

6GHz帯のSPモードの共用検討状況について

令和5年1月30日

一般財団法人 電波技術協会

■ SPモードによる周波数共用検討（机上検討）の実施状況

「6GHz帯における無線LANの周波数拡張の検討に資する調査」のための調査検討会（座長：梅比良教授(南山大学)）において昨年9月から検討中。

SPモードでの周波数共用検討では、米国で先行導入の動きのあるAFCの適用の必要性/可能性を含めて調査・検討を進めている。これまでの調査・検討状況を以下に示す。

【1】AFC（米国）の国内適応に関する調査・検討状況

米国におけるAFCのシステム構成、周波数共用計算に用いられる干渉保護値 ($I/N = -6\text{dB}$)、電波伝搬モデルの中にパターン化されたクラッタモデルを含むITM (Irregular Terrain Model)が用いられていることなどの技術的要件を把握しつつ、国内でAFCを適用する場合、これに必要と考えられる技術的要件項目の抽出するとともに、AFCの運用課題・考え方などについて議論を開始。

- ⇒ 本抽出事項は、現時点で電波天文の保護に関する技術的要件は抽出未了であり、今後、これを補いつつ整理内容を精査していく。（別添1参照）
- ⇒ AFCの運用課題と課題に対する考え方の案(別添3参照)が示され、近日、詳細検討を予定。

【2】SPモードによる周波数共用に関する机上検討状況

米国におけるSPモードによる無線LANの送信可能な最大送信電力は4Wであるが、本調査検討会では、電波法に基づく国内での免許を要しない無線局の現状などを踏まえ、送信電力を最大1Wとし、既設の固定マイクロ回線及び電波天文と無線LANとの間での干渉検討（シミュレーション検討含む）を実施している。（実施例：別添2参照）

この中で、干渉計算においては、電波伝搬モデルの一部においてITU-R.P452とITMの両方のモデルでシミュレーションを行ったところ、ほぼ同じ結果が得られたこと、国内では専らITU-R.452が用いられて来ていること等から、ITU-R.452モデルを用いることが適当と整理された。

- ⇒ 本検討では、シングルエントリーでの許容干渉量 ($I/N = -10\text{dB}$)（米国： $I/N = -6\text{dB}$ ）を用いて行っているが、今年3月までに国内での技術的条件として当該許容干渉量や干渉計算に用いる電波伝搬モデル、アグリゲート干渉計算の必要性などの見極めに向けて、実証試験（2月,3月）を交えて検討を進めていく。

AFCの適用に関する技術的要件の検討

今後のAFCの技術的要件をの検討のための素案を、AFC System及びSPモードデバイス の技術的要件とAFC Systemの決定すべき技術的要件項目に分けてまとめた。

内容		内容	
1	AFC Systemの技術的要件	2	SPモードデバイスの技術的要件
1)	デバイスのSPモードでの運用許可、AFC Systemへの登録を実施。	1)	6GHz帯対象帯域外の無線又は有線の通信リンクを介してAFC Systemにアクセスし、登録ができること。
2)	SPモードデバイスからの設置場所データとともに要求を受けることにより、免許局データベースにある対象周波数における保護されるべきサービスを確認する。	2)	SPモードデバイスは最初のサービス開始（送信）、又は、場所を変更した後のサービス開始（送信）前にAFC Systemへ登録、承認を得なければならない。その場所における使用可能な周波数リストと最大送信出力を取得する。
3)	その設置場所において、定義された伝搬モデルと干渉保護基準を用いて、それぞれの場所での許容周波数と各周波数範囲の許容最大出力を計算し、数値を決定しデバイスに回答する	3)	登録・承認を受けた場所における使用可能な周波数リストと最大送信出力の許可内容に従った動作をする。
4)	登録された情報は、一定期間※1は保持しておく。 ※1：FCC規則では、SPモードデバイスが最後に接続した日から3か月は登録情報を保持する。	4)	地理的位置情報機能を持つ。 内部で位置情報機能を持つか、外部の位置情報機能を持つデバイスから取得する。又は、サービスに安全に接続して自動的に位置情報を取得できる。
5)	要求してきたデバイスの認証IDが、機器認証データベースで有効であることを確認する。	5)	SPモードデバイスはAFC Systemにデバイスが設置される場所の地理的位置情報（緯度経度）アンテナ高、機器認証ID、製品のシリアルナンバーを登録しなければならない。これらのパラメーターが変更された場合には、変更後の情報をAFC Systemへ正しく供給されなければならない。
6)	AFC Systemからの要求により干渉を与える特定のデバイスに対し、アクセスを拒否することができる。	6)	定期的に※2 AFC Systemに接続し、許容周波数、許容最大出力の確認を行い、状況変化（免許局の追加等）に対応する。 ※2：FCC規則では、1回/日の確認が求められている。
7)	AFC Systemから許可を与えた稼働中デバイスに対し、中断を含めた制御を行うことができる。		

