

433MHz帯共用検討における 確率計算結果

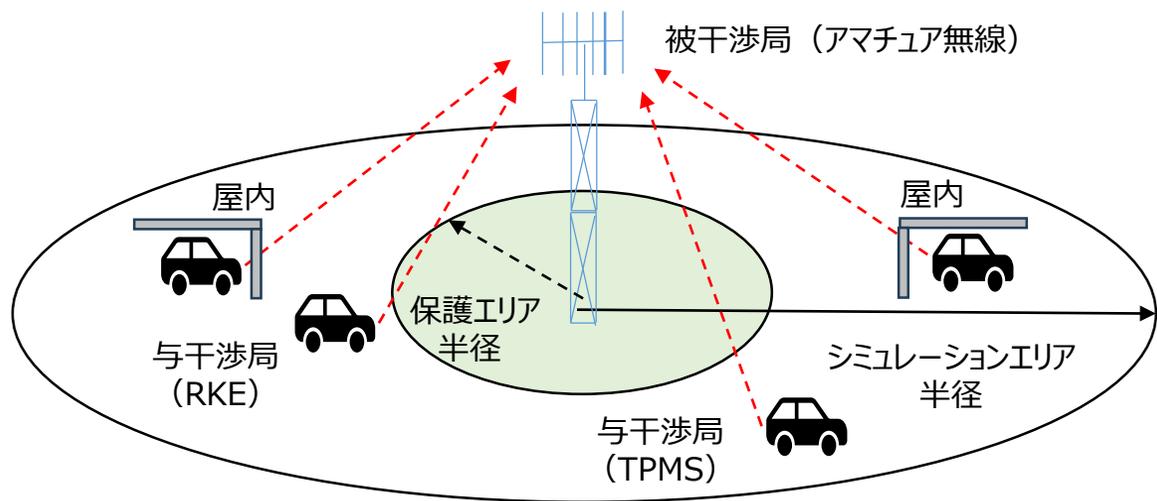
2024年7月10日
ドコモ・テクノロジー株式会社



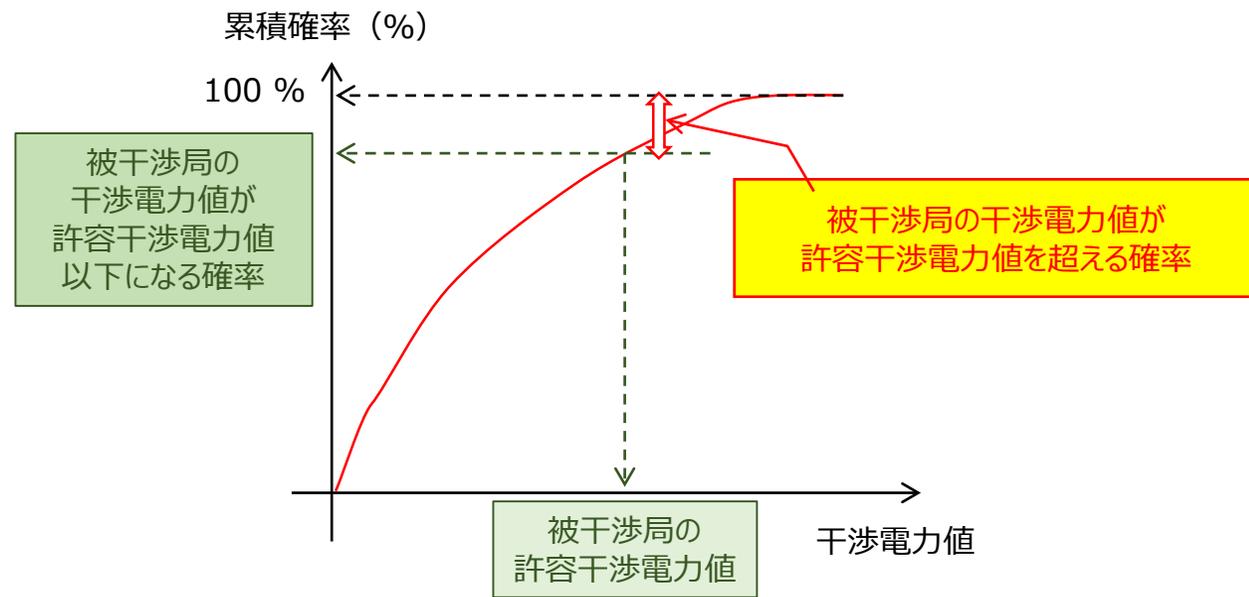
1. モンテカルロシミュレーション（確率計算）について
2. 与干渉局（RKE/TPMS）パラメータ
3. 被干渉局（アマチュア無線）パラメータ
4. モンテカルロシミュレーションパラメータ
5. モンテカルロシミュレーション結果
 1. 普及予測パターン1 RKE ⇒ アマチュア無線
 2. 普及予測パターン2 RKE ⇒ アマチュア無線
 3. 普及予測パターン1 TPMS ⇒ アマチュア無線
 4. 普及予測パターン2 TPMS ⇒ アマチュア無線
 5. 普及予測パターン1 RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線
 6. 普及予測パターン2 RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線

1. モンテカルロシミュレーション（確率計算）概要

- RKE/TPMS与干渉⇒アマチュア無線被干渉の確率計算（モンテカルロシミュレーション）モデルを下図に示す。
- モンテカルロシミュレーションでは、シミュレーションエリアの中心に被干渉局（アマチュア無線局）を配置し、与干渉局（RKE/TPMS）は、シミュレーションエリア内にランダムに配置して、与干渉局から被干渉局へ与える干渉量を計算する（その際、与干渉局が存在しないエリア（保護エリア）を設定できる）。
- 与干渉局が移動局の場合、与干渉局の発信毎に、被干渉局との位置関係が変わることにより結合損が変化したが、上記のように与干渉局の位置をランダムに設定してシミュレーションを行うことで、被干渉局が周囲の様々な環境に存在する与干渉局から受ける干渉影響を確率的に評価することができる。
- シミュレーション結果は、干渉電力の累積確率分布で表現される。得られた累積確率分布から、被干渉局の許容干渉電力値（=-127dBm/20kHz）を超える確率（又は超えない確率）が何%程度になるかを評価することで、実際（に近い）環境で、どの程度の干渉影響があるかを確率的に判断することができる。
- モンテカルロシミュレーションでは、与干渉局の送信タイミング、1回当たりの送信時間等を、単位時間あたりの送信回数に変換して計算をしている。こうすることで、与干渉局の送信タイミング等を、確率的な干渉影響評価に反映することができる。
- **また、本計算では、被干渉側は常に通信中であり、被干渉局の運用休止時間を考慮しない前提で干渉発生確率を算出している点に留意が必要である。**



