に発行された。

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/6ghz-harmonisation-decision-more-spectrum-available-better-and-faster-wi-fi>

- LPIモードおよびVLPモード：480MHz
- 各国政府は2021年12月1日までに制度整備を行うことが求められている。  
（CEPTのメンバーを含むいくつかの国では既に制度化が行われている）
- ETSI標準EN 303 687の出版は2023年3月に延期されているが、既に完成度の高いドラフトとなっており実装上は問題はない。

#### • カナダ

- ISEDが2021年5月に6 GHz帯免許不要システムに関する制度を承認。
  - LPIモードおよびVLPモード：1200 MHz
  - SPモード：950 MHz



## (2) 6GHz帯制度化の世界動向 (3/5)

### 米国と欧州の技術基準を比較

- 米国はSPとLPIを法制化、欧州はLPIとVLPを法制化
- 米国はAccess PointとClient Deviceに異なる基準を設定しているのに対し、欧州は共通
- 米国はより広い周波数帯を使用できるが、欧州は6GHz帯の下側のみ

		米 国		欧 州
		Access Point	Client Device	
Standard Power (SP)	PSD	23 dBm/MHz	17 dBm/MHz	---
	EIRP	36 dBm	30 dBm	
	Frequency	5.925-6.425 、 6.525-6.875GHz		
	使用場所	屋内/屋外		
Low Power Indoor (LPI)	PSD	5 dBm/MHz	-1 dBm/MHz	10 dBm/MHz
	EIRP	30 dBm	24 dBm	23 dBm
	Frequency	5.925-7.125GHz		5.945-6.425 GHz
	使用場所	屋内		屋内
Very Low Power (VLP)	PSD	---	---	1 dBm/MHz
	EIRP			14 dBm
	Frequency			5.945-6.425 GHz
	使用場所			屋内/屋外

## (2) 6GHz帯制度化の世界動向 (4/5)

### FCCの技術的条件 (47 CFR Part 15 Subpart E から要点を抽出)

#### (k) Automated Frequency Coordination (AFC) システム

- (1) Standard Power Access Pointは、送信の前に、地理的な位置における各周波数範囲の中で、使用可能な周波数と最大許容電力を決定するため、AFCシステムにアクセス。
- (2) Standard Power Access Pointは、3dB以下のステップで、最大許容電力の36dBmから21dBmの範囲で使用可能な周波数を決定する。
- (3) AFCシステムは、FCCのデータベースから5.925-6.425、6.525-6.875GHz 帯の保護されるサービスの情報を取得し、Standard Power Access Pointに使える周波数を決定するための情報として使用する。
- (4) AFCシステムは、Standard Power Access Pointから供給された情報を使って、各周波数範囲で使用可能な周波数や最大許容電力を決定する。
- (8) Standard Power Access Pointは、
  - (i) 最初の送信前にAFCシステムに登録し、認証。
  - (ii) 地理的な位置情報、アンテナ高、FCC-ID、製造番号をAFCシステムに登録。
  - (iv) 最低1日1回、AFCシステムにアクセスし、最新の使用可能な周波数と最大許容電力のリストを取得。
- (10) AFCシステムのオペレータは、期間は5年間。
- (11) AFCシステムのオペレータは、1社から数社。

## (2) 6GHz帯制度化の世界動向 (5/5)

### FCCの技術的条件 (47 CFR Part 15 Subpart E から要点を抽出)

#### (l) AFCシステムによる占有サービスの保護：固定マイクロ回線サービス

既存の5.925-6.425、6.525-6.875GHz帯の固定マイクロ回線サービスにいかなるダメージも与えてはならない。同一チャンネル及び隣接チャンネル帯での運用禁止。

(1) 伝搬モデルは、

(i) 30mまでは、自由空間伝搬ロスモデル

(ii) 30m~1kmまでは、WINNER IIモデル

(iii) 1km以上は、Irregular TerrainモデルとP.2108-0或いはP.452-16を加味したモデル

(2) 妨害保護基準は、 $I/N = -6\text{dB}$

⇒ 電気通信業務や放送業務の区別はない

#### (m) AFCシステムによる占有サービスの保護：電波天文サービス

AFCシステムは、既存の6.650-6.6752GHz帯の電波天文サービスに除外ゾーンを適用。

除外ゾーンは以下の式で計算

$$dkm_{los} = 4.12 \times (\sqrt{H_{tx}} + \sqrt{H_{rx}})$$

$H_{tx}$ : Standard Power Access Pointの高度 (m)

$H_{rx}$ : 電波天文台アンテナの高度 (m)

#### (n) AFCシステムによる占有サービスの保護：固定衛星サービス

屋外設置されたAccess Pointは、仰角30度以上への放射は125mW(21dBm)を越えないこと。

⇒ AFCの制限とは関係しない

### (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (1/12)

#### シミュレーションによる共用検討状況の概要

これまでECC Report302及び316を参照し、LPI(Low Power Indoor: e.i.r.p 最大23dBm)とVLP(Very Low Power: e.i.r.p最大14dBm)を想定し、各システム毎にシミュレーションによる検討を行ってきた結果の概要を以下に示す。  
また、追加の検討項目として今回新たに検討した内容についても記載する。

対象システム	周波数[MHz]	これまでの検討結果概要	今回の追加検討項目
固定局 - 電通業務	5925-6425	<ul style="list-style-type: none"><li>シングルエントリー: I/N=-10dB及び-20dBを基準として、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。</li><li>アグリゲーション: ITU-Rの長時間干渉基準*、短時間干渉基準**共に、電波法関係審査基準のアンテナパターンでは概ね基準を満足できないものの、ITU-R F.1245のアンテナパターンでは、I/N=-10dB条件下で、ITU-Rの干渉基準をそれぞれ満足することを確認。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>アンテナパターンの検証</li><li>C/Iの検討、考察</li></ul>
固定局 - 電通業務	6425-6570、 6870-7125	同上	
固定局 - 電通・公共・一般	6570-6870	同上 <ul style="list-style-type: none"><li>人口密集地に設置された局を想定し、半径を15kmまで広げた評価を行い、ITU-R F.1245のアンテナパターンではITU-Rの長時間干渉基準*、短時間干渉基準**共に満足することを確認。</li></ul>	
固定衛星	5925-6425	検討対象局のフットプリントを考慮して干渉の総和を計算した結果、それぞれI/N=-10.5dBの基準に対して10dB以上のマージンを確認。	<ul style="list-style-type: none"><li>SP(Standard Power)を考慮した検討</li></ul>
電波天文	6650-6675.2	周辺環境として最も厳しいと考えられる和歌山局を想定した検討を実施 <ul style="list-style-type: none"><li>シングルエントリー: 見通し内条件下での必要離隔距離は40km程度、地形等による減衰を加味した場合でも必要離隔距離は1km程度</li><li>アグリゲーション: LPIに限定した場合でも、干渉基準***に対して50dB以上の所要改善量が残り、今後、使用禁止区域の設定等(一例)の干渉軽減のための措置の検討が必要。</li></ul>	

\*Rec.ITU-R F.758-7, \*\*Rec.ITU-R SF.1650-1, \*\*\* Rec.ITU-R RA.769-2、Rec.ITU-R RA.1513-1

### (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (2/12)

#### シングルエントリー計算結果

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)

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)

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)

#### アグリゲーションモデル計算結果

第2回作業班で報告済み



### (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (3/12)

#### 電通・公共・一般用 (6570-6870MHz) | 人口密集地での追加検討

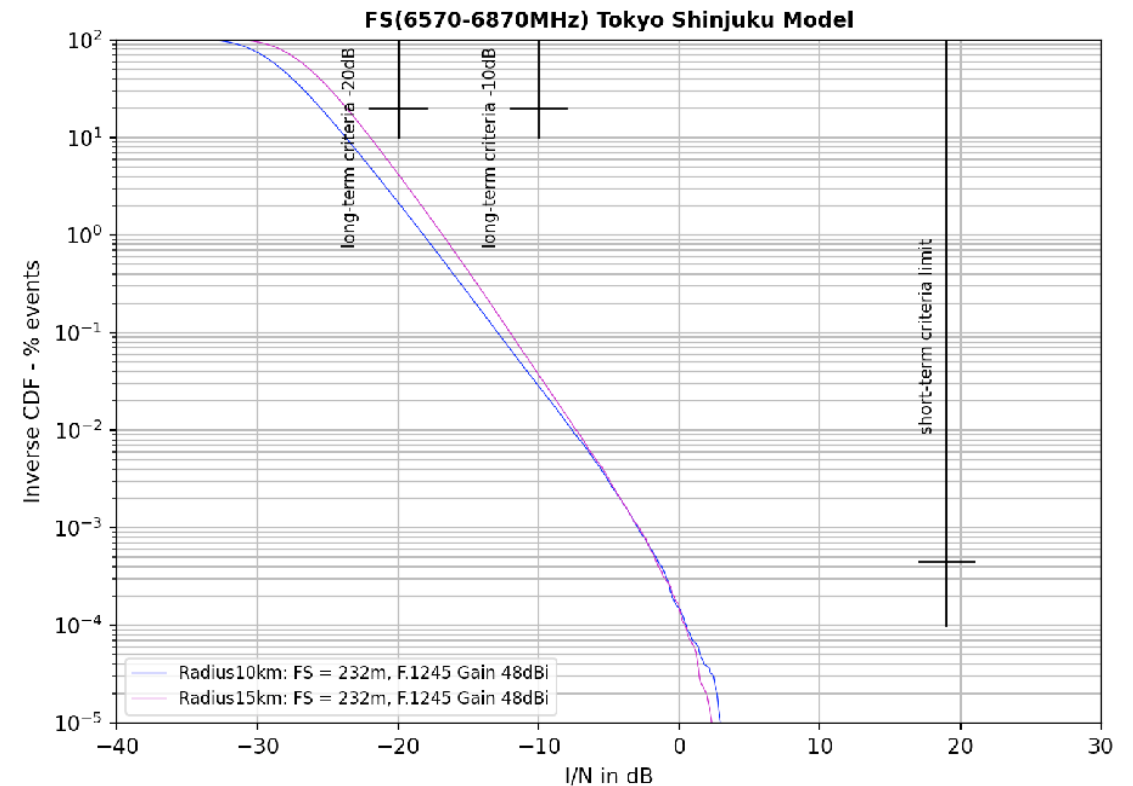
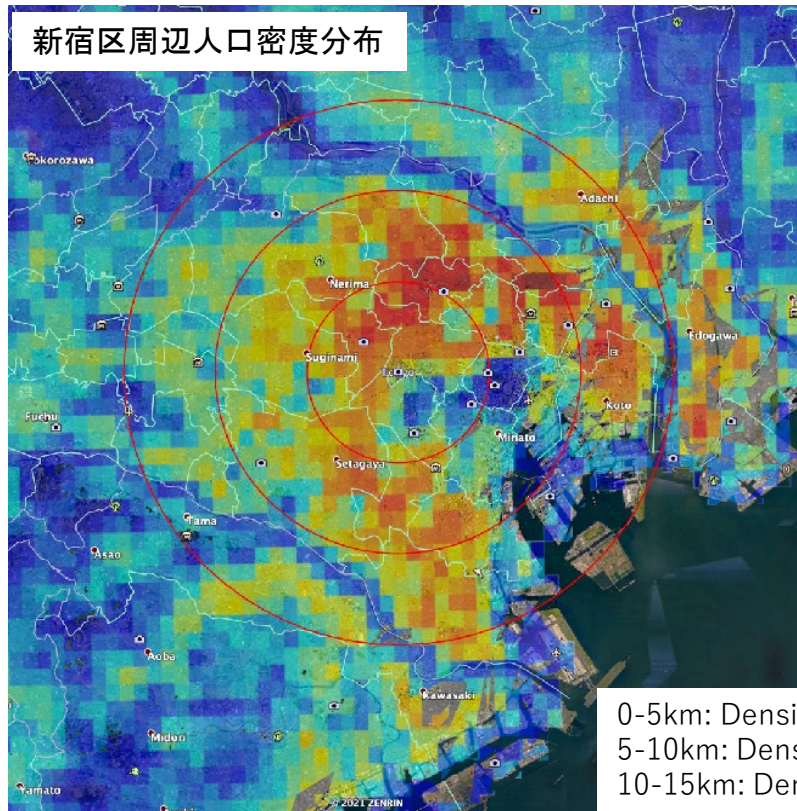
サンプル評価として、新宿区設置の固定局を想定し、シミュレーション半径を10km, 15kmまで広げた時のI/Nを評価する。

被干渉局モデル

- 設置場所: 東京都新宿区
- アンテナ高さ: 地上高232m
- アンテナパターン: ITU-R F.1245

その他、シミュレーション条件は電通・公共・一般用  
6570- 6870MHzと同様とする

試行を30,000,000回繰り返し、I/Nを算出した結果は以下の通り。(半径10km、15kmそれぞれ表示) 今回用いた条件下においては、人口密集地に設置された局においても、長時間干渉基準、短時間干渉基準をそれぞれ満足することを確認した。



# (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (4/12)

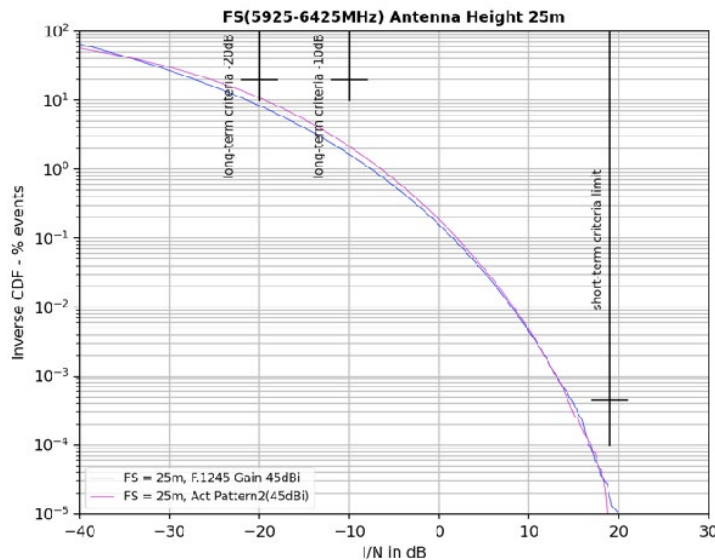
## 電気通信業務(5925-6425MHz) | アンテナパターンに関する検討