内容		内容	
3	AFC Systemの決定すべき技術的要件項目		
1)	SPモードデバイスの最大送信出力の値 e.i.r.p. xx dBm PSD xx dBm/MHz ※：“xx”を決定する	3)	伝搬モデル 伝搬ロスに関し、SPモードデバイスとFS受信アンテナの間の距離（d）を基に距離区分を行い、それぞれの区分における規定に従い計算ための各区分の適用規格を決定する。
2)	干渉保護基準 I/Nの値 同一チャネル干渉基準I/N=xx dB 隣接チャネル干渉基準I/N=xx dB ※：“xx”を決定する	4)	干渉保護の判定方法 許容最大出力を決めるための条件式を確立する。 パッシブサイトがあるパスの場合は、それを考慮して干渉保護の判定方法を決定する。

調査検討会
第3回親会会合(R5.1.25)資料 (抜粋)

1. 伝搬モデル (新宿区-江東区リンク)

FCC*のAFCを用いたSPモードの伝搬モデルをベースに、ITU-R P.452-16での検討も行う。

距離	FCCモデル (固定局)	作業班検討モデル
0m <= d < 30m	Free Space Path Loss	Free Space Path Loss
30m <= d < 1000m	WINNERII Urban, Suburban, or Rural	WINNERII Urban
D >= 1000m	Irregular Terrain Model (ITM) model *** + ITU-R P.2108 Clutter Loss or ITU-R P.452-16 clutter for Rural	<u>Recommendation ITU-R P.452-16</u> (Time percentage: 50%) or <u>Irregular Terrain Model (ITM) model ***</u> + ITU-R P.2108 Clutter Loss (Locaiton percentage: 50%)

ITM Parameters	Value
Polarization	Vertical
Terrain irregularity parameter, Δh	Terrain Data
Surface refractivity	310 (N-units) for Japan (see Figure 2 of page 19)
Relative Permittivity	15 (average ground)
Conductivity	0.005 (average ground)
Climate	Continental Temperate
Time variability percentage	50%
Situation variability percentage	50%

ITU-R P.452-16 Parameters	Value
Pressure	1013 hpa
Temperature	290 K
Delta N	40 (N-units/km)
Surface refractivity	310 (N-units)
Situation percentage	50%

*: <https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-E/section-15.407>
 **: <https://docdb.cept.org/download/1397> , <https://docdb.cept.org/download/1430>
 ***: https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia_82-100_20121129145031_555510.pdf

補足資料 | ITM Parametersについて

以下、FCCでの議論も踏まえて、日本におけるITM(Longley-Rice)伝搬モデルのパラメータ案を示す。

ITM Parameters	Value	Reference
Polarization	Vertical	
Terrain irregularity parameter, Δh	Terrain Data	
Surface refractivity	310 (N-units)	NTIA Report 82-100*, Figure 2 of page 19
Relative Permittivity	15 (average ground)	NTIA Report 82-100*, Table 3 of page 9
Conductivity	0.005 (average ground)	NTIA Report 82-100*, Table 3 of page 9
Climate	5: Continental Temperate	NTIA Report 82-100*, Table 4 of page 9, Rec. ITU-R P.617-3**
Time variability percentage	50%	FCC PUBLIC NOTICE, DA 22-1146***
Situation variability percentage	50%	FCC PUBLIC NOTICE, DA 22-1146***

<NTIA Report 82-100*>

Table 3. Suggested Values for the Electrical Ground Constants

	Relative Permittivity	Conductivity (Siemens per Meter)
Average ground	15	0.005
Poor ground	4	0.001
Good ground	25	0.020
Fresh water	81	0.010
Sea water	81	5.0

For most purposes, use the constants for an average ground.