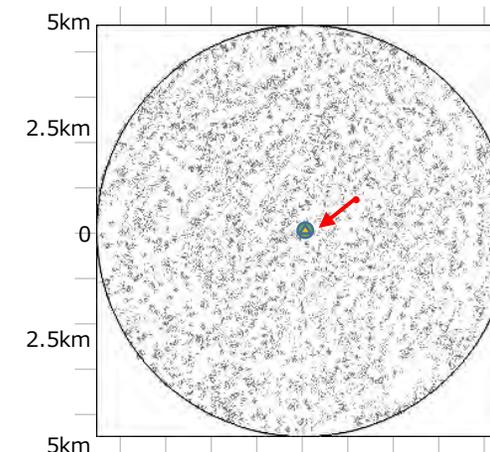
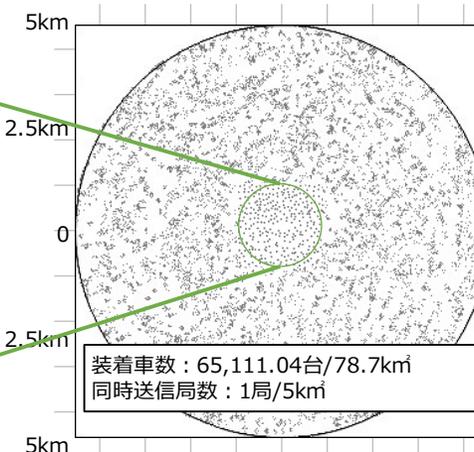
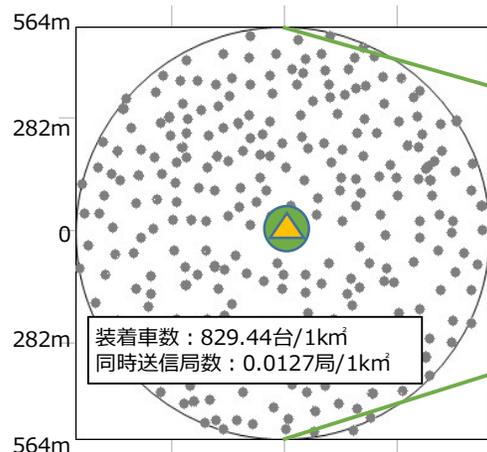
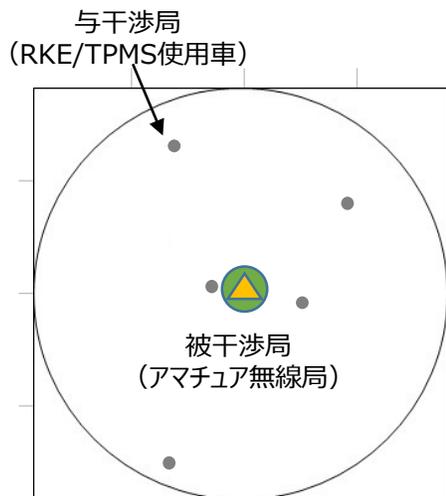
確率計算モデル



確率計算モデルの計算結果の例

1. モンテカルロシミュレーション（確率計算）での計算手法の詳細（普及予測パターン1の場合）

- アマチュア無線局（被干渉局）の周囲に、同一タイミングで送信する陸上移動局（与干渉局）をランダムに配置し、陸上移動局からの干渉電力がアマチュア無線局の許容干渉電力を超えるか評価。
- 陸上移動局の配置を変えて複数回（2万回）の計算を実施し、陸上移動局からの干渉電力の値がアマチュア無線局の許容干渉電力を超える確率を算出。



- モンテカルロシミュレーションでは、被干渉局（アマチュア無線局）をシミュレーションエリアの中心に配置し、その周囲に与干渉局（RKE/TPMS使用車）をランダムに配置
- 与干渉局の数は、想定するシミュレーション環境（東京）、与干渉局の送信頻度等を踏まえて決定
- 使用車数密度は829.44台/1km²（参考4-4）
- 同一タイミングで送信する陸上移動局の数（同時送信局数）は、単位時間（1s）あたり1局以下（0.0127局）（参考4-4）
- ※ モンテカルロシミュレーションでは、計算の際に、与干渉局数が1以上の整数である必要があるため、工夫が必要
- 単位時間あたりの同時送信局数が、ちょうど1局となる面積（78.7km²）を、シミュレーションエリアに設定し、計算を行った（参考4-4）。
 - RKEシミュレーション半径（東京）：5.0km
 - TPMSシミュレーション半径（東京）：5.5km
- シミュレーション環境（東京）に合わせた電波伝搬式等を設定し、与干渉局からアマチュア無線局への干渉電力を計算し、アマチュア無線局の許容干渉電力値を超えるか評価する
- 与干渉局の配置（アマチュア無線局との距離）をランダムに変えて、上記計算を複数回実施する
- 複数回の計算結果から、アマチュア無線局の許容干渉電力を超える干渉が発生する確率を算出