固定局アンテナパターンについて、被干渉側より提供のアンテナパターンをいくつか確認したところ、F.1245で異なる口径（例えばD=1m）も考慮することで、F.1245のパターンが被干渉提供のアンテナパターンの近似になることが分かった。

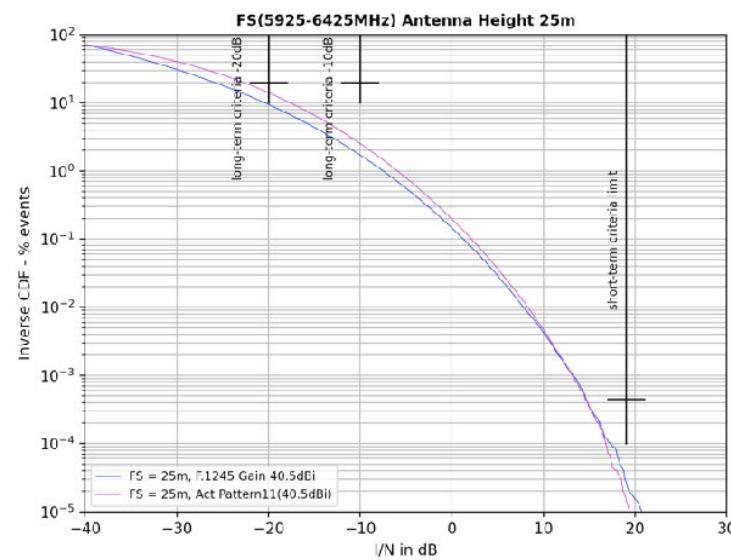
F.1245と提供のアンテナパターンの違いによるシミュレーション結果への影響を確認するため、当該固定局の設置場所を考慮（第2回 5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班 資料「作業班2-4」）し、郊外モデル\*を想定して、提供のアンテナパターンと最大利得が等しくなるように調整をしたF.1245を用いてモンテカルロシミュレーションでI/Nの比較を行う。ここでは、被干渉アンテナの最大利得（45dBi）のもの、中程度(40.5dBi)のもの、最小利得(34dBi)のもの3つで検討を行う。

\* 人口密度: 2000/km<sup>2</sup>、被干渉アンテナ高さ: 25m

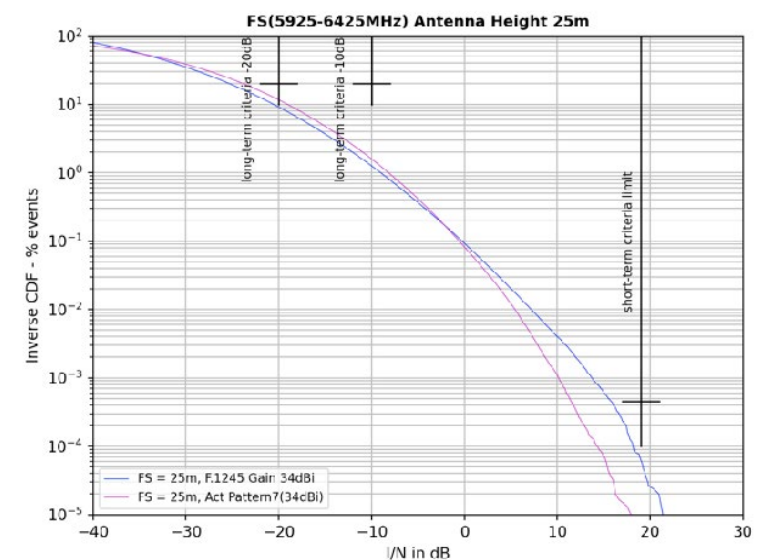
アンテナ利得45dBiの比較



アンテナ利得40.5dBiの比較



アンテナ利得34dBiの比較



### <結果>

- 3つ全てにおいて、F.1245及び提供のアンテナパターンで短時間干渉基準、長時間干渉基準（IN=-10dB, -20dB）共に満足することを確認した。
  - アンテナ比較の観点では、長時間干渉基準点付近においては、F.1245の方が1dB程度干渉量の小さい結果となっているが、短時間干渉基準では、同等もしくは実運用のアンテナの方が干渉量が小さい結果となっている。
- 以上の結果より、F.1245をベースに異なるアンテナ口径も検討をすることで、実際のアンテナパターンを考慮した検討が可能であり、実際のアンテナパターンを想定した場合でも長時間、短時間干渉基準をそれぞれ満足できると考えられる。

# (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (5/12)

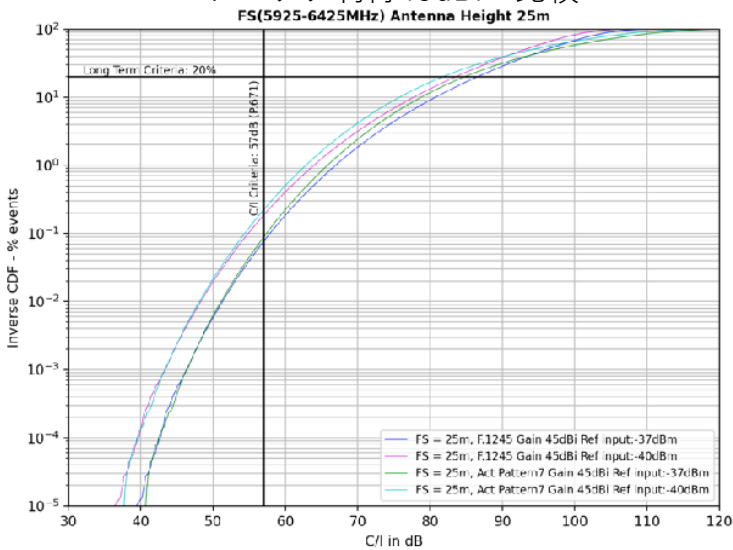
## 電気通信業務(5925-6425MHz) | C/I計算結果

モンテカルロを用いて算出したI/Nの結果を元に下記テーブル記載の数値を用いてC/Iに変換して結果を表示する。  
電波法関係審査基準P.671のC/I=57dB(全干渉波)を合わせて表示する。

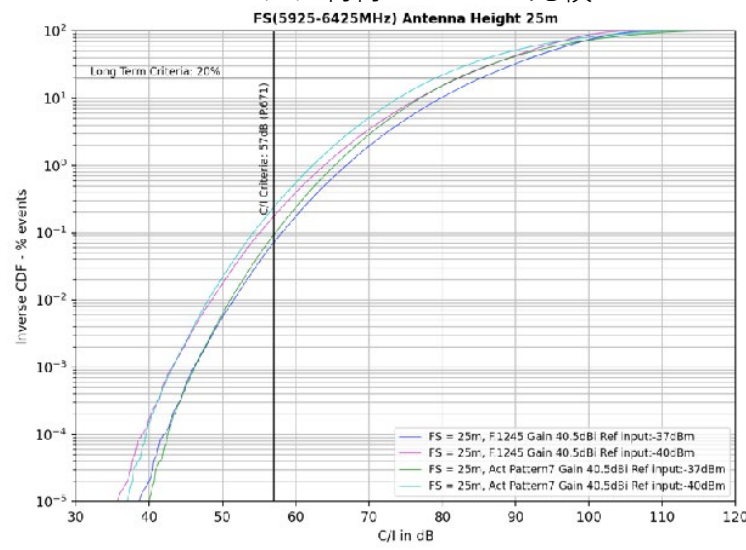
\*標準受信入力=-37dBmとしているが偏差+/-3dBも考慮して最悪値として-40dBmでも同様に検討する。

		単位	値	備考
周波数	f	MHz	6175.00	
受信雑音帯域	B	MHz	17.50	
受信機雑音指数	NF	dB	5.00	
受信機雑音電力	N	dBm	-96.40	T=300K K=1.380649E-23
標準受信入力	C	dBm	-37.00	256QAM 審査基準P.667

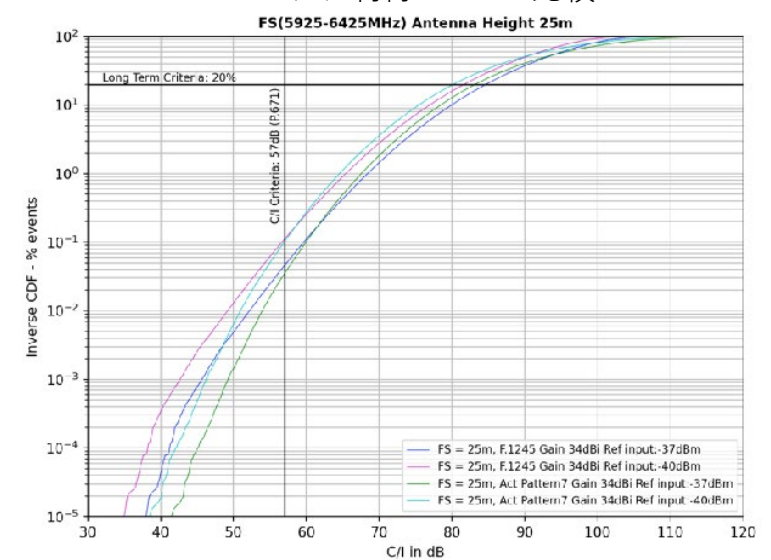
アンテナ利得45dBiの比較



アンテナ利得40.5dBiの比較



アンテナ利得34dBiの比較



<結果>

- C/I=57dB(全干渉波)を満足できない時間率は0.1%程度(標準受信入力=-37dBm)、0.2%程度(標準受信入力=-40dBm)となる。
- 長時間干渉基準(時間率20%)におけるC/Iの値は、およそ+80dB(標準受信入力レベル=-40dBm条件)となる。



### (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (6/12)

#### 電気通信業務(5925-6425MHz) | C/Iに関する考察(1)

前ページで示したアンテナの利得毎のC/Iカーブから長時間干渉（時間率20%）と交差するC/Iの最悪値（C=-40dBm）を確認して、与干渉端末からの雑音劣化量を計算した結果を以下に示す。

	項目	値 (利得34dBi)	値 (利得40.5dBi)	値 (利得45dBi)	単位	備考
①	C/I (時間率20%)	80	79	82	dB	グラフ(前ページ)
②	C (標準受信入力)	-40	-40	-40	dBm	審査基準 (-37dBm-3dB)
③	I (無線LANからの干渉量)	-120	-119	-122	dBm	②-①
④	N (熱雑音)	-96.4	-96.4	-96.4	dBm	kTBF
⑤	N+I	-96.38	-96.38	-96.39	dBm	③と④の合算
⑥	(N+I) -N (雑音増加量)	0.02	0.02	0.01	dB	⑤-④

<結果>

- 長時間干渉（時間率20%）における与干渉端末による雑音劣化量は0.02dB程度である。

# (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (7/12)

## 電気通信業務(5925-6425MHz) | C/Iに関する考察(2)

固定側でフェージングが発生する確率をP1とし、与干渉側でC/Iの基準を超える確率(時間率)をP2とすると、フェージング環境下において、C/Iの基準を超える結合確率はP1xP2で計算される。

電波法審査基準記載の算出方法(右)に従って、Rayleighフェージングの発生確率をある条件下で計算する。

別紙(6)-1 フェージング発生確率の算出方法

1 レーレーフェージング発生確率  $P_R$

$$P_R = Q \cdot (f/4)^{1.2} \cdot d^{3.5}$$

d: 伝搬路長 (km)

f: 周波数 (GHz)

	4 GHz 帯	5 GHz 帯	6 GHz 帯
f	3.9	4.7	6.175

Q: 伝搬路係数

伝搬路種別	平均伝搬路高 $h_m$ (m)	Q
平野	$\geq 100$	$5.1 \times 10^{-9}$
	$< 100$	$2.35 \times 10^{-8} \times (1/h_m)^{1/3}$
山	—	$2.1 \times 10^{-9}$
海	$\geq 100$	$3.7 \times 10^{-7} \times (1/h_m)^{1/2}$
	$< 100$	$3.7 \times 10^{-8} \times (1/h_m)$

$$h_m = (h_1 + h_2) / 2 - h_a$$

$h_1, h_2$ : 両局の空中線の海拔高 (m)

$h_a$ : 平均地表高 (m)。ただし、伝搬路が海上の場合は0とする。

なお、上表の伝搬路種別の分類は次のとおり。

分類	伝搬路
平野	1 平野が大部分を占めている場合
	2 山岳地帯であるが、湾や入江があつて海岸(水際より10km程度までを含む。)又は海上が含まれる場合
山	山岳地帯が大部分を占めている場合
海	1 海上
	2 海岸(水際より10km程度までを含む。)で平野

<条件例>

伝搬路種別: 平野、f=6.175GHz、d=20km、h1=h2=25m、hm=0m

この条件でのRayleighフェージングの発生確率は4.8416e-04となる…(P1)

また、前述の結果よりC/I=57dBを満足できない時間率は約0.1%(受信入力レベル-37dBm時)である…(P2)

<結果>

結合確率P1xP2は、 $4.8416e-04 \times 0.001 = 4.8416e-07$ となる。

ここで、C/Iを満足できない条件= 固定局側の回線瞬断率と仮定して、以下の回線瞬断率の規格を参照する。

「0.054%/2500km以下」を上記例のd=20kmに換算すると、回線瞬断率=4.3200e-06であり、

先に求めた結合確率(P1xP2)の値はこの回線瞬断率の規格値のおよそ1/10に相当する。

上記はある条件下で計算をした一例であるが、今後、実際のリンクを想定した条件でも同様の検討、評価を行うことが必要と考えられる。

オ 伝送の質

(7) 瞬断率規格

回線瞬断率(符号誤り率が $10^{-1}$ を超える時間率)は、次表に示す値を満足するものであること。

方式名	回線瞬断率
256QAM 104M方式	いかなる月においても0.054%/2500km以下
256QAM 52M方式	
64QAM 156M方式	
64QAM 78M方式	
16QAM 156M方式	
16QAM 52M方式	