Table 4. Radio Climates and Suggested Values for N_s

	N_s (N-units)
Equatorial (Congo)	360
Continental Subtropical (Sudan)	320
Maritime Subtropical (West Coast of Africa)	370
Desert (Sahara)	280
Continental Temperate	301
Maritime Temperate, over land (United Kingdom and continental west coasts)	320
Maritime Temperate, over sea	350

For average atmospheric conditions, use a Continental Temperate climate and $N_s=301$ N-units.

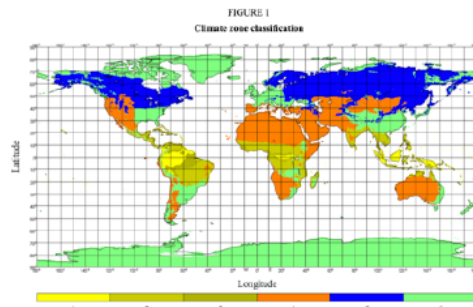
<Rec.ITU-R P.617-3**>

Rec. ITU-R P.617-3

4.1 Average annual median transmission loss distribution for time percentages greater than 50%

The following step-by-step procedure is recommended for estimating the average annual median transmission loss $L(q)$ not exceeded for percentages of the time q greater than 50%. The procedure requires the link parameters of great-circle path length d (km), frequency f (MHz), transmitting antenna gain G_t (dB), receiving antenna gain G_r (dB), horizon angle θ_t (mrad) at the transmitter, and horizon angle θ_r (mrad) at the receiver.

Step 1: Determine the appropriate climate for the common volume of the link in question using the climate map of Fig. 1. This map, TropoClim.txt, is an integral digital part to this Recommendation (see § 2).



<FCC Public Notice, DA 22-1146***>

Federal Communications Commission

DA 22-1146

parameters are merely inputs to those models and are easily configurable as a parameter within the AFC. OET is not inclined to specify specific parameters at this time so that the industry can continue working toward consensus. However, acting under our delegated authority we are specifying a bound on these parameters that we believe is necessary to provide protection to the microwave incumbents and is consistent with the Commission's actions in the 6 GHz Report and Order. We note that in the Commission's link budget analysis of five actual fixed point-to-point links used as one factor in the Commission's decision in the 6 GHz Report and Order, all statistical quantities were treated as a median or average value.¹²⁵ That is, for link budget analyses using the ITM model and the WINNER II model, a confidence and reliability of 50%—i.e. the median value— was used. As the Commission found that unlicensed devices could co-exist in the 6 GHz band with incumbent users based on such modeling, we believe that using 50% for the reliability and confidence levels in the ITM model and 50% for the confidence level in the WINNER II model and clutter models are consistent with the 6 GHz Report and Order and are sufficient to ensure that fixed service microwave links are adequately protected from receiving harmful interference.¹²⁶ As these parameters represent the minimum protection level that must be provided to incumbent microwave stations, we emphasize that AFC systems may use more stringent levels (i.e., predict additional standard-power device path loss by using higher reliability and confidence levels in the propagation models), but they may not provide a lower level of protection. We appreciate that industry stakeholders may desire to implement propagation models using more stringent parameters so as to provide additional protection (above the minimum required) to licensed incumbents—especially during initial AFC deployment. We believe there is value in having the AFC systems make uniform assumptions when both implementing the propagation models and modeling the incumbent microwave systems.¹²⁷ We encourage industry stakeholders to continue to work toward reaching a consensus on this issue.¹²⁸

*: https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia_82-100_20121129145031_655510.pdf