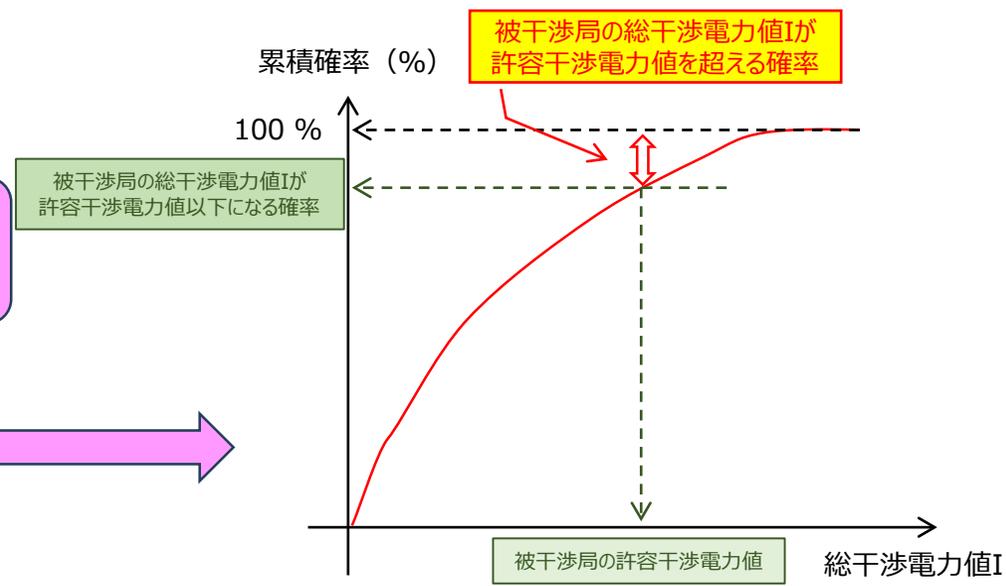
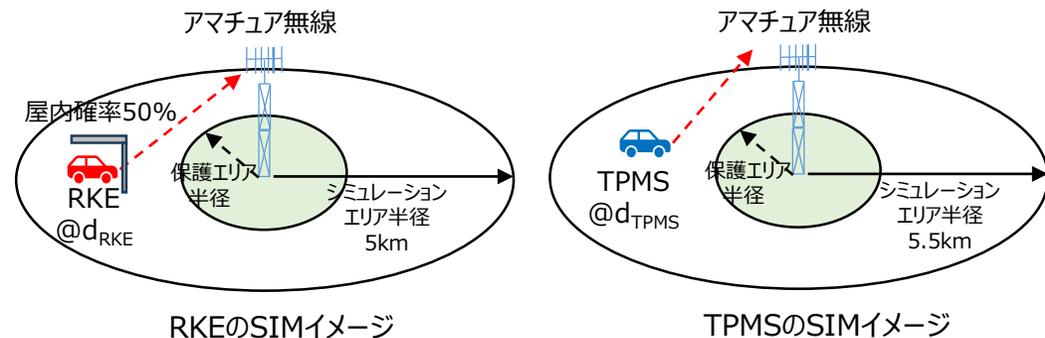
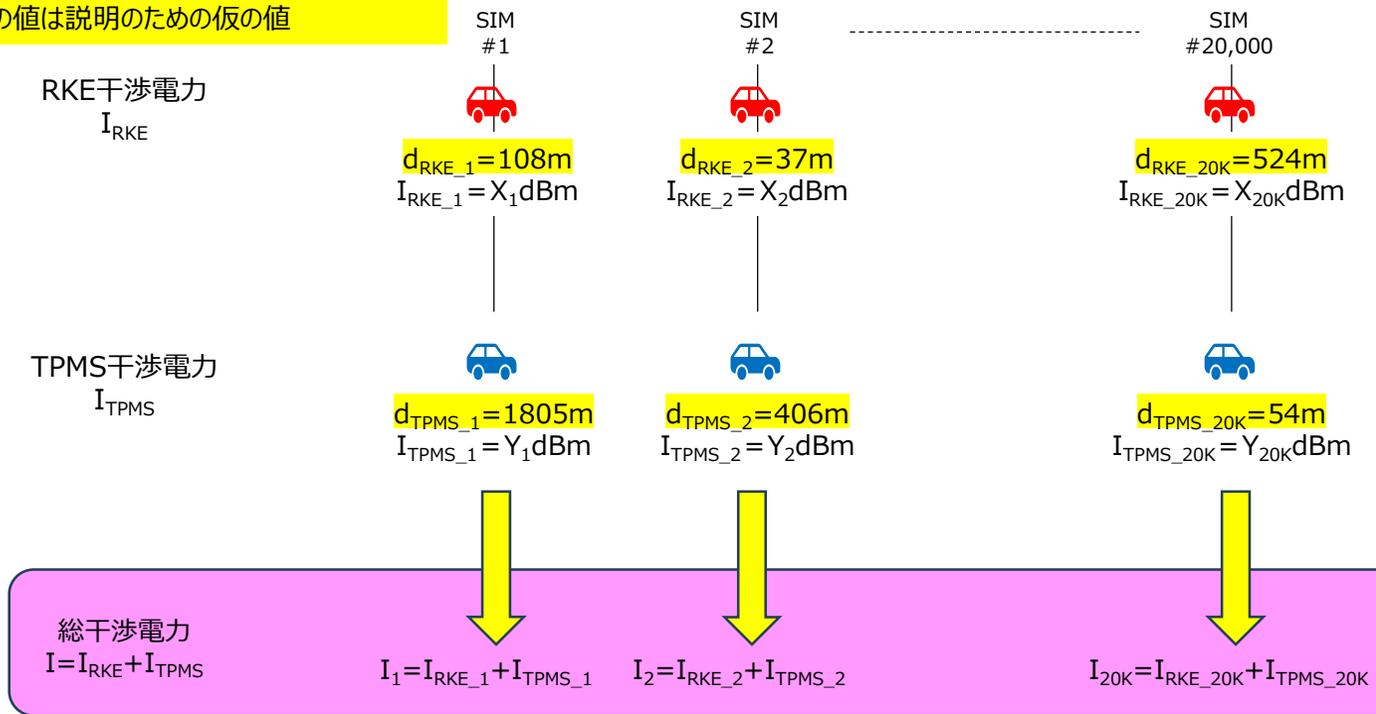
【同時送信局数（同一タイミングで送信する無線局の数。普及予測パターン1の場合）】（参考4-4）
 ➢ 使用車数密度（東京）に1局あたりの送信トラフィック量を掛けた値を、与干渉側の同時送信局数とする。