# (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (8/12)

## 固定衛星 (5925-6425MHz) | 追加検討概要 (SP)

SP(Standard Power)を考慮した検討のため、SPを加味した与干渉送信機空中線電力分配を用いてこれまで同様の手法で干渉の総和を計算する。  
また、屋外設置のRLANに対して仰角による電力制限（下記）を考慮した場合の検討も実施する。

### RKFレポートに記載されている無線LANのEIRPの分布

Indoor Use Case	Weight	Weighted EIRP Distribution (mW)							Total
		4000	1000	250	100	50	13	1	
Client	26.32%	0.00%	0.00%	0.00%	1.82%	12.03%	12.47%	0.00%	26.32%
Enterprise AP	2.63%	0.00%	0.00%	1.06%	0.90%	0.58%	0.09%	0.01%	2.63%
Consumer AP	66.31%	0.00%	0.00%	7.90%	2.76%	11.20%	38.94%	5.51%	66.31%
High-Performance Gaming Router	4.74%	0.67%	0.42%	1.43%	1.01%	0.83%	0.34%	0.04%	4.74%
<b>Sub-Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>0.67%</b>	<b>0.42%</b>	<b>10.39%</b>	<b>6.49%</b>	<b>24.64%</b>	<b>51.84%</b>	<b>5.56%</b>	<b>100.00%</b>

Table 3-7 - Indoor RLAN Source EIRP Distribution (mW)

全体の99%

### 固定衛星システムの干渉保護基準

屋外の無線LAN：地平線からの仰角30度を超える範囲の最大EIRP = 21 dBm (125 mW)

FCC 20-51 : Unlicensed Use of the 6 GHz Band, April 24, 2020

Outdoor Use Case	Weight	Weighted EIRP Distribution (mW)							Total
		4000	1000	250	100	50	13	1	
High Power AP	20%	2.83%	1.77%	6.04%	4.21%	3.55%	1.44%	0.17%	20.00%
Low Power AP	30%	0.00%	0.25%	3.41%	1.33%	5.73%	16.87%	2.41%	30.00%
Client	50%	0.00%	0.00%	0.00%	3.46%	22.85%	23.68%	0.00%	50.00%
<b>Sub-Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>2.83%</b>	<b>2.02%</b>	<b>9.45%</b>	<b>9.00%</b>	<b>32.13%</b>	<b>41.99%</b>	<b>2.58%</b>	<b>100%</b>

Table 3-8 - Outdoor RLAN Source EIRP Distribution (mW)

全体の1%

RKF report : Frequency Sharing for Radio Local Area Networks in the 6 GHz Band, January 2018 Version 3

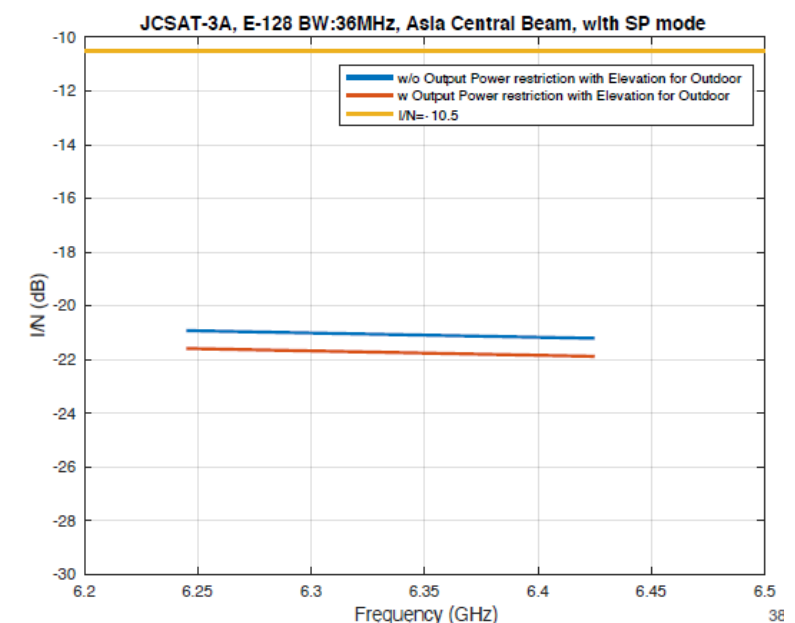
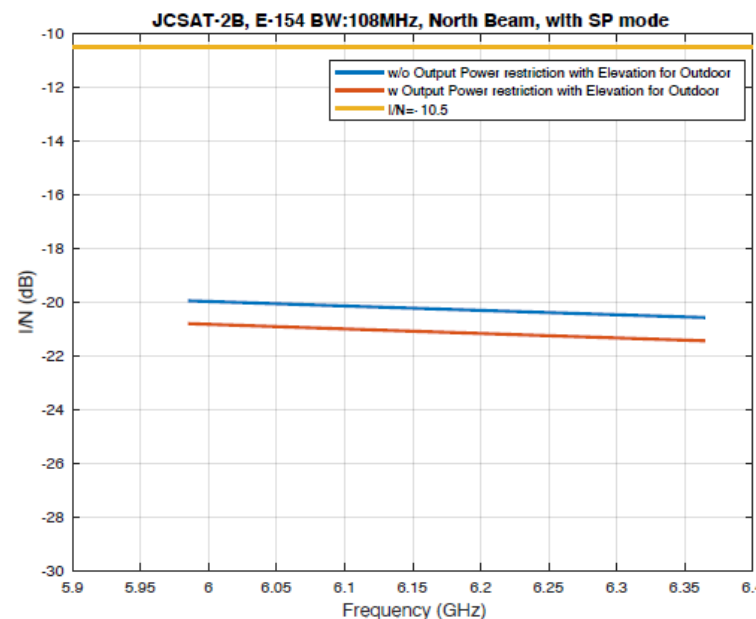
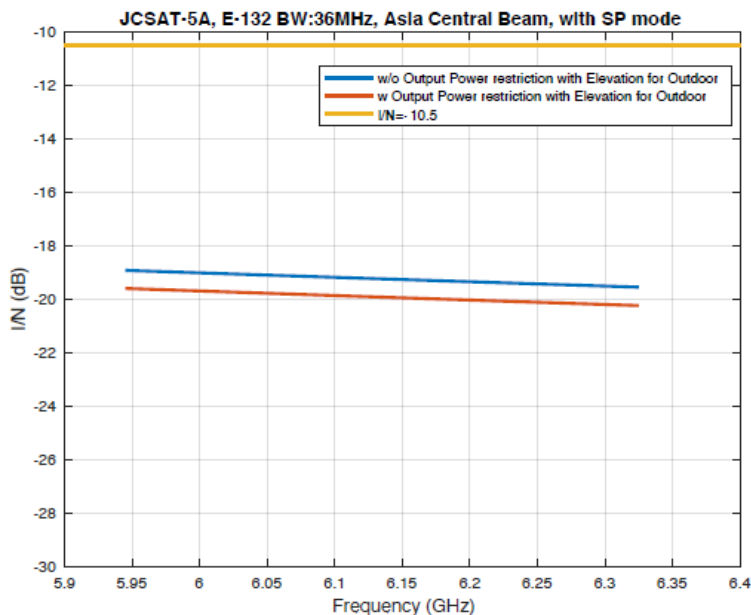
### (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (9/12)

#### 固定衛星 (5925-6425MHz) | 追加シミュレーション結果(SP)

各衛星に対して、チャンネル毎に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。  
LPI及びVLPのみを考慮したこれまでの検討結果と比較をするとI/Nが大きくなったが、SP(Standard Power)を考慮した場合においてもI/N=-10.5dBの基準を満足し、また、仰角に応じた電力制限を加味する場合には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 = -10.5 dB (ITU-R S.1432-1*2 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 [dB]*	< -19.6	< -20.8	< -21.5	< -18.2**

\* 屋外SP端末に対して仰角による電力制限を考慮した場合、しない場合の両方で検討を行なったが、ここでは仰角による電力制限を考慮したI/Nの数値を記載  
\*\*6345-6425MHz(80MHz幅)のシングルチャンネルのためグラフでの表示はしていない。



### (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (10/12)

#### 電波天文 6650-6675.2MHz | シングルエントリー Site-Generic

与干渉端末1局からの干渉量(シングルエントリー)を評価し、MCL (Minimum Coupling Loss)および必要離隔距離を算出する。

伝搬モデル: ITU-R P.452-16 (クラッタ損失等なし)

無線LAN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:

$$P_{\text{TxEIRP}} - L_{\text{Path}} - L_{\text{Clutter}} - L_{\text{BuildingEntry}} + G_{\text{Rx}} \leq 10 \log(kT_0B) + NF_N + \frac{I}{N}$$

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。

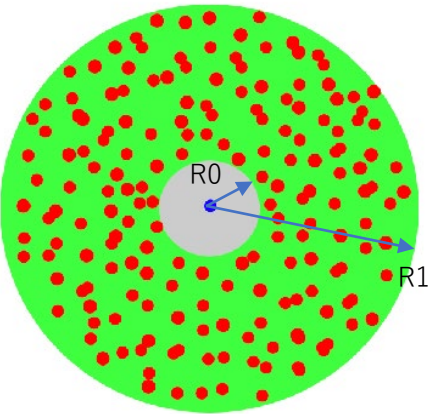
### (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (11/12)

#### 電波天文 6650-6675.2MHz | アグリゲーションシミュレーション - LPI

シングルエントリー 同様に、和歌山大学周辺を想定し、与干渉側はLPIに限定して、アグリゲーションのシミュレーションを実施する。

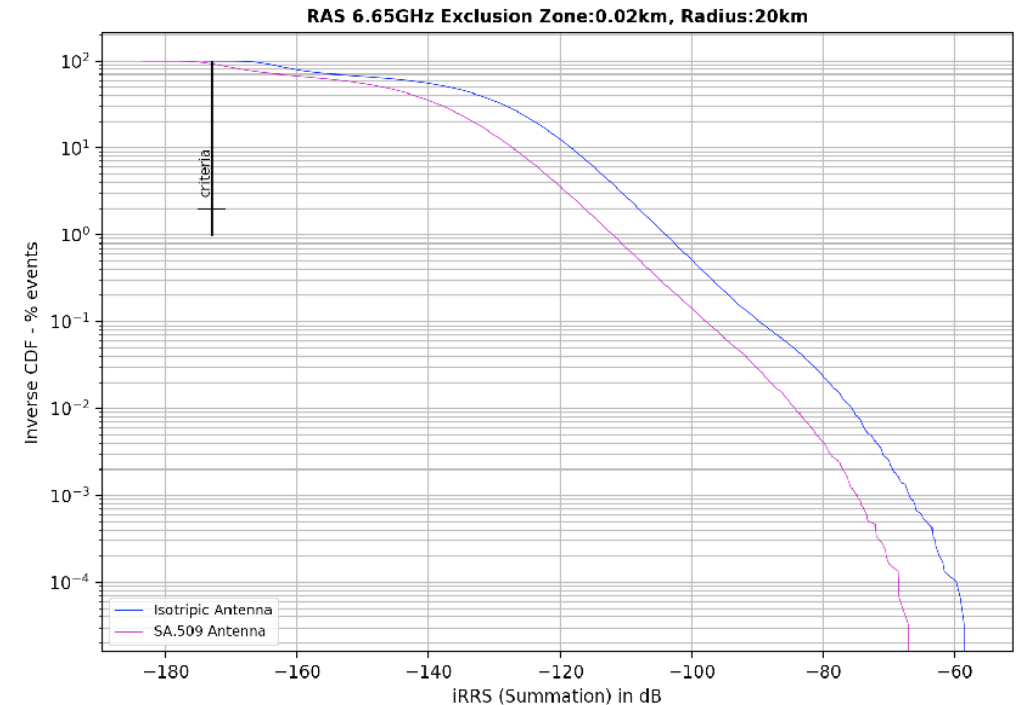
アグリゲーションモデル

- 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)

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。



	Values	Note
Device Density	1116/km2	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 %

## (3) シミュレーション結果(固定・衛星・電波天文) (12/12)

### 電波天文 6650-6675.2MHz | まとめ

無線LANをLPI(Low Power Indoor)、帯域外運用としてそれぞれ周波数共用、両立性検討を行ったところ、検討対象とした和歌山局のような市街地に位置する局との共用・両立は難しく、潜在的な干渉レベルが干渉許容値を超える結果となることが分かった。干渉電力の緩和要素・措置としては以下が考えられる。

- 1) 被干渉局周辺の建物等による遮蔽・シールド効果を考慮する(参考: ITU-R Report RA.2457)
- 2) 遮蔽・シールド効果が十分見込めない局周辺には適切な使用禁止区域を設ける
- 3) 広帯域幅を利用する新技術への影響が予想されるものの6650-6675.2MHzでの無線LANの運用を禁止する



# (4) シミュレーション結果(放送) (1/11)

放送番組中継の利用シーンモデル4 3パターンのうち影響が大きくなる条件の受信空中線利得が大きい代表8種について、所要離隔距離と、被干渉受信施設近傍で無線LANが運用される想定最短距離（5～800m）における所要改善量を算出した。

## シングルエントリーの計算結果 所要離隔距離

映像STL 演奏所→親局

映像FPU(固定)②：中継車→演奏所

映像FPU(移動)②：街中・競技場→中継車

映像FPU(移動)⑤-1：地上ヘリコプター(rural)

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

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

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	3.5m	12.7	16.0	1.0	3.4
			1.5m	9.6	13.7	1.0	2.2
			28.5m	25.6	31.3	0.3	3.5
		4dB	3.5m	11.0	14.8	0.6	2.2
			1.5m	7.7	11.8	0.6	1.8
			28.5m	22.8	29.0	0.2	2.1
	31.3dB	0dB	3.5m	3.1	5.5	1.0	1.0
			1.5m	2.1	3.5	1.0	1.0
			28.5m	3.1	9.0	0.3	1.0
		4dB	3.5m	1.9	4.2	0.6	1.0
			1.5m	1.6	2.8	0.6	1.0
			28.5m	1.8	6.0	0.2	1.0
屋内 (LPI)	0dB	0dB	3.5m	9.5	13.7	0.5	1.5
			1.5m	7.0	10.1	0.5	1.5
			28.5m	20.4	26.8	0.2	1.5
		4dB	3.5m	7.5	11.9	0.3	0.8
			1.5m	6.0	8.7	0.3	0.8
			28.5m	17.6	23.9	0.2	0.8
	31.3dB	0dB	3.5m	1.3	3.5	0.5	1.0
			1.5m	1.3	2.4	0.5	1.0
			28.5m	1.2	3.8	0.2	0.1
		4dB	3.5m	1.0	2.4	0.3	0.8
			1.5m	1.0	1.9	0.3	0.8
			28.5m	1.0	2.4	0.2	0.8