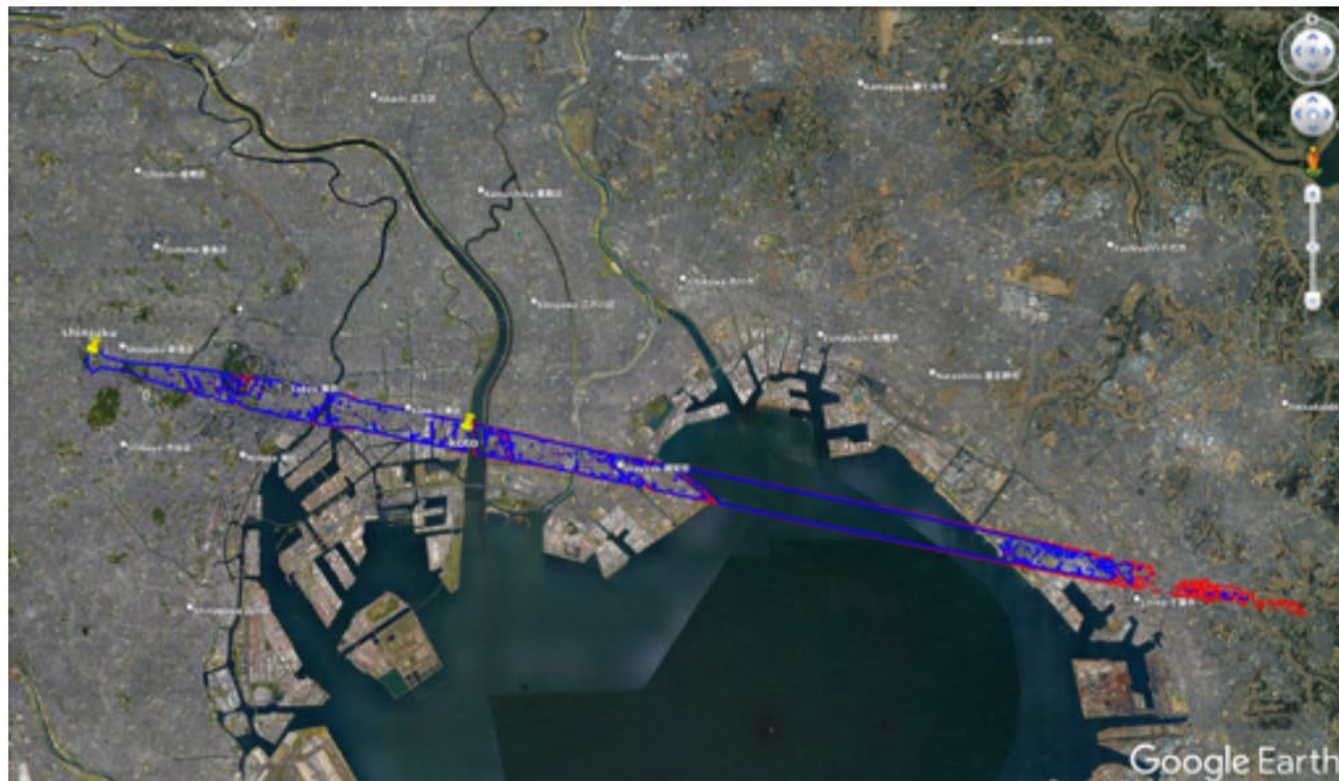
** : https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.617-3-201309-S!!PDF-E.pdf

***: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-22-1146A1.pdf>

1-1 シミュレーション結果 (新宿区局)

ITM(Longley-Rice)モデルとITU-R P.452-16とで算出される $I/N=-10\text{dB}$ を満足する保護エリアの広さを比較するために、Contourを重ねて表示する。
(WLAN EIRP=30dBmを屋外で1.5mの高さで使用した際の新宿区局に対する計算結果)