	使用車数密度（東京）	1台あたり送信トラフィック量 （送信回数×送信時間/単位時間）	単位時間あたりの 同時送信局数
RKE	829.44台/1km ²	0.000015アールン	0.0127局/1km ²
TPMS	22.28台/1km ²	0.00047アールン	0.010局/1km ²

参考1-1. RKEとTPMSの合計干渉を評価する方法について

- RKEとTPMSの送信タイミングは別々であるため、単純にモンテカルロシミュレーションを行うだけでは、RKEとTPMSの合算の干渉量を評価できない。
- 今回、RKE与干渉のSIMとTPMS与干渉のSIMを別々に実施し、それぞれのSIM試行回ごとのRKE干渉電力 I_{RKE} とTPMS干渉電力 I_{TPMS} を合計した総干渉電力 I を計算することで、RKEとTPMSの合算の干渉量を評価した。

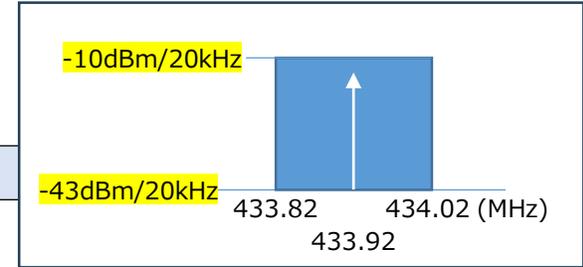
距離 d は、SIM試行ごとにランダムに決定する
右記の値は説明のための仮の値



2. 与干渉局(RKE/TPMS)パラメータ

- シミュレーションに用いる与干渉局(RKE/TPM)のパラメータは以下の通り。

与干渉局(RKE/TPMS)の送信パラメータ



		RKE	TPMS	備考
送信周波数		433.92MHz (433.82MHz~434.02MHz)		
アンテナパターン		無指向性		
空中線電力 (EIRP)		-10dBm/20kHz (実力値) (=0.1mW)		同一周波数共用検討で使用 (変数として、-10dBm/20kHz、-15dBm/20kHz、-20dBm/20kHzでSIM)
不要発射の強度 (EIRP)		-43.0dBm/20kHz (=250nW/100kHz)		パラボラアンテナについては、実力値 (-65dBm/20kHz(=-58dBm/100kHz))を使用
追加損失	人体吸収損	8dB	-	2013年7月24日 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 (41ページ) 諮問第81号「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち「第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の技術的条件」
	建物侵入損	15dB	-	勧告ITU-R P.2109より引用 ※ 適用方法は参考2-1参照
	タイヤ損	-	2dB	実測値を採用
	自動車車体損	-	10dB	2023年9月12日 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 報告 (97ページ) 諮問第2009号 「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「広帯域無線LANの導入のための技術的条件」及び「無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件」 ※ 適用方法は参考2-1参照

参考2-1. RKEとTPMSへ適用する追加損失の考え方

■ RKEに適用する壁損の考え方

- 勧告 ITU-R P.2109より、433MHz帯における壁損は約15dB (図1)。
- モンテカルロシミュレーションでは、与干渉局をシミュレーションエリア内にランダムに配置させる。従って、RKEを使用するケースの半分の室内と仮定すると、確率的には、全体の1/2のシミュレーション試行回数において壁損を加味するのと等価である。これは、確率的には、RKE1局あたりの干渉量を以下のように重みづけしてシミュレーションを行うことと同じである。

$$\text{RKE干渉量} = (\text{RKE送信電力} - \text{壁損}) \times 1/2 + (\text{RKE送信電力}) \times 1/2$$

■ アマチュア無線局との位置と関連したタイヤ外装損と自動車車体損適用の考え方

- アマチュア無線局が車両の側面にある場合 (図2-1)
 - アマチュア無線機がある側の2輪：タイヤ外装損
 - アマチュア無線局と反対側の2輪：タイヤ外装損 + 車体損
- アマチュア無線機が車両の前方又は後方に位置する場合 (図2-2)
 - 4輪ともタイヤ外装損 + 車体損
- 確率計算での適用の考え方
 - 確率計算で用いるソフトウェア (SEAMCAT) では、4つの送信装置が実装された無線局をまとめて1つの与干渉局としてシミュレーションを行うため、以下のような工夫で、アマチュア無線局との位置関係における損失量の変化を考慮する。
 - モンテカルロシミュレーションでは、与干渉局をシミュレーションエリア内にランダムに配置させるため、アマチュア無線局との位置関係もランダムになる。従って、確率的には、全体の3/4のシミュレーション試行回数において「タイヤ外装損 + 車体損」を適用 (図2-3の緑色のエリア)、全体の1/4のシミュレーション試行回数において「タイヤ外装損のみ」を適用 (図3の黄色のエリア) と等価である。
 - これは、確率的には、与干渉局1局あたりの干渉量を以下のように重みづけしてシミュレーションを行うことと同じである。

$$\text{TPMS干渉量} = (\text{TPMS送信電力} - \text{タイヤ外装損} - \text{車体損}) \times 3/4 + (\text{TPMS送信電力} - \text{タイヤ外装損}) \times 1/4$$

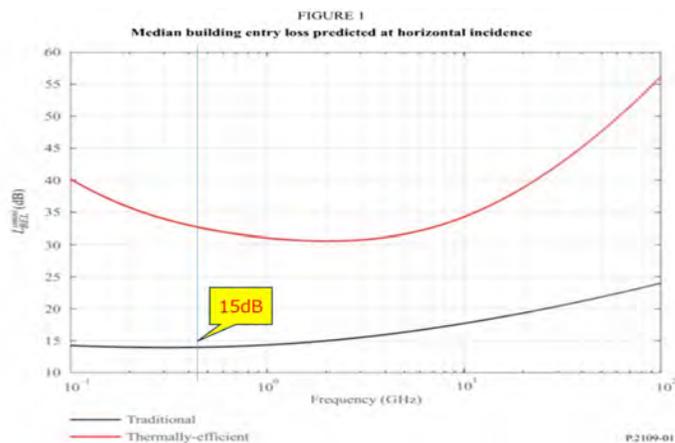


図1 壁損(ITU-R P.2109)