### ■ 垂直所要離隔距離(高度方向)

無線LAN	クラッター損失	人体損	I/N=-10	I/N=-20
			所要離隔 距離[km]	所要離隔 距離[km]
屋外 (VLP)	0dB	0dB	23.0	70.0
屋内 (LPI)	0dB	0dB	9.0	29.0

ヘリコ受信アンテナの受信範囲中心位置に無線LANがあった場合の高度方向の所要離隔距離ヘリコプター受信の運用高度は、300～500mであるのに対し、計算結果の垂直離隔距離は23～70kmと大きな乖離があるため垂直方向の共用検討は困難となる。そのため水平離隔を参考に計算する。

### ■ 水平所要離隔距離

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 所要離隔 距離[km]	I/N=-20 所要離隔 距離[km]	I/N=-10 所要離隔 距離[km]	I/N=-20 所要離隔 距離[km]
屋外 (VLP)	0dB	0dB	1.5m	1.5	4.5	0.3	0.4
			28.5m	1.5	4.5	0.3	0.3
		4dB	1.5m	1.0	2.9	0.3	0.3
			28.5m	1.0	2.9	0.3	0.3
屋内 (LPI)	0dB	0dB	1.5m	0.8	1.9	0.3	0.3
			28.5m	0.8	1.9	0.3	0.3
		4dB	1.5m	0.6	1.3	0.3	0.3
			28.5m	0.6	1.3	0.3	0.3



# (4) シミュレーション結果(放送) (2/11)

## シングルエントリーの計算結果 所要離隔距離

映像FPU(移動)⑨：競技場トラック等  
→競技場内受信施設

映像FPU(移動)⑤-2：地上→ヘリコプター(urban)

音声STL：演奏所→親局

監視制御用固定回線：送信所→送信所

### ■水平所要離隔距離

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)	ITU-R P.2108	0dB	1.5m	1.3	2.0	0.61	0.63
			28.5m	1.2	2.0	0.58	0.61
			100m	1.0	1.6	0.61	0.61
		4dB	1.5m	1.0	1.6	0.58	0.58
			28.5m	0.8	1.3	0.61	0.61
			100m	0.9	1.3	0.58	0.58
屋内 (LPI)	ITU-R P.2108	0dB	1.5m	0.8	0.8	0.61	0.61
			28.5m	0.9	0.8	0.61	0.61
			100m	0.9	1.2	0.58	0.58
		4dB	1.5m	0.8	0.8	0.61	0.61
			28.5m	0.9	1.2	0.58	0.58
			100m	0.9	1.2	0.58	0.58

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	90.6	6.2	19.1
			1.5m	47.8	53.2	5.3	19.1
			28.5m	66.9	72.4	5.3	19.1
		4dB	100m	82.3	88.3	4.0	12.2
			1.5m	45.5	51.1	2.3	12.1
			28.5m	64.7	70.2	3.4	0.9
	31.3dB	0dB	100m	16.5	50.0	1.0	1.0
			1.5m	16.5	31.8	0.9	0.7
			28.5m	16.5	50.0	0.7	0.2
		4dB	100m	10.5	32.2	1.0	1.0
			1.5m	9.1	28.1	0.9	0.9
			28.5m	10.5	32.2	0.7	0.9
屋内 (LPI)	0dB	0dB	100m	80.3	86.0	2.6	8.0
			1.5m	42.9	49.0	2.3	6.9
			28.5m	62.4	68.1	1.7	6.9
		4dB	100m	78.4	83.6	1.6	5.0
			1.5m	40.0	46.8	2.3	4.3
			28.5m	60.0	66.0	1.7	4.3
	31.3dB	0dB	100m	6.9	21.2	1.0	1.0
			1.5m	5.9	21.2	0.9	0.9
			28.5m	5.9	21.2	0.7	0.7
		4dB	100m	4.3	13.5	1.0	1.0
			1.5m	2.5	13.5	0.9	0.9
			28.5m	3.8	13.5	0.7	0.7

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	83.6	89.6	5.2	15.9
			1.5m	47.0	52.4	2.9	15.9
			28.5m	66.2	71.5	4.5	15.9
		4dB	100m	81.5	87.4	3.3	10.1
			1.5m	44.5	50.2	2.3	8.7
			28.5m	64.0	69.3	2.8	10.1
	31.3dB	0dB	100m	13.8	42.1	1.1	1.1
			1.5m	13.8	30.3	0.9	0.9
			28.5m	13.8	42.1	0.8	0.4
		4dB	100m	8.7	27.0	1.1	1.1
			1.5m	7.6	26.7	0.9	0.9
			28.5m	8.7	27.0	0.8	0.8
屋内 (LPI)	0dB	0dB	100m	79.5	85.0	2.2	6.8
			1.5m	41.7	48.1	2.3	3.7
			28.5m	61.3	67.2	1.7	5.7
		4dB	100m	77.7	82.6	1.4	4.2
			1.5m	38.7	45.9	2.3	2.4
			28.5m	58.9	65.0	1.7	3.6
	31.3dB	0dB	100m	5.7	17.6	1.1	1.1
			1.5m	3.2	17.6	0.9	0.9
			28.5m	5.0	17.6	0.8	0.8
		4dB	100m	3.6	11.2	1.1	1.1
			1.5m	2.3	9.7	0.9	0.9
			28.5m	2.0	11.2	0.8	0.8

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	3.5m	9.8	14.4	0.55	1.65
			1.5m	7.5	11.2	0.55	1.55
			28.5m	21.4	27.6	0.45	1.65
		4dB	3.5m	8.1	12.7	0.35	1.00
			1.5m	6.3	9.6	0.35	1.00
			28.5m	18.7	25.6	0.20	0.90
	31.3dB	0dB	3.5m	1.5	3.8	0.55	1.00
			1.5m	1.5	2.7	0.55	1.00
			28.5m	1.5	5.2	0.45	1.00
		4dB	3.5m	1.0	3.1	0.35	1.00
			1.5m	1.0	2.1	0.35	1.00
			28.5m	1.0	3.1	0.20	0.90
屋内 (LPI)	0dB	0dB	3.5m	7.2	11.1	0.25	0.75
			1.5m	5.5	7.9	0.25	0.75
			28.5m	16.1	22.8	0.15	0.60
		4dB	3.5m	6.2	9.5	0.15	0.45
			1.5m	4.3	7.0	0.15	0.45
			28.5m	14.0	20.4	0.15	0.25
	31.3dB	0dB	3.5m	1.0	2.0	0.25	0.75
			1.5m	1.0	1.6	0.25	0.75
			28.5m	1.0	2.0	0.15	0.60
		4dB	3.5m	1.0	1.3	0.15	0.45
			1.5m	1.0	1.3	0.15	0.45
			28.5m	1.0	1.3	0.15	0.25

# (4) シミュレーション結果(放送) (3/11)

## シングルエントリーの計算結果 所要改善量

映像STL 演奏所→親局

映像FPU(固定)②：中継車→演奏所

映像FPU(移動)②：街中・競技場→中継車

映像FPU(移動)⑤-1：地上→ヘリコプター (rural)

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
			所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	20m	33.2	43.2	-6.9	3.1
		200m	36.5	46.5	-3.5	6.5
		800m	39.0	49.0	-1.0	9.0
	4 dB	20m	29.2	39.2	-10.9	-0.9
		200m	32.5	42.5	-7.5	2.5
		800m	35.0	45.0	-5.0	5.0
屋内 (LPI)	0 dB	20m	25.4	35.4	-14.7	-4.7
		200m	28.7	38.7	-11.3	-1.3
		800m	31.2	41.2	-8.8	1.2
	4 dB	20m	21.4	31.4	-18.7	-8.7
		200m	24.7	34.7	-15.3	-5.3
		800m	27.2	37.2	-12.8	-2.8

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
			所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	20m	32.3	42.3	-7.8	2.2
		200m	36.4	46.4	-3.6	6.4
		800m	37.5	47.5	-2.5	7.5
	4 dB	20m	28.3	38.3	-11.8	-1.8
		200m	32.4	42.4	-7.6	2.4
		800m	33.5	43.5	-6.5	3.5
屋内 (LPI)	0 dB	20m	24.5	34.5	-15.6	-5.6
		200m	28.6	38.6	-11.4	-1.4
		800m	29.7	39.7	-10.3	-0.3
	4 dB	20m	20.5	30.5	-19.6	-9.6
		200m	24.6	34.6	-15.4	-5.4
		800m	25.7	35.7	-14.3	-4.3

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
			所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	20m	63.4	73.4	23.4	33.4
		200m	54.5	64.5	14.5	24.5
		800m	42.8	52.8	2.8	12.8
	4 dB	20m	59.4	69.4	19.4	29.4
		200m	50.5	60.5	10.5	20.5
		800m	38.8	48.8	-1.2	8.8
屋内 (LPI)	0 dB	20m	55.6	65.6	15.6	25.6
		200m	46.7	56.7	6.7	16.7
		800m	35.0	45.0	-5.0	5.0
	4 dB	20m	51.6	61.6	11.6	21.6
		200m	42.7	52.7	2.7	12.7
		800m	31.0	41.0	-9.0	1.0

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
			所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	20m	37.1	47.1	-2.9	7.1
		200m	21.6	31.6	-18.4	-8.4
		800m	5.6	15.6	-34.4	-24.4
	4 dB	20m	33.1	43.1	-6.9	3.1
		200m	17.6	27.6	-22.4	-12.4
		800m	1.6	11.6	-38.4	-28.4
屋内 (LPI)	0 dB	20m	29.3	39.3	-10.8	-0.7
		200m	13.8	23.8	-26.2	-16.2
		800m	-2.2	7.8	-42.2	-32.2
	4 dB	20m	25.3	35.3	-14.8	-4.7
		200m	9.8	19.8	-30.2	-20.2
		800m	-6.2	3.8	-46.2	-36.2

映像FPU(移動)⑤-2：地上→ヘリコプター (urban)

音声STL：演奏所→親局

監視制御用固定回線：送信所→送信所

映像FPU(移動)⑨：競技場トラック等  
→競技場内受信施設

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
			所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	20m	31.2	41.2	-8.8	1.2
		200m	27.2	37.2	-12.8	-2.8
		800m	3.5	13.5	-36.5	-26.5
	4 dB	20m	27.2	37.2	-12.8	-2.8
		200m	23.2	33.2	-16.8	-6.8
		800m	-0.5	9.5	-40.5	-30.5
屋内 (LPI)	0 dB	20m	23.4	33.4	-16.6	-6.6
		200m	19.4	29.4	-20.6	-10.6
		800m	-4.3	5.7	-44.3	-34.3
	4 dB	20m	19.4	29.4	-20.6	-10.6
		200m	15.4	25.4	-24.6	-14.6
		800m	-8.3	1.7	-48.3	-38.3

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
			所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	20m	27.8	37.8	-12.2	-2.2
		200m	26.0	36.0	-14.0	-4.0
		800m	30.5	40.5	-9.5	0.5
	4 dB	20m	23.8	33.8	-16.2	-6.2
		200m	22.0	32.0	-18.0	-8.0
		800m	26.5	36.5	-13.5	-3.5
屋内 (LPI)	0 dB	20m	20.0	30.0	-20.0	-10.0
		200m	18.2	28.2	-21.8	-11.8
		800m	22.7	32.7	-17.3	-7.3
	4 dB	20m	16.0	26.0	-24.0	-14.0
		200m	14.2	24.2	-25.8	-15.8
		800m	18.7	28.7	-21.3	-11.3

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
			所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	20m	26.2	36.2	-13.8	-3.8
		200m	24.4	34.4	-15.6	-5.6
		800m	28.9	38.9	-11.1	-1.1
	4 dB	20m	22.2	32.2	-17.8	-7.8
		200m	20.4	30.4	-19.6	-9.6
		800m	24.9	34.9	-15.1	-5.1
屋内 (LPI)	0 dB	20m	18.4	28.4	-21.6	-11.6
		200m	16.6	26.6	-23.4	-13.4
		800m	21.1	31.1	-18.9	-8.9
	4 dB	20m	14.4	24.4	-25.6	-15.6
		200m	12.6	22.6	-27.4	-17.4
		800m	17.1	27.1	-22.9	-12.9

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10	I/N=-20	I/N=-10	I/N=-20
			所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]	所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	5m	67.5	77.5	27.5	37.5
		20m	65.1	75.1	25.1	35.1
		100m	54.8	64.8	14.8	24.8
	4 dB	5m	63.5	73.5	23.5	33.5
		20m	61.1	71.1	21.1	31.1
		100m	50.8	60.8	10.8	20.8
屋内 (LPI)	0 dB	50m	59.7	69.7	19.7	29.7
		20m	57.3	67.3	17.3	27.3
		100m	47.0	57.0	7.0	17.0
	4 dB	5m	55.7	65.7	15.7	25.7
		20m	53.3	63.3	13.3	23.3
		100m	43.0	53.0	3.0	13.0

所要改善量がプラスを示す。

## (4) シミュレーション結果(放送) (4/11)

### シングルエントリーシミュレーション結果のまとめ

- 計算の結果、所要離隔距離が大きくなる条件は、受信空中線利得が大きい場合及び放送用無線システムの受信伝搬路に無線LAN がに近接する（受信アンテナの指向方向内に入る正対関係）場合であることが改めて確認された。
- システム毎の傾向
  - 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
- 同一チャンネルヘリコプター移動受信局は、機体の移動や傾き（バンク）とともに影響範囲が瞬時に大きく変化するため、所要改善量だけでは検討が難しい。