- ITM (Longley-Rice)
- ITU-R P.452-16

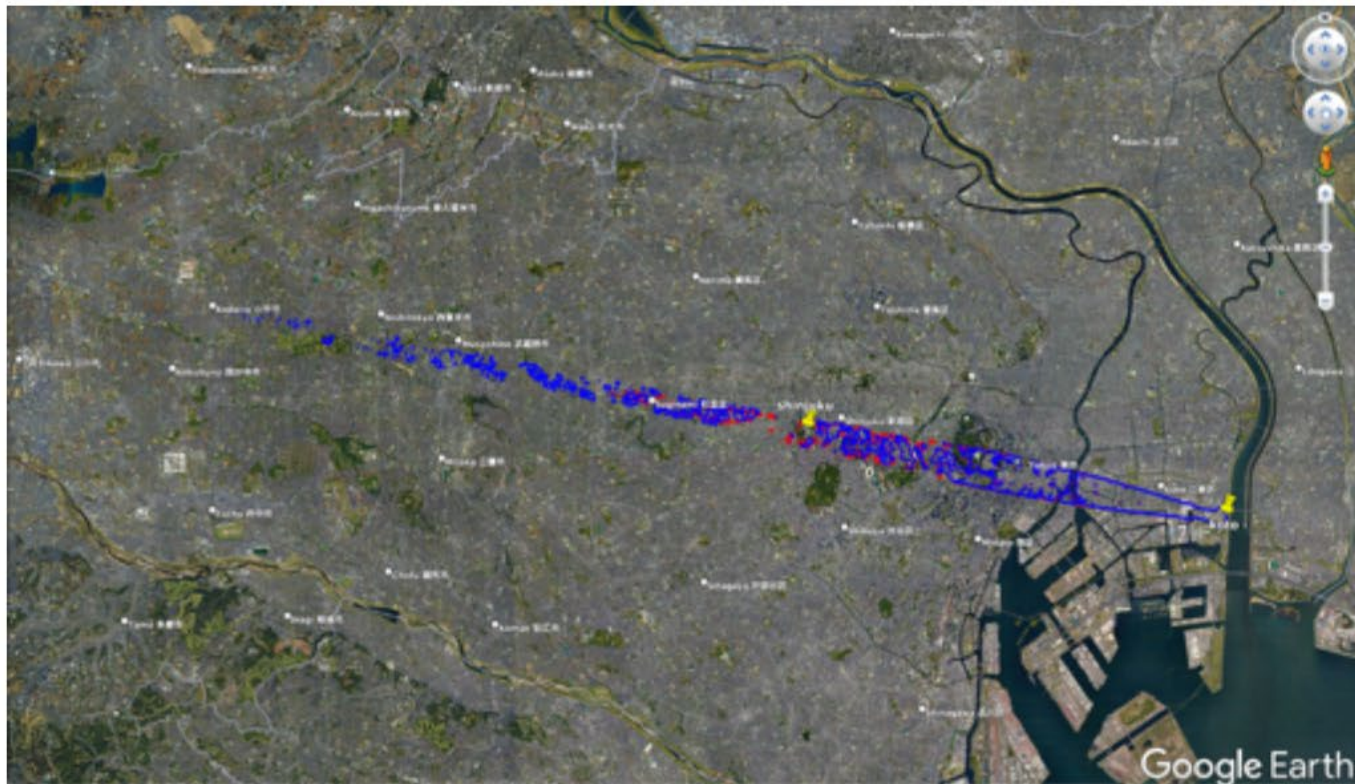


伝搬モデルの違いより保護エリアの結果に大きな差分は確認されなかったが、新宿局を対象した本シミュレーションでは、ITU-R P.452-16と比較をして、ITM(Longley-Rice)モデルの方が必要な保護エリアは大きい結果となった。

1-2 シミュレーション結果 (江東区局)

ITM(Longley-Rice)モデルとITU-R P.452-16とで算出される $I/N=-10\text{dB}$ を満足する保護エリアの広さを比較するために、Contourを重ねて表示する。
(WLAN EIRP=30dBmを屋外で1.5mの高さで使用した際の江東区局に対する計算結果)

- ITM (Longley-Rice)
- ITU-R P.452-16



伝搬モデルの違いより保護エリアの結果に大きな差分は確認されなかったが、江東区局を対象した本シミュレーションでは、ITM(Longley-Rice)モデルと比較をして、ITU-R P.452-16の方が必要な保護エリアは大きい結果となった。

2. 伝搬モデル (武山-円海リンク)

FCC*のAFCを用いたSPモードの伝搬モデルをベースに、ITU-R P.452-16での検討も行う。

距離	FCCモデル (固定局)	作業班検討モデル
0m <= d < 30m	Free Space Path Loss	Free Space Path Loss
30m <= d < 1000m	WINNERII Urban, Suburban, or Rural	WINNERII Suburban
D >= 1000m	Irregular Terrain Model (ITM) model *** + ITU-R P.2108 Clutter Loss or ITU-R P.452-16 clutter for Rural	<u>Recommendation ITU-R P.452-16</u> (Time percentage: 50%) or <u>Irregular Terrain Model (ITM) model ***</u> + ITU-R P.2108 Clutter Loss (Locaiton percentage: 50%)

ITM Parameters	Value
Polarization	Vertical
Terrain irregularity parameter, Δh	Terrain Data
Surface refractivity	310 (N-units) for Japan (see Figure 2 of page 19)
Relative Permittivity	15 (average ground)
Conductivity	0.005 (average ground)
Climate	Continental Temperate
Time variability percentage	50%
Situation variability percentage	50%

ITU-R P.452-16 Parameters	Value
Pressure	1013 hpa
Temperature	290 K
Delta N	40 (N-units/km)
Surface refractivity	310 (N-units)
Situation percentage	50%