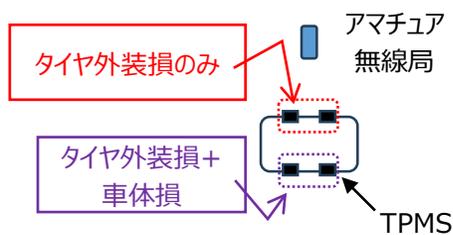


図2-1 アマチュア無線局が車両の側面にある場合

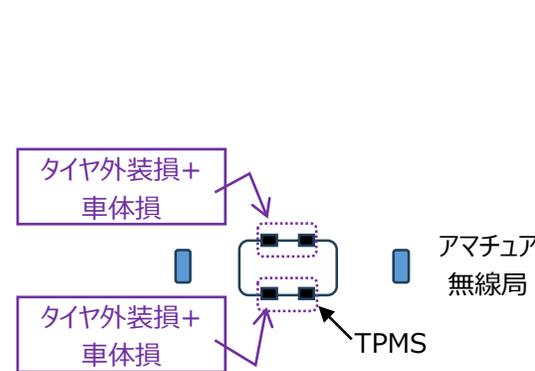


図2-2 アマチュア無線局が車両の前方(後方)にある場合

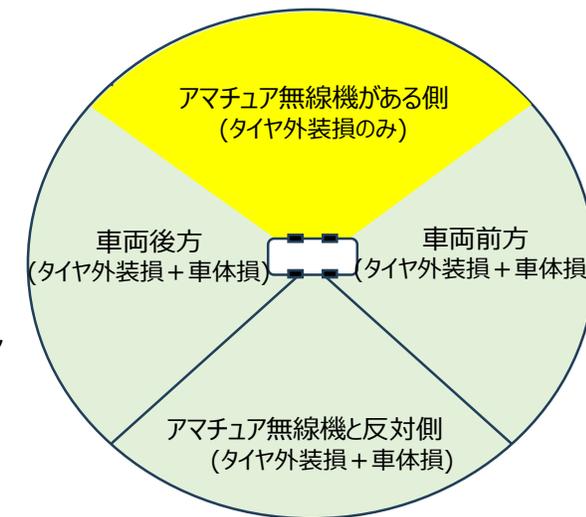


図2-3 確率計算モデル

3. 被干渉局(アマチュア無線局)パラメータ

■ アマチュア無線局（被干渉局）の受信パラメータは下表の通り。

アマチュア無線局（被干渉局）の受信パラメータ

運用形態	固定運用		移動運用		リピータ
			車載	ハンディ	
アンテナタイプ	パラボラアンテナ	八木アンテナ	ホイップアンテナ		ホイップアンテナ
受信空中線利得 (dBi)	30	18	5		
アンテナパターン	ITU-R F.699-8	ITU-R F.1336-5	無指向		
受信空中線高 (m)	10 ※1		1.5 ※2	1.5 ※3	20 ※4
許容干渉電力 (dBm/20kHz)	-127(=-110dBm/MHz)				

2020年7月14日 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 報告「構内における空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの技術的条件」 P.183 表参5.9.1（アマチュア無線との共用検討結果）より引用

※1 上記委員会報告 P.169（イ）共用検討結果（FPU受信点高）

※2 上記委員会報告 P.113 表参1.1.1 デジタルMCAシステムの受信側パラメータ（車載移動局）

※3 上記委員会報告 P.58 表3.3.12 帯域外干渉の共用検討結果（衛星携帯端末を引用）より

※4 2016年1月22日 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 報告「400MHz帯災害対策用可搬型無線システムの高度化等に係る技術的条件」 P.23（共用検討条件（親局を引用）