## (4) シミュレーション結果(放送) (5/11)

### モンテカルロシミュレーション検討について

- 無線 LAN から放送システムへの影響について、モンテカルロシミュレーションを実施した。
- 計算結果から得た I/N 値について、長時間干渉基準 (-20%)における、I/N=-20dBおよび I/N=-10dB の評価を行った。
- 計算では、代表的な映像 STL を 10 パターン、映像 TSL を 2 パターン及び映像FPU の 2 パターンで実施した。
- 映像 STL のシステムについては、以下の条件の違いについても検証を実施した。
  - 計算回数の差の確認
  - 受信アンテナパターンが電波法審査基準のケースと ITU R F.1245 でのケース
  - 計算半径が異なるケース (5 km、15 km、50 km)
  - 人口密度が異なるケース 半径 15 km以内において人口密度が一律のケースと東京 23 区人口密度を詳細に設定したケース
- 偏波損失については、ボアサイトは3dB、ボアサイト以外は0.5dBとすべきところ、解析の都合で全方位0.5dBに統一してシミュレーションを実施した。

## (4) シミュレーション結果(放送) (6/11)

### モンテカルロシミュレーション結果一覧 (1/2)

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	人口密度 [人 / km <sup>2</sup> ]	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	15500(東京23区一律)	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	2000(suburban)	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いずれも満たさず結果となった。
5	映像TSL	100m	電波法関係審査基準 P.1045	15500(東京23区一律)(0~15km) 2000(suburban)(15~50km)	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			2000(suburban)	50km
7	映像FPU	30m	ITU-R P.699	15500(東京23区一律)	15km/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。

## (4) シミュレーション結果(放送) (7/11)

### モンテカルロシミュレーション結果一覧 (2/2)

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	人口密度 [人 /km <sup>2</sup> ]	シミュレーション範囲	シミュレーション結果
a	映像STL 6430.5 MHz 6.9MHz	100m	電波法関係審査基準 P.1039	15,500(東京23区一律)(~15km) 2,000(Suburban)(15km~50km) (ECC Report316を参照)	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。
b			ITU-R F.1245			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。
c			電波法関係審査基準 P.1039	~5km:17,188/km <sup>2</sup> 5~10km:14,195/km <sup>2</sup> 10~15km:10,113/km <sup>2</sup> 15~50 km:2,000/km <sup>2</sup> (東京23区内人口密度詳細)	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。
d			ITU-R F.1245			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。
e			電波法関係審査基準 P.1039	~5km:17,188/km <sup>2</sup> 5~10km:14,195/km <sup>2</sup> 10~15km:10,113/km <sup>2</sup> (東京23区内人口密度詳細)	15km	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。
f			ITU-R F.1245			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。



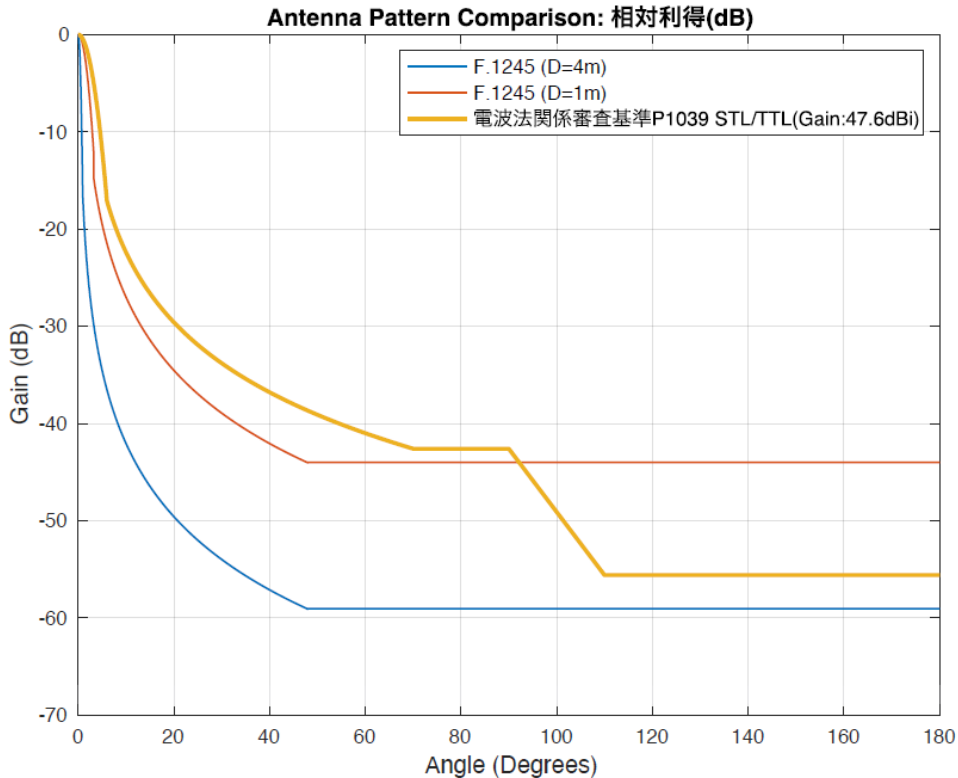
## (4) シミュレーション結果(放送) (8/11)

### モンテカルロシミュレーション結果のまとめ

1. シミュレーション回数
  - シミュレーション回数が少ない場合でも、確率0.1% 以上では計算結果が収束されている。
  - シミュレーション回数が増えると、確率頻度が極めて少ない0.1% 未満の領域も計算結果が収束されていく。
2. 被干渉アンテナ
  - シミュレーションに用いる被干渉受信アンテナの特性により、シミュレーション結果が大きく異なる。  
→電波法関係審査基準よりも、ITU-R F.1245 を用いると影響は少なくなる結果になる。
3. シミュレーション範囲
  - シミュレーションの計算半径が15km と 5km の比較の場合、確率 1% 以上で変化が見られた。  
1%以下の変化は大きな差が見られない。
  - シミュレーションの計算半径が10km と 5km の比較の場合、確率 5% 以上で変化が見られた。  
5%以下の変化は大きな差が見られない。
  - シミュレーションの計算半径が50km と 15km の比較の場合、計算半径が広いほうが I/N 値が悪くなる傾向であった。
  - 計算半径が50km と 15km の確率 20% で比較すると、電波法関係審査基準では1dB程度、ITU-R F.1245では 2~2.5dB 程度悪くなる。
4. 人口密度
  - シミュレーションの人口密度については、15 km内の範囲を東京 23 区人口密度に詳細設定した場合とECC Report316に基づき 一律に設定した場合で比較すると、東京 23 区人口密度に詳細設定 のほうがI/N値が良くなる傾向であった。（半径 5km以内は ECC Report316の15,500人/m<sup>2</sup>よりも大きい）
  - 確率 20% で東京 23 区人口密度の詳細設定と ECC Report316 を 比較すると、電波法関係審査基準のアンテナでの計算では1dB程度、ITU-R F.1245 のアンテナでの計算では、2dB 程度の差が確認された。

## (4) シミュレーション結果(放送) (9/11)

### 追加検討1：被干渉受信アンテナパターンについて



- 実測のメインローブのビーム幅は電波法関係審査基準のパターンほど広がっておらず、傾向としてアンテナ径が小さいほど広がっていることが確認できる。
- サイドローブについても現在、F.1245のパターンは口径の大きいもの（4m相当）にて電波法関係審査基準のパターンと比較がされているため、F.1245のパターンが非常にシャープに見えているが、F.1245で口径の小さいもの（例えばD=1m）では、電波法関係審査基準よりも保守的なパターンであることが分かる。

以上により、F.1245のパターンで口径の小さいもの（例えば、D=2m, D=1m）も検討することで、実際のアンテナパターンも考慮した検討が可能と考えられるため、F.1245をベースに口径の小さいものを含めて検討、評価していくことを提案致します。

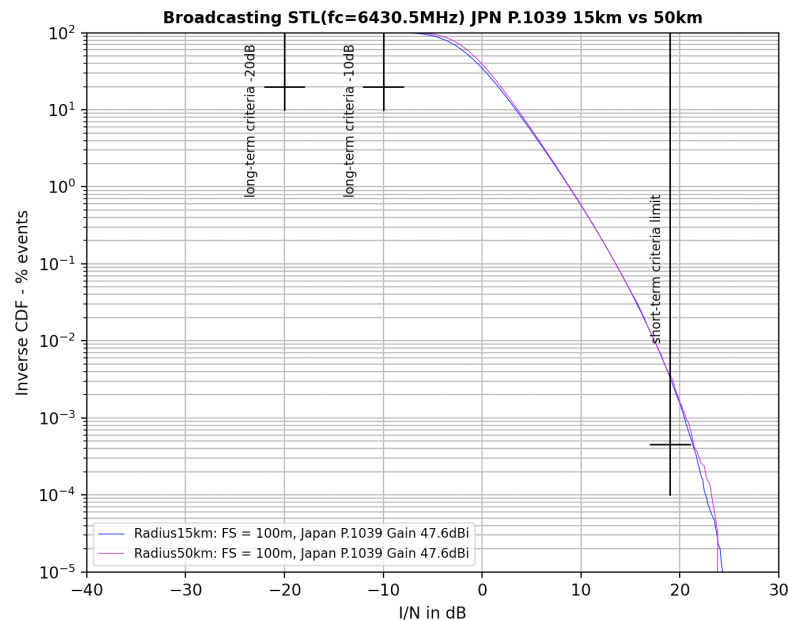


# (4) シミュレーション結果(放送) (10/11)

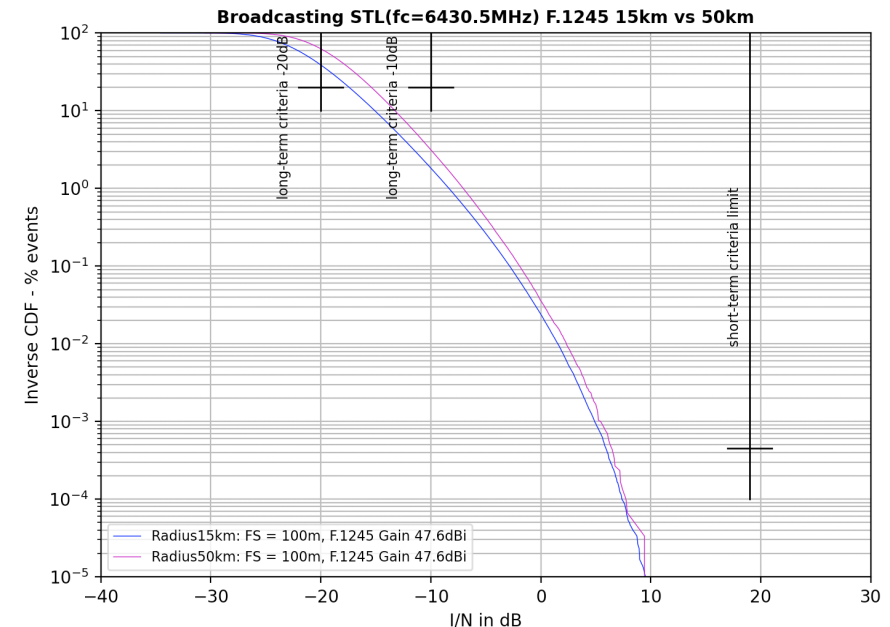
## 追加検討 2 : 計算半径の検討

大都市(東京新宿区を中心)を想定し、シミュレーション半径を50kmまで拡大したときの影響を確認する。  
半径15kmまでは前述の新宿区周辺の人口密度分布を用いて、15km-50kmのエリアは「放作4-2」の資料に従い、2000/km<sup>2</sup>とする。(その他の詳細な条件は後述) 半径50kmの条件で試行を3,000,000回繰り返し、電波法関係審査基準及びITU-R F.1245のアンテナパターンそれぞれでI/Nを算出した結果は以下の通り。

電波法関係審査基準のアンテナパターンでの比較



ITU-R F.1245のアンテナパターンの比較



- 電波法関係審査基準のアンテナパターンを用いた検討では、長時間、短時間干渉基準それぞれの領域においてシミュレーション半径に関わらずほぼ同等の結果となった。
- ITU-R.1245のアンテナパターンを用いた検討では、長時間干渉基準(時間率=20%、I/N=-10dB、)で時間率として1%程度、I/Nで1dB程度の差分は確認されたが、長時間干渉基準(I/N=-10dB)、短時間干渉基準をそれぞれ満足することを確認した。

# (4) シミュレーション結果(放送) (11/11)

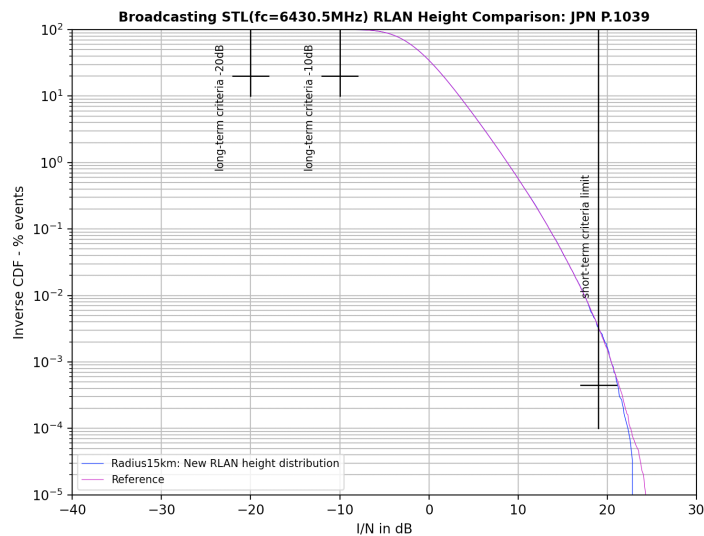
## 追加検討3：与干渉アンテナ高さの検討

与干渉端末の空中線高さの分布について東京都のデータを参照し、新しい分配テーブルを作成し、モンテカルロ法を用いたアグリゲーションのシミュレーション結果への影響を確認する。