*: <https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-E/section-15.407>

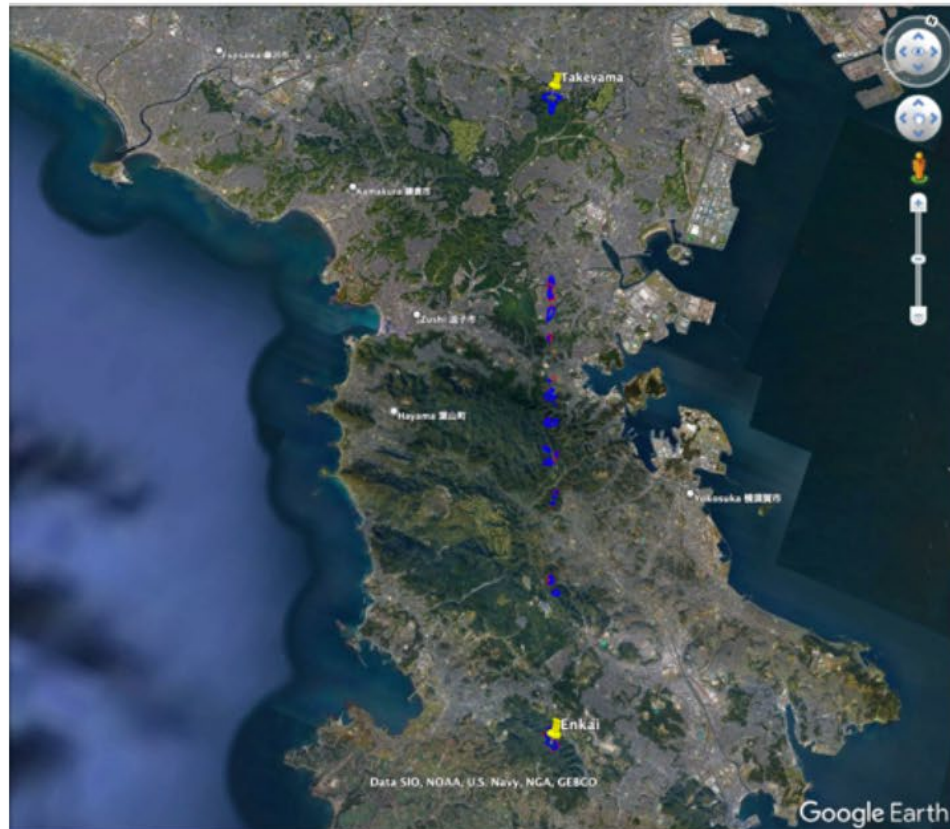
** : <https://docdb.cept.org/download/1397> , <https://docdb.cept.org/download/1430>

***: https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia_82-100_20121129145031_555510.pdf

2-1 シミュレーション結果 (武山局)

ITM(Longley-Rice)モデルとITU-R P.452-16とで算出される $I/N=-10\text{dB}$ を満足する保護エリアの広さを比較するために、Contourを重ねて表示する。
(WLAN EIRP=30dBmを屋外で1.5mの高さで使用した際の武山局に対する計算結果)