4. モンテカルロシミュレーションパラメータ

■ モンテカルロシミュレーションに用いるパラメータは以下の通り。

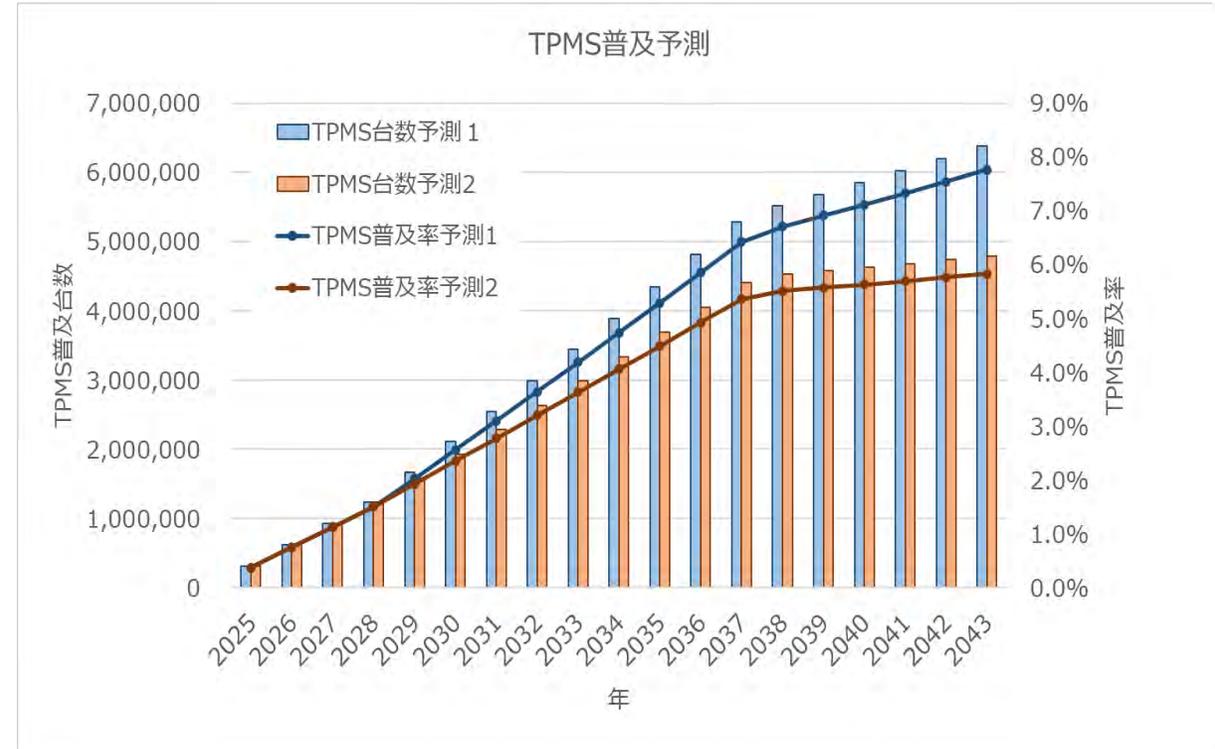
与干渉局		RKE				TPMS				備考
被干渉局		固定運用 (パラボラ)	固定運用 (八木)	移動運用 (車載/ハンディ)	リピータ	固定運用 (パラボラ)	固定運用 (八木)	移動運用 (車載/ハンディ)	リピータ	
モンテカルロ シミュレーション 設定	シミュレーションエリア半径 (km)	5.0 (パターン1) 6.8 (パターン2)				5.5 (パターン1) 6.4 (パターン2)				東京を想定 参考4-4参照
	保護エリア半径 (m)	3		2	5	3		2	5	※1
	伝搬式	SEAMCAT 拡張秦モデル (アーバン)				SEAMCAT 拡張秦モデル (アーバン)				
	与干渉同時送信局密度 (局/km ²)	0.0127 (パターン1) 0.007 (パターン2)				0.010 (パターン1) 0.008 (パターン2)				参考4-4参照
与干渉側	送信周波数 (MHz)	433.92				433.92				P.3参照
	空中線電力 (EIRP) (dBm/20kHz)	-10/-15/-20				-10/-15/-20				P.3参照 同一周波数検討時に使用
	不要発射強度 (EIRP) (dBm/20kHz)	-65 ※2	-43 ※3			-65 ※2	-43 ※3			P.3参照 隣接周波数検討時に使用
	送信空中線高 (m)	1.5				1.5/0.8/0.2				
	その他損失 (dB)	人体吸収損 8 建物侵入損 15 ※4				タイヤ損 2 車体損 10 ※4				参考2-1参照
	SIMエリア内の与干渉局数 (台)	1				1				参考4-4参照
被干渉側	受信空中線利得 (dBi)	30	18	5	5	30	18	5	5	P.5参照
	アンテナパターン	ITU-R F.699-8	ITU-R F.1336-5	無指向	無指向	ITU-R F.699-8	ITU-R F.1336-5	無指向	無指向	P.5参照
	受信空中線高 (m)	10		1.5	20	10		1.5	20	P.5参照
	許容干渉電力 (dBm/20kHz)	-127				-127				P.5参照

※1 平成29年3月情報通信審議会情報通信技術分科会陸上無線通信委員会報告「700MHz 帯高度道路交通システムの高度化に関する技術的条件」より引用。固定運用3m : P57 ITS車載器からTV受信機 (八木アンテナ、強電界) への与干渉、移動運用2m : P89 LTE移動局からITS車載器への与干渉、リピータ5m : P60 ITS車載器からTV極微小電力局への与干渉

※2 実力値 -65dBm/20kHz(=-58dBm/100kHz) ※3 現行規格値 (国際輸送用データ伝送設備 : 1GHz以下) = -43.0dBm/20kHz(=250nW/100kHz) ※4 適用手法は、参考2-1参照

■ RKE/TPMSの普及予測

AH2-2資料による最大の普及割合で見積もった予測とより現実的な普及割合（30%）で見積もった予測の2パターンでモンテカルロシミュレーションを実施した。



年	RKE	内訳		普及率	備考
		国産車	輸入車		
RKE予測1	41,910,000	37,800,000	4,110,000	50.99%	AH2-2
RKE予測2	23,010,000	18,900,000	4,110,000	27.99%	AH2-2における国産車（新車）の装着割合30%

年	TPMS	内訳		普及率	備考
		国産車	輸入車		
TPMS予測1	6,378,000	2,268,000	4,110,000	7.76%	AH2-2
TPMS予測2	4,790,400	680,400	4,110,000	5.83%	AH2-2における国産車（新車）の装着割合30%

参考4-2. RKE/TPMS同時使用車数の推定

■ RKE同時使用車数の推定

項目	単位	計算式	東京都	参考 全国	参考 茨木県	備考
a)自動車保有台数	千台	-	3569.00	82175.00	1681.90	※1(全国) ※2(関東)
b) 面積	km2	-	2194.05	377974.00	6097.50	※4
c) 普及密度	台/km2	a)÷b)	1626.67	217.41	275.83	
d) RKE装着率	%	-	50.99 27.99	50.99 27.99	50.99 27.99	参考4-1 普及予測データ より 上段パターン1 下段パターン2
e)RKE同時使用車数密度	台/km2	c)×d)	829.44 455.31	110.86 60.85	140.65 77.21	上段パターン1 下段パターン2