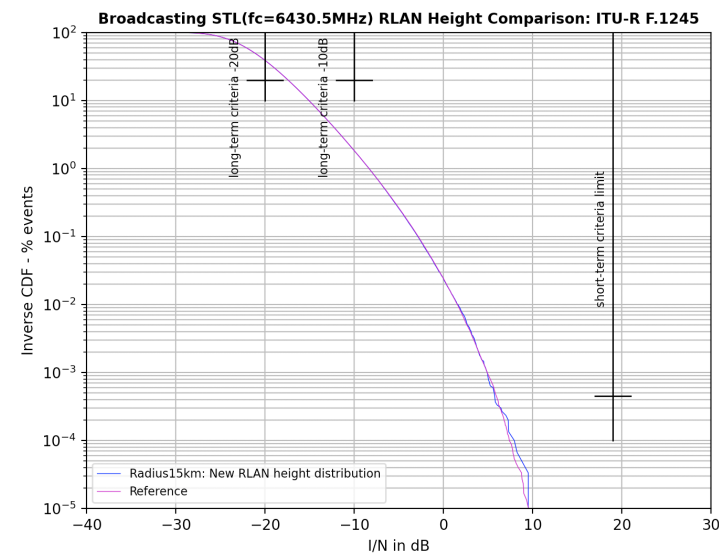
新しい与干渉送信機空中線の高さ分配

空中線の高さ(m)	1.5	4.5	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5	58.5	88.5	118.5	148.5	178.5	合計
Outdoor分配率(%)	95	2	2	0.5	0	0	0	0	0	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	100
Indoor分配率(%)	77.85	17.85	2.85	0.52	0.36	0.24	0.16	0.09	0.05	0.01	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	100

電波法関係審査基準のアンテナパターンでの比較



ITU-R F.1245のアンテナパターンの比較

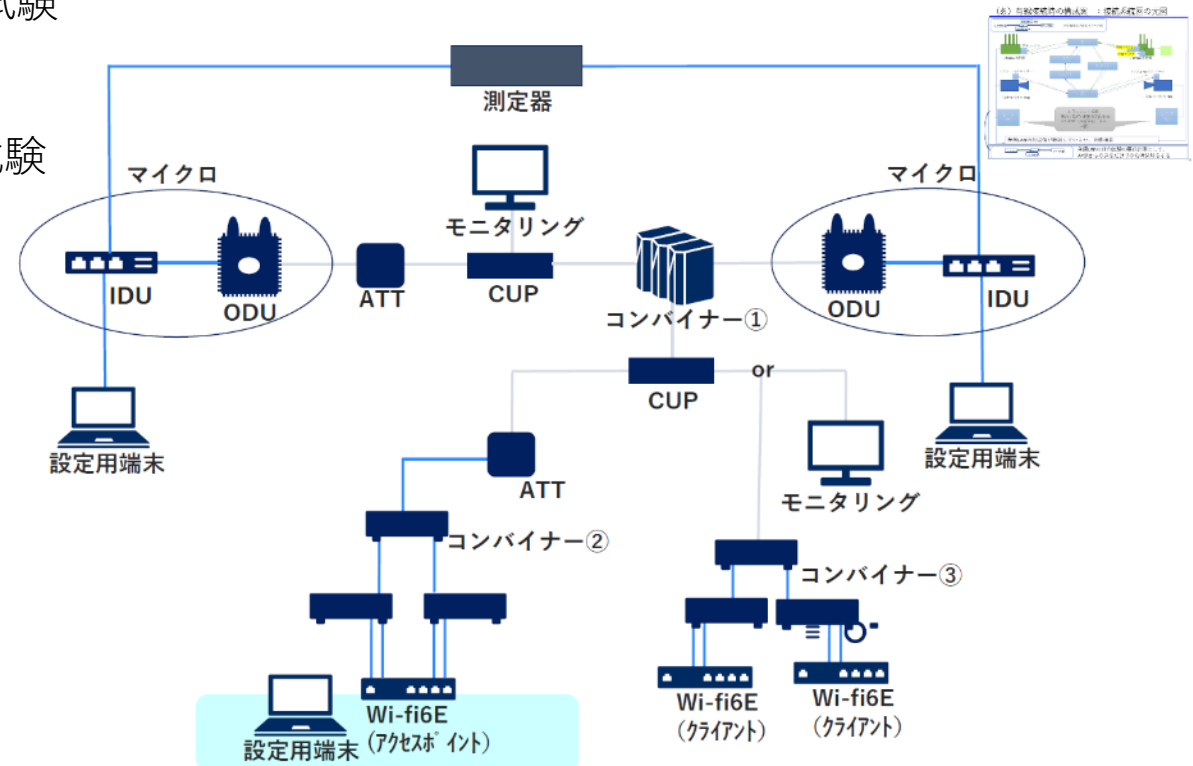


東京23区を想定した与干渉端末の空中線高さ分布を用いた検討を行なったが、長時間干渉基準、短時間干渉基準のそれぞれの領域において、ECC Report302/316ベースの分配を用いた結果とほぼ同等の結果であることを確認した。

# (5) 実証試験(固定) (1/4)

## 室内実証試験

1. 基本動作試験
  - 被干渉側の動作 固定系での最大通信速度維持検証（被干渉受信電力と与干渉電力の関係確認）
  - 与干渉側の動作 無線 LAN 側の衝突検出動作（リッスンビフォーク動作確認）
2. 無線LAN からのバースト（ルータ役からの連続送信）干渉試験
  - 重なり試験
  - 隣接試験
3. 双方向通信試験（ルータ役と端末役の間での実通信）干渉試験
  - 重なり試験
  - 隣接試験



## (5) 実証試験(固定) (2/4)

### 室内実証試験 基本動作試験

被干渉側の動作 固定系での最大通信速度維持検証 (被干渉受信電力と与干渉電力の関係確認)

被干渉電力[dBm]	-60	-54.5	-37	-31
最大伝送速度が維持できなくなる 与干渉波受信電力[dBm]	-75.29	-69.29	-63.64	-57.04
換算距離(見通しの場合)[m]	610	320	130	70
換算距離(室内16dBの減衰想定)[m]	100	60	20	<10

被干渉信号：帯域幅30 MHz、256QAM 中心周波数 6 6 7 5 (送信バンド幅約30MHz)

与干渉信号：帯域幅20 MHz、連続送信モード C145 トータルパワー一定

“被干渉搬送波”の電力が高いほど、与干渉波の電力も高くなる関係を確認

与干渉側の動作 無線 LAN 側の衝突検出動作 (リッスンビフォーク動作確認)

被干渉信号	256QAM	128QAM
干渉検出レベル[dBm]	-69.9	-71.09

被干渉波を検出し、与干渉側送信停止/周波数移動 を確認

## (5) 実証試験(固定) (3/4)

室内実証試験 無線LAN からのバースト（ルータ役からの連続送信） 干渉試験

同一帯域

被干渉	種別	電気通信		公共一般		公共一般	
	中心周波数[MHz]	5970		6675		6675	
	被干渉電力[dBm]	-37		-37		-37	
	通信方式	256QAM		256QAM		128QAM	
与干渉	ch	Ch.5	Ch.15	Ch.145	Ch.143	Ch.145	Ch.143
	バンド幅[MHz]	20	160	20	160	20	160
	最大伝送速度が維持できなくなる 干渉波受信電力[dBm]	-61.36	-61.78	-62.46	-62.04	-60.92	-59.34
	換算距離(見通しの場合)[m]	110	110	120	120	110	100
	換算距離(室内16dBの減衰想定)[m]	20	20	20	20	20	20

同一帯域の試験では “被干渉搬送波の利用帯域内の与干渉波電力”、が支配的であった  
(160MHz幅の信号を衝突させても、20MHz幅を干渉させても、大きな差が無かった)

128QAMと256QAMの差 128QAMの方が少し干渉耐力が高い

## (5) 実証試験(固定) (4/4)

室内実証試験 無線LAN からのバースト（ルータ役からの連続送信） 干渉試験

隣接帯域

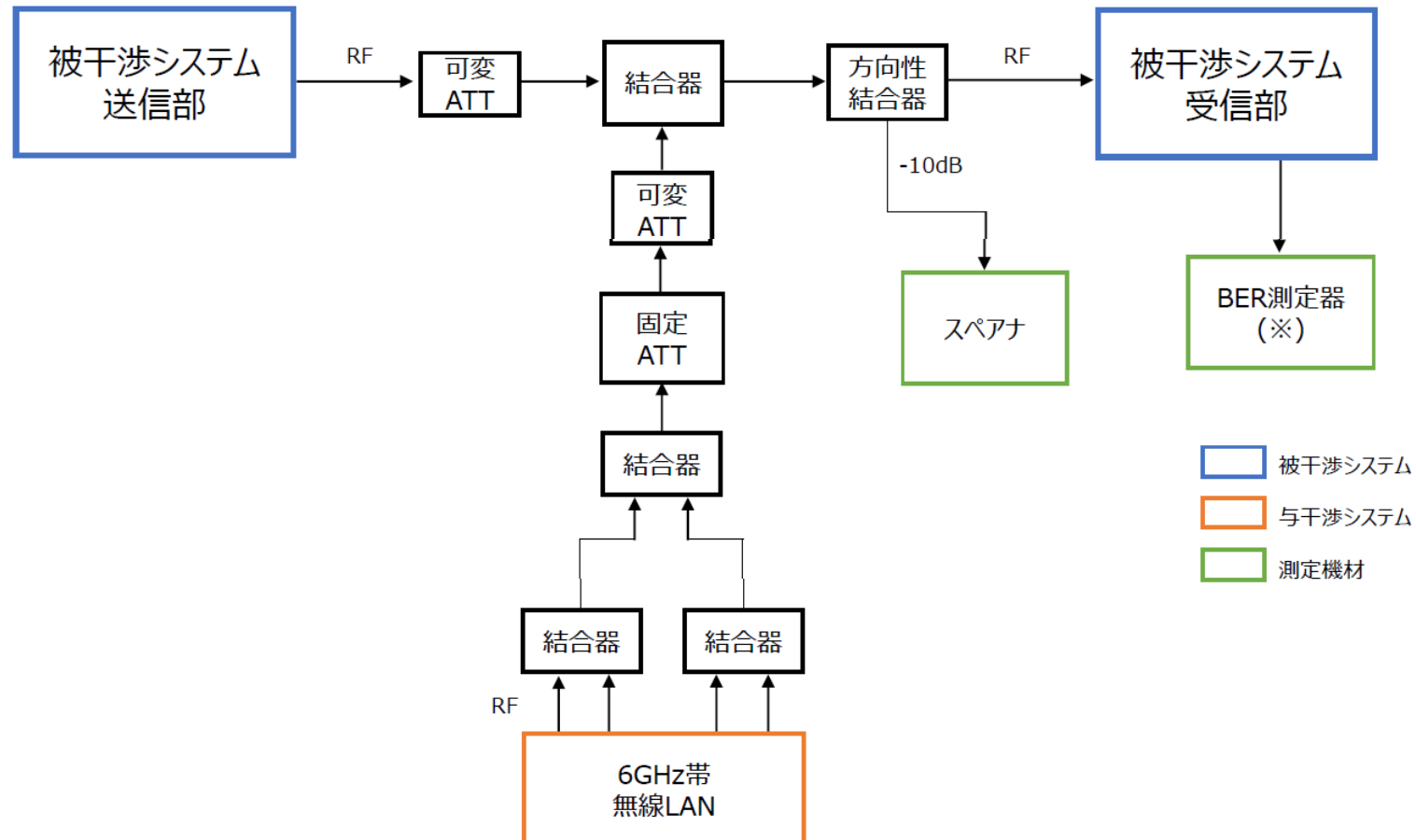
被干渉	種別	電気通信		公共一般	
	中心周波数[MHz]	5970		6675	
	被干渉電力[dBm]	-37		-37	
	通信方式	256QAM		256QAM	
与干渉	ch	Ch.9	Ch.11	Ch.155	Ch.155
	バンド幅[MHz]	20	160	40	40
	離隔幅 被干渉バンド幅見なし30MHz時での予干渉との離隔幅[MHz]	0		15	
	最大伝送速度が維持できなくなる干渉波受信電力[dBm]	-24.23	-23.38	測定上限以上	
	換算距離(見通しの場合)[m]	<10	<10	<10	<10
	換算距離(室内16dBの減衰想定)[m]	<10	<10	<10	<10

隣接帯域の試験では、離隔幅0で、与干渉20MHzと160MHzでの差は大きくないことが解った  
また、離隔幅15MHz以上では、今回測定限界でも速度低下の影響を与えることができなかった

## (6) 実証試験(放送) (1/6)

### 室内試験 試験システム系統図

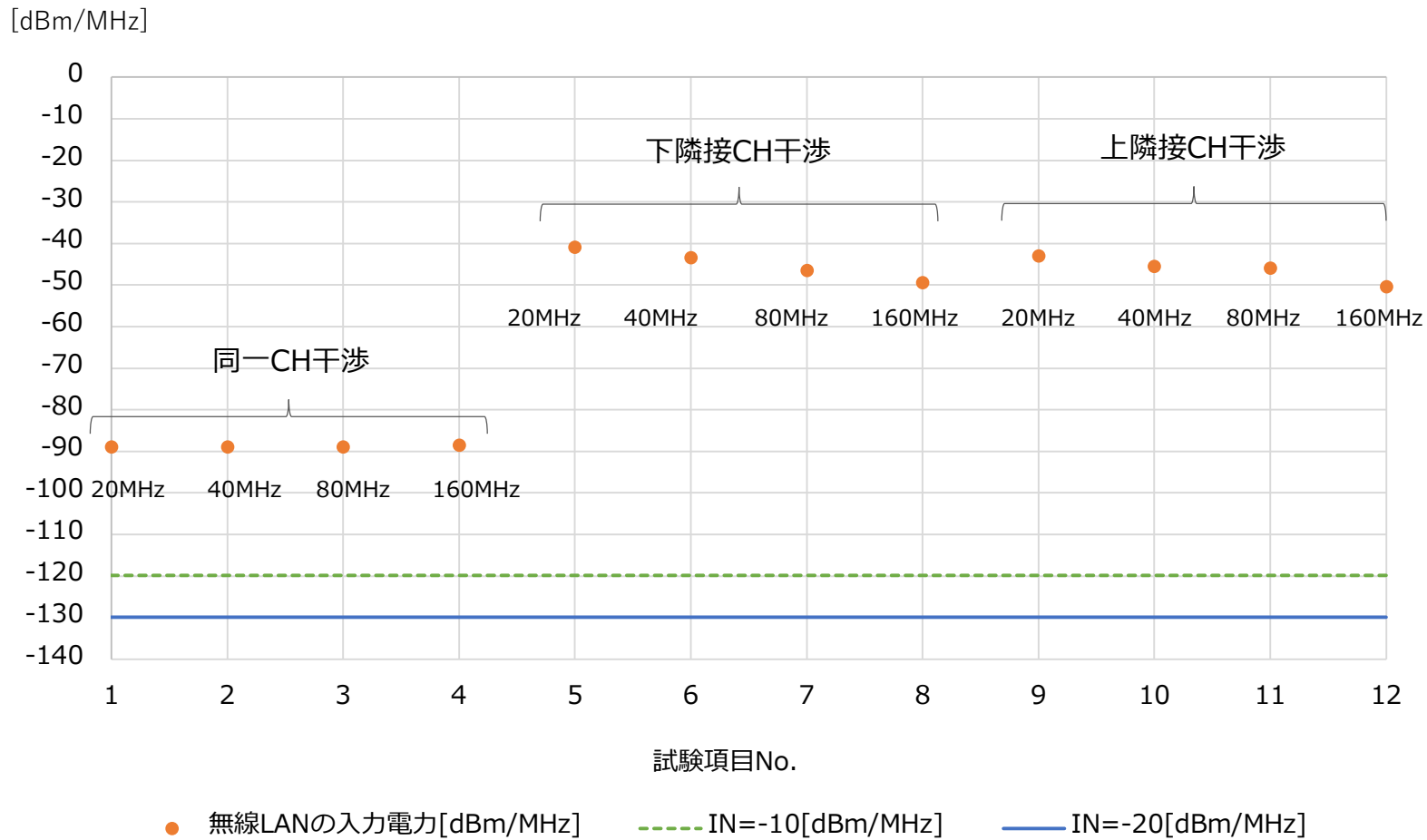
- ・放送番組中継システム（被干渉システム）と無線LAN（与干渉システム）の室内干渉試験を実施し、被干渉システムが破綻しないときの与干渉システムの最大入力電力を測定した。
- ・被干渉システムに対して、同一チャネル、および上・下隣接チャネル関係となる周波数にて試験を実施した。  
(実用機による試験のため、それぞれの実装周波数で試験を行ったことから、与被干渉の周波数配置関係は周波数によって異なる。)