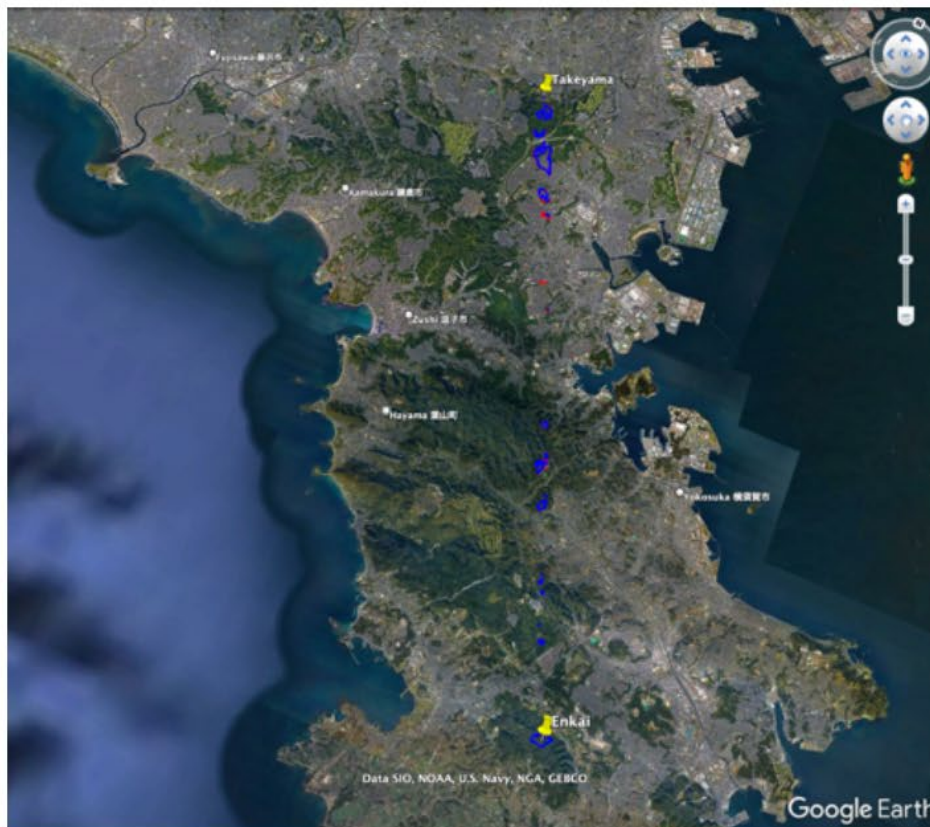
- ITM (Longley-Rice)
- ITU-R P.452-16



武山局を対象した本シミュレーションでは、ITU-R P.452-16とITM(Longley-Rice)で必要な保護エリアには大きな差分は見られなかった。

2-2 シミュレーション結果 (円海局)

ITM(Longley-Rice)モデルとITU-R P.452-16とで算出される $I/N=-10\text{dB}$ を満足する保護エリアの広さを比較するために、Contourを重ねて表示する。
(WLAN EIRP=30dBmを屋外で1.5mの高さで使用した際の円海局に対する計算結果)



- ITM (Longley-Rice)
- ITU-R P.452-16

円海局を対象した本シミュレーションでは、ITU-R P.452-16とITM(Longley-Rice)で必要な保護エリアには大きな差分は見られなかった。

AFC運用に関する諸課題と考え方 (A R I B無線LANシステム開発部会)

調査検討会
第3回親会会合(R5.1.25)資料 (抜粋)

課題	考え方
AFC運用周波数帯	5925 – 6425 MHz、6570 – 6870 MHz
AFCシステム構成	適切なコストと信頼性での運用が必要。海外（米国等）で無線LAN運用を目的として導入した実績のあるシステム構成をベースとする方法が望ましい。
AFC運用方法	基本的に米国で導入されているシステムと同等が望ましい。（干渉量を計算する伝搬モデルや共用条件、共用可否判断のためのパラメータ・判定基準については日本の状況に合わせた検討が必要）
干渉量を計算するための伝搬モデル	国内での固定系システムとの議論を踏まえ以下を提案する： 30 mまで：自由空間モデル 30 m – 1 km：WINNER II < 1 km：ITU-R P.452 (米国ではITM) + ITU-R P.2108クラッター *伝搬モデルの詳細パラメータについては別途検討 ** 電波天文への伝搬モデルは別途議論中
許容干渉量	$I/N = -10$ dB（電波天文に対してはITU-R Rec.RA769の基準を適用） （米国では -6 dBの基準が使用されているが、国内のシングルエントリーでの基準値および複数局からの干渉および位置精度を考慮した上でマージンが確保されていることを踏まえて決定）
アクセスポイントの位置精度	米国で導入されているシステムと同等が望ましい： アクセスポイントの位置を自動的に決定するために、メートル単位の測定を95%の信頼度で行うことが出来る内蔵された位置測定機能、または外部にセキュアに接続された位置測定装置やサービスを使用する。電源オフ状態からの起動時に、位置とその精度をAFCシステムに報告する。手動入力には許可しない。
無線LANからのアグリゲート干渉	シングルエントリーにおける許容干渉量が十分なマージンを持っていることで、アグリゲート干渉の計算は不要とし、シングルエントリーの計算のみで判定することとしたい。
建物侵入損の適用	5925 – 6425 MHzのLPIモードの屋内利用限定のための基準を満たしているアクセスポイントについては建物侵入損を加味した干渉量の計算は可能。（参考：米国でのデフォルト値は20.5 dB）
SPモードの最大e.i.r.p.	e.i.r.p. : 36 dBm (空中線電力 30 dBm)
固定衛星との干渉	固定衛星との干渉については、昨年度の調査検討会での共用検討でSPモードを含めて共用可能との結論が出ているため、AFCシステムを利用する必要はない。