■ TPMS同時使用車数の推定

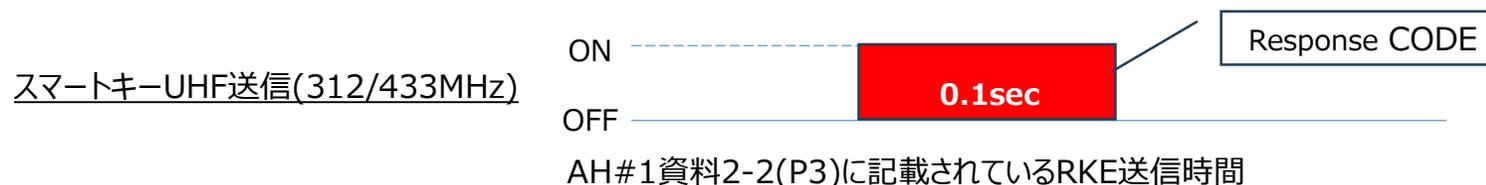
項目	単位	計算式	東京都	参考 全国	参考 茨木県	備考
a)自動車保有台数	千台	-	3,569.0	82,175.0	1,681.9	※1(全国) ※2(関東)
b) 平均交通量	台/24h	-	21,627.0	7,530.0	10,213.0	※3
c) 平均速度	km/h	-	16.10	31.70	31.10	
d) 1日の走行台キロ	千台km/日	-	60,840.0	1,432,054.0	48,394.0	※3
e) 1日の平均走行距離	km/日	d)÷a)	17.05	17.43	28.77	
f) 1日の車の使用時間	H	e)÷c)	1.06	0.55	0.93	
g) 1時間当たりの車の平均 使用時間	H	f)÷24時間	0.044	0.023	0.039	
h) 面積	km2	-	2,194.1	377,974.0	6,097.5	※4
i) 普及密度	台/km2	a)÷h)	1,626.7	217.4	275.8	
j) 利用密度	台/km2	g)×i)	71.76	4.98	10.63	
k) TPMS装着率	%	-	7.76 5.83	7.76 5.83	7.76 5.83	参考4-1 普及予測データより 上段パターン1 下段パターン2
l)TPMS同時使用車数密度	台/km2	j)×k)	5.57 4.18	0.39 0.29	0.83 0.62	上段パターン1 下段パターン2

※1 数字で見る自動車2023 (R3年度末) https://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr1_000084.html
 ※2 関東運輸局管内自動車保有車両数調 (令和4年3月末時点) <https://www.tb.mlit.go.jp/kanto/content/000267511.pdf>
 ※3 令和3年度 全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査 <https://www.mlit.go.jp/road/census/r3/index.html>
 ※4 全国都道府県市区町村別面積調 (令和4年4月1日時点) <https://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO/backnumber/GSI-menseki20220401.pdf>
 ※5 自動車輸送統計月報 (令和5年1月) <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000040050781&fileKind=2>

■ RKEの送信トラヒック量の推定

- ※1より、車の1日あたりの平均使用回数を4.42回とし、RKEは、その3倍（乗り降りと発車）の13.26回使用する前提とした。
- また、RKEの1回当たりの送信時間は、RKEの実力値から推定した値（0.1秒）とする。
- この条件でRKE1局あたりの送信トラヒック量（呼量）をアーランB式※から計算すると、0.000015アーランとなる。
0.000015アーラン = 13.26回/24時間 × 0.1秒/3600秒

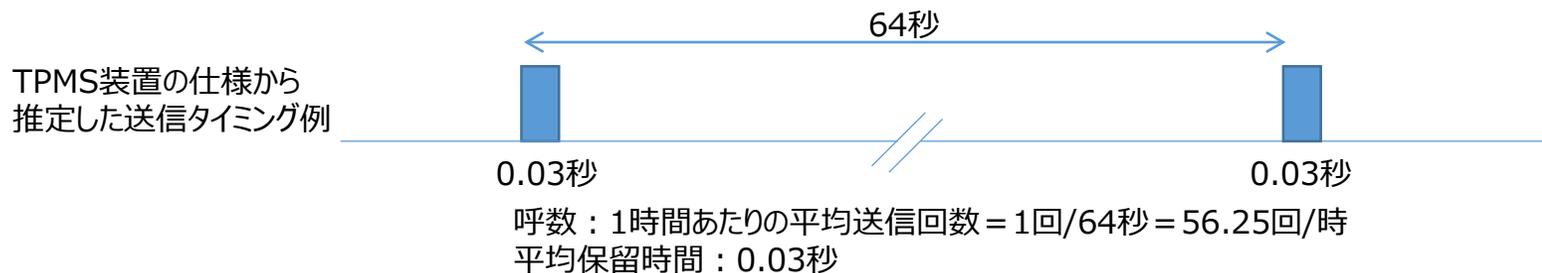
※1 自動車輸送統計月報（令和5年1月）の実働1日1車あたりの輸送回数（貨物と旅客のデータを単純平均）
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000040050781&fileKind=2>



■ TPMSの送信トラヒック量の推定

- 複数のTPMSの仕様から推定した送信タイミング例（下図参照）を基に、トラヒックを推定する。
- 下図を基に、単位時間あたりのTPMS1局あたりの送信トラヒック量（呼量）をアーランB式※から計算すると、0.00047アーランとなる。
0.00047アーラン = 56.25回/時間 × 0.03秒/3600秒

※ アーランB式：呼量 = 呼数 × 平均保留時間 ÷ 対象時間（例）1時間に平均8回の通話があり、通話の平均時間が6分(0.1時間)の場合、呼量は0.8アーラン = 8回/時間 × 0.1時間 ÷ 1時間



参考4-4. RKE/TPMSの同時送信局数の推定

- モンテカルロシミュレーションでは、シミュレーションエリア内に存在する与干渉局数(=同時使用車数)に、1局あたりの送信トラフィック量を掛けた値を与干渉側の同時送信局数として用いる。
- 今回の干渉シナリオでは、いずれも1km²あたり1局未満となった。シミュレーションを行う際には、局数が1以上の整数である必要があるため、同時送信局数密度から、同時送信局数が1局となるシミュレーション半径を計算してシミュレーションを行った。
 - RKEのシミュレーション半径：東京5.0km (パターン1)、東京6.8km (パターン2)
 - TPMSのシミュレーション半径：東京5.5km (パターン1)、東京6.4km (パターン2)