## (6) 実証試験(放送) (2/6)

### 映像FPU(OFDM方式) 受信機入力：-55dBm(標準受信入力) 試験結果

- 測定したD/Uが得られた1MHzあたりの無線LANの入力電力



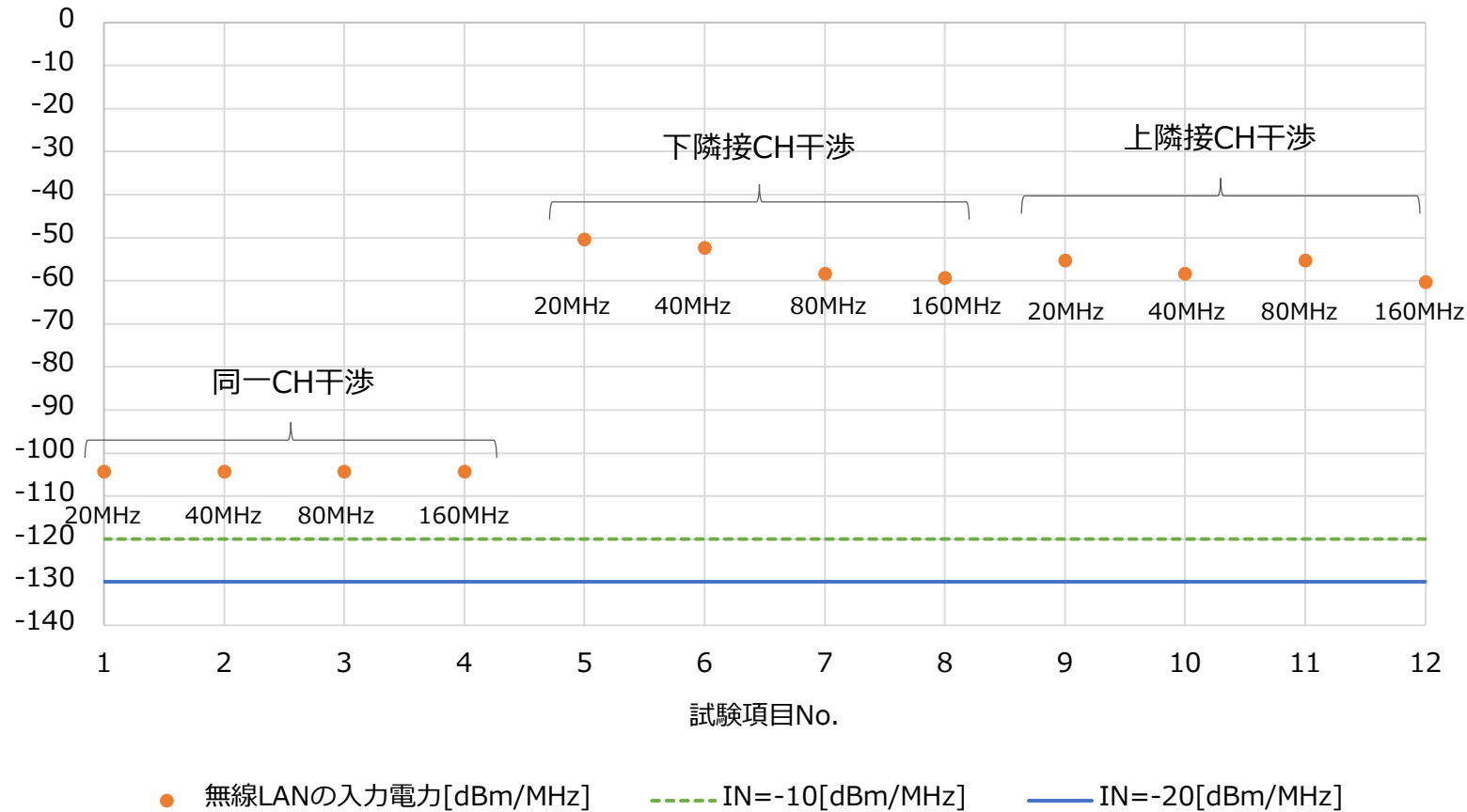


## (6) 実証試験(放送) (3/6)

映像FPU(OFDM方式) 受信機入力：-70dBm(標準受信入力に対し15dB減力させた値) 試験結果

- 測定したD/Uが得られた1MHzあたりの無線LANの入力電力

[dBm/MHz]

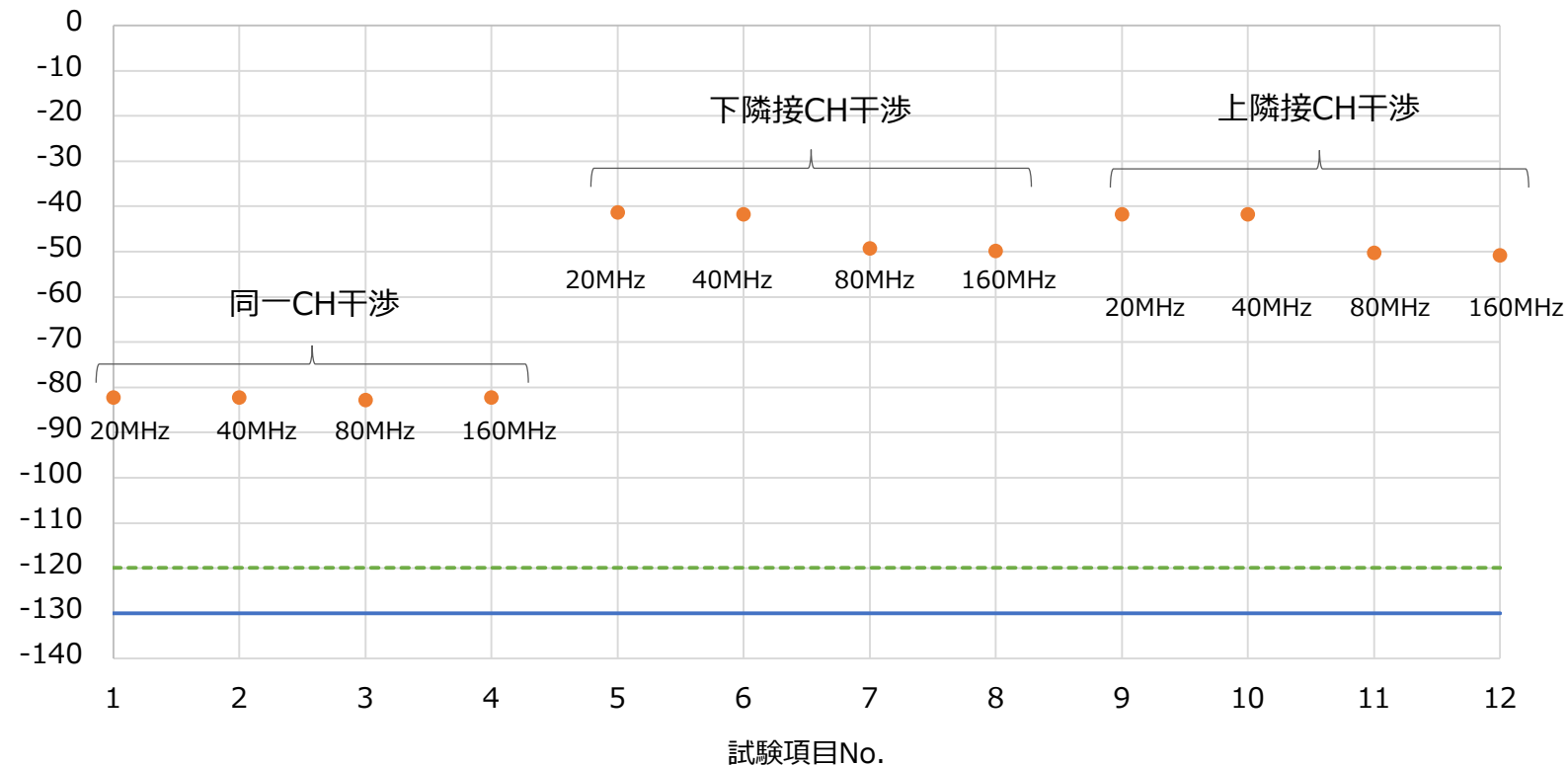


## (6) 実証試験(放送) (4/6)

### 映像STL/TTL(TS方式) 受信機入力：-54.5dBm(標準受信入力) 試験結果

- 測定したD/Uが得られた1MHzあたりの無線LANの入力電力

[dBm/MHz]



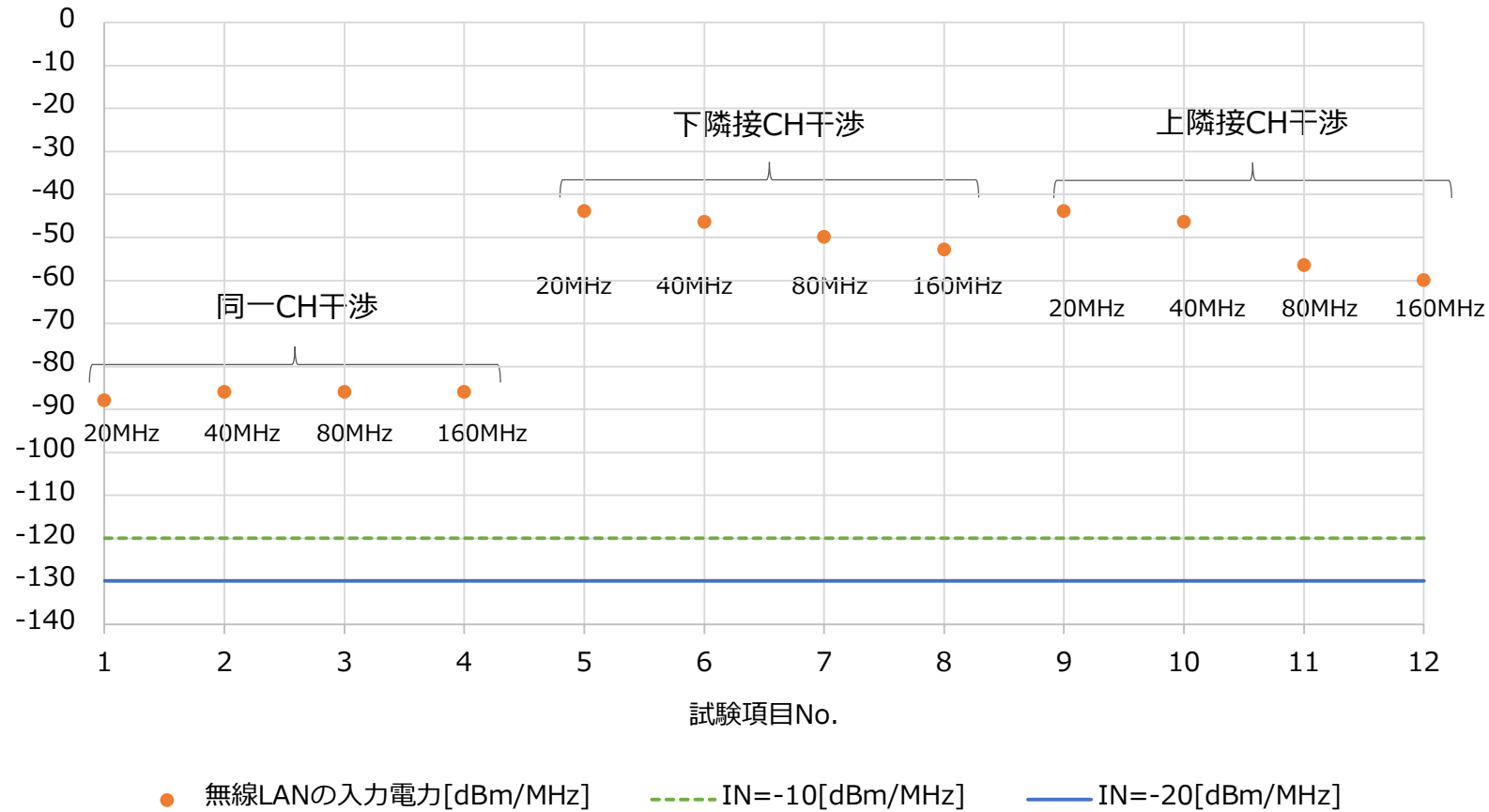
● 無線LANの入力電力[dBm/MHz]    - - - IN=-10[dBm/MHz]    — IN=-20[dBm/MHz]

## (6) 実証試験(放送) (5/6)

### 音声FPU 受信機入力：-65.5dBm(標準受信入力) 試験結果

- 測定したD/Uが得られた1MHzあたりの無線LANの入力電力

[dBm/MHz]



## (6) 実証試験(放送) (6/6)

### 室内試験 試験結果のまとめ

- 放送番組中継システムの計8 システムに対して、6GHz 帯無線 LAN との干渉試験を実施した。
- 同一チャネル干渉において、被干渉システムの標準受信入力での無線LAN から受ける干渉は、概ね、被干渉システムの標準受信入力から各システムの所要C/N を差し引いた値となった。
- 同一チャネル干渉において、映像音声 FPU の受信機入力が標準受信入力よりも約 10, 15dB低い条件の場合は、I/N=0dB 付近の結果になった。
- 隣接チャネル干渉については、試験装置の実装周波数で試験を実施したことから、相互の周波数位置関係、ガードバンド関係が一定にならない条件となっている。ガードバンド幅が一定のときは、無線LANの帯域幅を広げると無線LAN の電力密度が下がることにより最大入力電力も下がる傾向になった。

(例) 映像 FPU OFDM 方式、受信機入力：標準受信入力) 下隣接 CH 干渉のとき

- 無線LAN(20MHz 帯、ガードバンド幅 6MHz のとき . . . . . 無線 LAN の最大入力電力： -40.9[dBm/MHz]
- 無線LAN(40MHz 帯、ガードバンド幅 6MHz のとき . . . . . 無線 LAN の最大入力電力： -43.4[dBm/MHz]
- 無線LAN(80MHz 帯、ガードバンド幅 6MHz のとき . . . . . 無線 LAN の最大入力電力： -46.4[dBm/MHz]
- 無線LAN(160MHz 帯、ガードバンド幅 6MHz のとき . . . . . 無線 LAN の最大入力電力： -49.4[dBm/MHz]

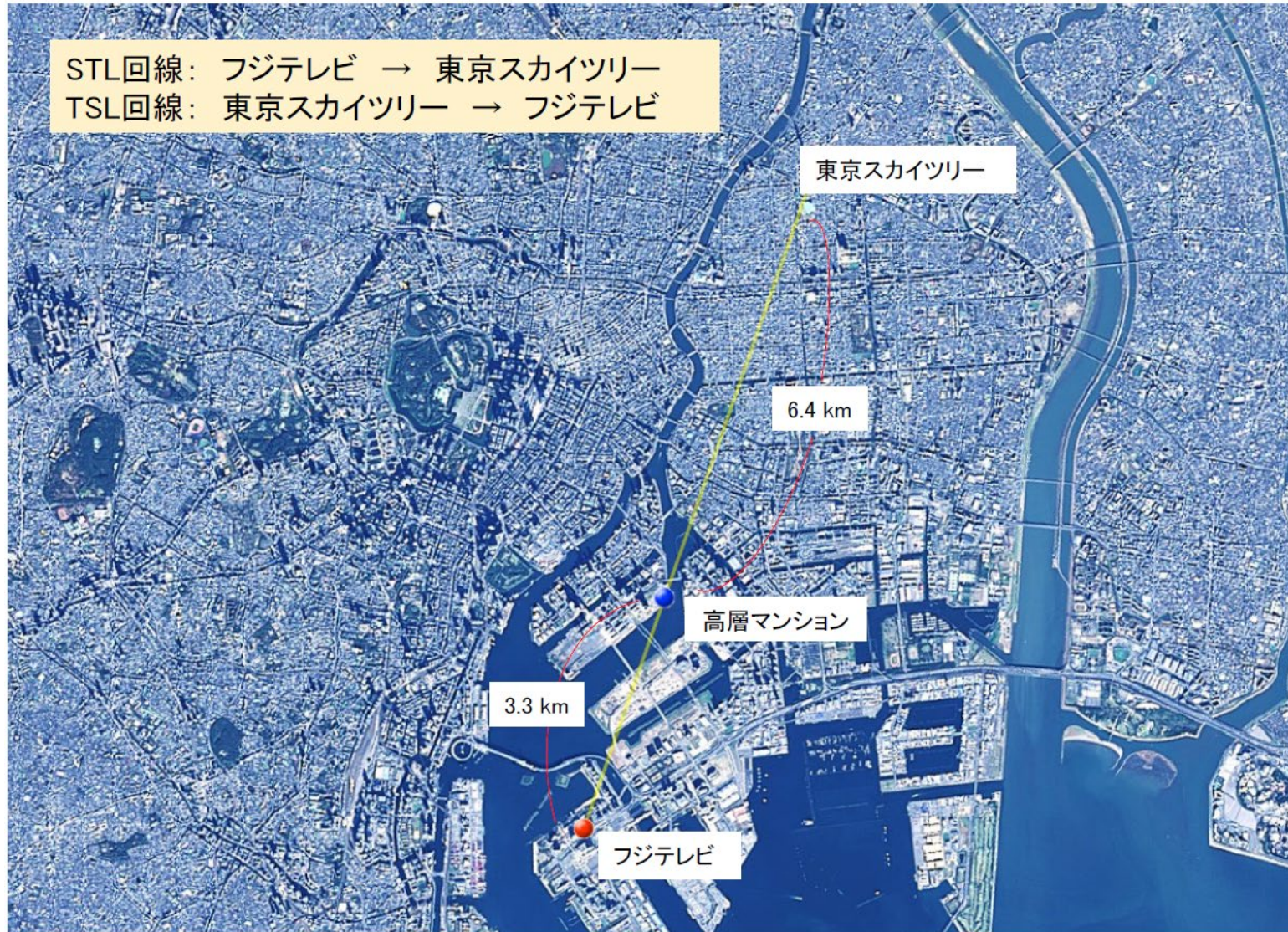
# (7) 屋外実証試験

日本電業工作の施設(埼玉県 坂戸市)を使用して実施予定  
現在、無線局免許取得作業中。





## (8) 東京スカイツリー回線の検討例(1/2)



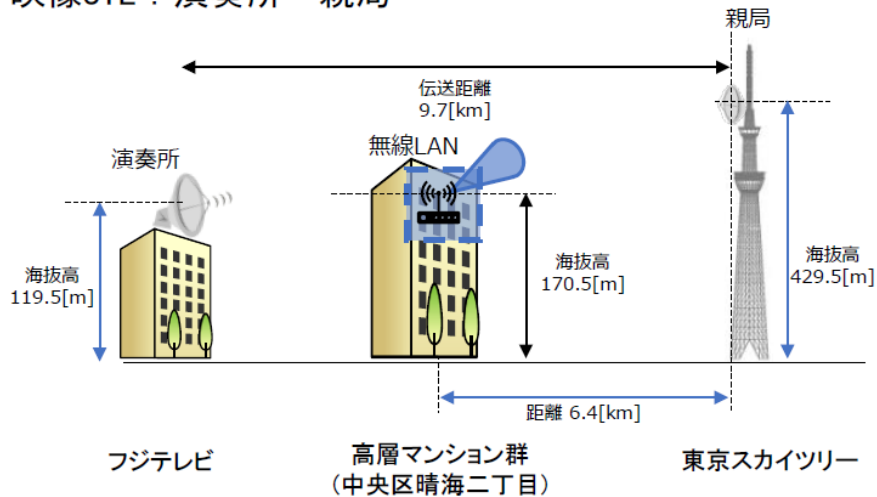
当該回線は7.5GHz帯



# (8) 東京スカイツリー回線の検討例(2/2)

シングルエントリーの所要改善量・計算結果映像STL(フジテレビ→東京スカイツリー)

・映像STL：演奏所→親局

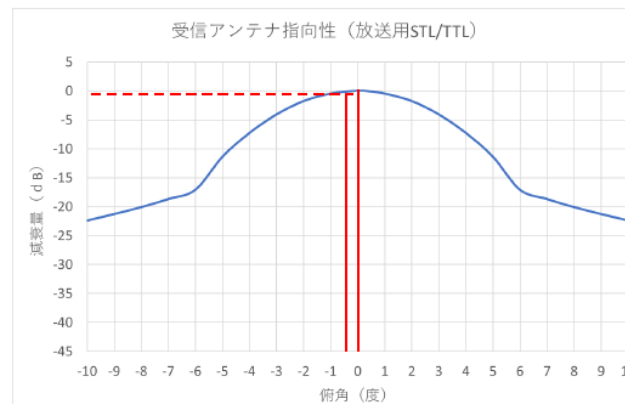


## ■ 高層マンション群地点における所要改善量

無線LAN	人体損	距離	同一CH		隣接CH	
			I/N=-10 所要改善量[dB]	I/N=-20 所要改善量[dB]	I/N=-10 所要改善量[dB]	I/N=-20 所要改善量[dB]
屋外 (VLP)	0 dB	6.4km	28.96	38.96	-11.04	-1.04
	4 dB	6.4km	24.96	34.96	-15.04	-5.04
屋内 (LPI)	0 dB	6.4km	21.16	31.16	-18.84	-8.84
	4 dB	6.4km	17.16	27.16	-22.84	-12.84

- ※ 最上階での運用を想定した条件では見通し伝搬となるため、電波伝搬式は自由空間損失で計算。クラッター損失は見込んでいない。
- ※ 受信パラボラアンテナは2mφ
- ※ STL受信利得の角度差損は-0.1dB  
無線LANは最大ERIP

・仰角と受信アンテナ指向性との関係



・仰角と無線LAN送信アンテナ利得

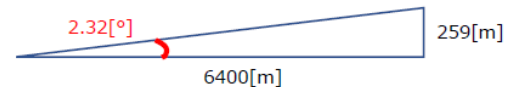
TABLE 11  
WAS elevation antenna pattern

Elevation angle, φ (degrees)	Gain (dB)
45 < φ ≤ 90	-4
35 < φ ≤ 45	-3
0 < φ ≤ 35	0
-15 < φ ≤ 0	-1
-30 < φ ≤ -15	-4
-60 < φ ≤ -30	-6
-90 < φ ≤ -60	-5

・フジテレビ→東京スカイツリーの仰角



・高層マンション群→東京スカイツリーの仰角



仰角差分 0.49[°]

※ フジテレビからスカイツリーと、高層マンション群からスカイツリーの仰角角度差は0.49度であり、最大動作より-0.1dBの利得になる。



## (9) 第2回調査検討会での意見

- 追加提案があった与干渉アンテナ高さに関連して、住宅の戸数と建物の棟数の扱いについては実態に即しているか精査が必要。
- 偏波ロスについて、方向によらず一律0.5dBを適用している解析は不適當。個々の与干渉局位置から被干渉局の方向を計算して、その方向のロスを使って計算すべき。
- 放送のシングルエントリーの計算結果で大きな所要離隔距離と所要改善量が示されている。放送事業者としては非常に心配している。シングルエントリーの代表的な干渉検討モデルにおいて、干渉波の到達電力が十分に低くなるよう無線LAN側の諸元や運用条件を大幅に見直す必要がある。例えば、無線LANの使用場所の制限や送信電力の低減、干渉軽減の方策を講じるなど詳細検討が必要。
- モンテカルロシミュレーションの計算モデルによっては、 $1/N=0\text{dB}$ の確率が60～70%になっているが、アンテナパターンの議論とかではなく、電波天文のように、もっと具体的、抜本的な技術的改善案の検討が必要。  
→ アンテナパターンの議論がスタートライン。電波天文はITU-Rの勧告に沿った条件、考え方であり、実環境を考慮した結果、離隔距離が必要ということになっている。
- 無線LANは帯域を持った変調波であるため、壁損失の測定をCWでやるのはいかなものか。  
→ CWのほうが精度の高い計測が可能。変調のかかった信号も検討する。
- フジテレビ スカイツリー回線（例）の検討結果について、都市部の固定回線では多くあると思う。オフィスや住宅の無線LANは移動することは少ないので、固定局は影響を受け続けることになる。技術的な手段で電波が出せる場所を制限する必要があると考える。

## (10) 共用検討で見解が異なるポイント

ポイント	無線LAN関係者 意見	電気通信・公共 事業者	衛星事業者	放送事業者	電波天文
モンテカルロ法による シミュレーション検討	現実に即したシミュレーション手法であること、海外での共用検討で実績があること、から有用性を主張。	意見なし	意見なし	再送と瞬断が許されない回線に対し、確率的な評価基準は瞬断を供することになり、相応しくない。 FPU運用は、全方位受信や移動受信を行うことから適さない。	意見なし
アンテナパターン	電波法審査基準のアンテナパターンは、現実から乖離しており、海外でも実績があるITU-R F.1245を採用すべき。	意見なし	---	電波法審査基準をベースに回線設計等がされていることから、共用検討においても審査基準のアンテナパターンを使用すべき。	---
I/N	欧州の共用検討で使用されたI/N=-10dBが妥当。	意見なし	意見なし*	回線設置の制約等を踏まえた雑音配分の規定から、I/N=-20dBとすることが妥当。	---

\*: I/N=-10.5dB

# (11) スケジュール

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
(1) 我が国における6GHz帯無線LANの需要動向及びユースケースの調査			アンケート設計	アンケート実施	ヒアリング実施	結果まとめ						
(2) IEEE標準化動向及び諸外国動向の調査				海外動向把握(随時)								
				標準化会合出席(随時)								
(3) 無線LANと既存無線システムとの周波数共有の検討	検討モデルの整理	試験方法検討	試験用機器等調達	シミュレーション	有線接続実証試験	共用条件の検討	結果まとめ					
				中間結果	中間結果	結果報告	結果報告	結果報告	屋外実証試験準備	屋外実証試験		
(4) 調査検討会の設置等												
調査検討会		○ 5/10							○			○
固定通信作業班										▲		
衛星通信作業班		合1		合2	固・衛合同					▲		
放送システム作業班			▲ #1	▲ #2	▲ #3					▲		
(5) 報告書等の取りまとめ												
												報告書等取りまとめ
主管課への報告等		○	○	○			○	○	○	○	○	○
												原案 納入