上段：普及予測パターン1 下段：普及予測パターン2	RKE(東京)	参考		TPMS(東京)	参考		備考
		RKE(全国)	RKE(茨城)		TPMS(全国)	TPMS(茨城)	
同時使用局数 (台/km ²)	829.44 455.31	110.86 60.85	140.65 77.21	22.28 16.74	1.55 1.16	3.30 2.48	参考4-2参照 TPMS：4輪を考慮して4倍 (22.28台/km ² =5.57台/km ² ×4輪)
送信トラフィック量 (アールン)	0.000015	0.000015	0.000015	0.00047	0.00047	0.00047	参考4-3参照 RKE：13.26回/24時間×0.1秒/3600秒 TPMS：56.25回/時間×0.03秒/3600秒
同時送信局数 (局/km ²)	0.0127 0.0070	0.0017 0.0009	0.0022 0.0012	0.010 0.008	0.00072 0.00054	0.0015 0.0012	=同時使用台数×送信トラフィック量
シミュレーションエリア内で 与干渉局が1局になる半径 (km)	5.0 6.8	13.7 18.5	12.1 16.4	5.5 6.4	21.0 24.2	14.3 16.6	

5-1/5-2. シミュレーション結果 RKE ⇒ アマチュア無線

- モンテカルロシミュレーションの結果、与干渉局（RKE）からの干渉電力が、アマチュア無線局の干渉閾値を超える確率は以下の通り。
- 同一周波数の場合

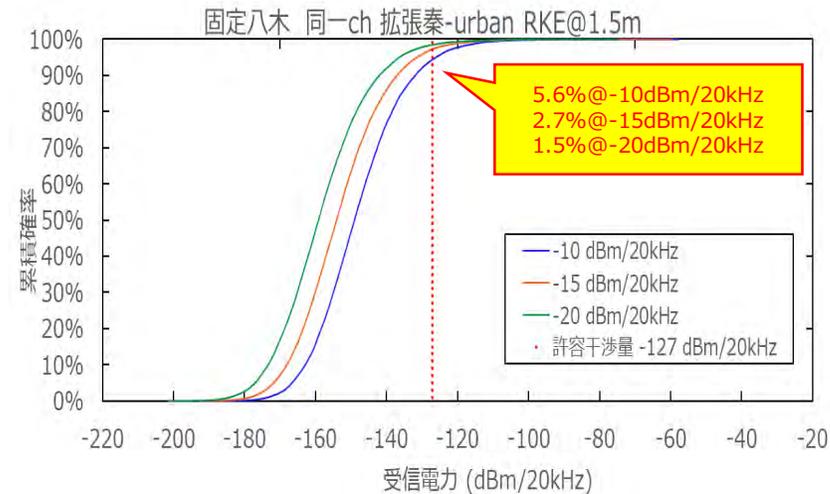
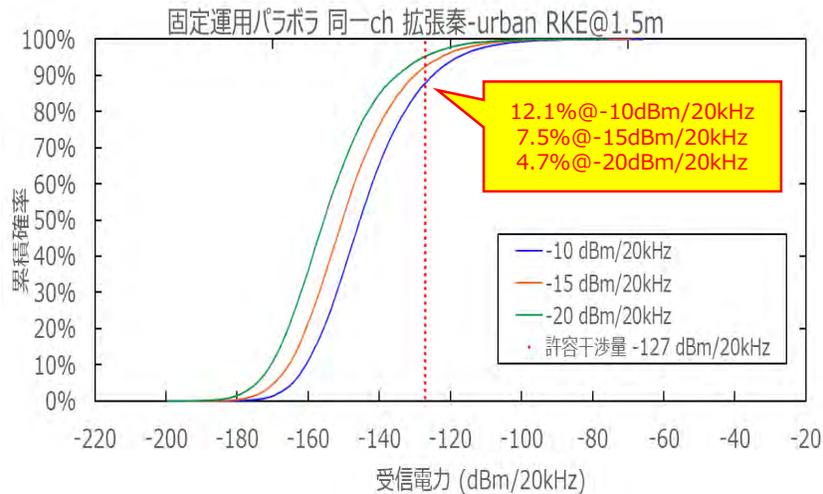
被干渉局			(1)アマチュア無線（パラボラ）		(2)アマチュア無線（八木）		(3)アマチュア無線（車載/ハンディ）		(4)アマチュア無線（リピータ）	
			普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2
与干渉局	RKE@1.5m	-10dBm/20kHz	12.1%	7.9%	5.6%	3.2%	0.1%	0.04%	1.0%	0.6%
		-15dBm/20kHz	7.5%	4.7%	2.7%	1.6%	0.07%	0.04%	0.6%	0.4%
		-20dBm/20kHz	4.7%	2.8%	1.5%	0.9%	0.04%	0.03%	0.3%	0.2%

- 隣接周波数の場合

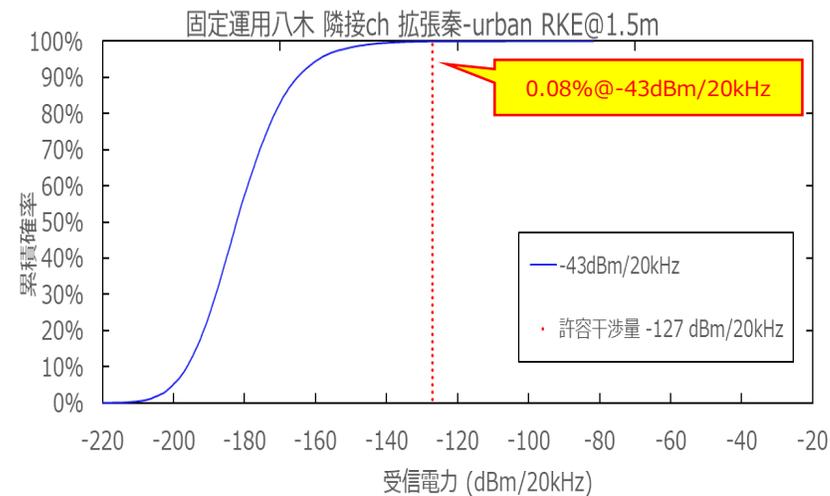
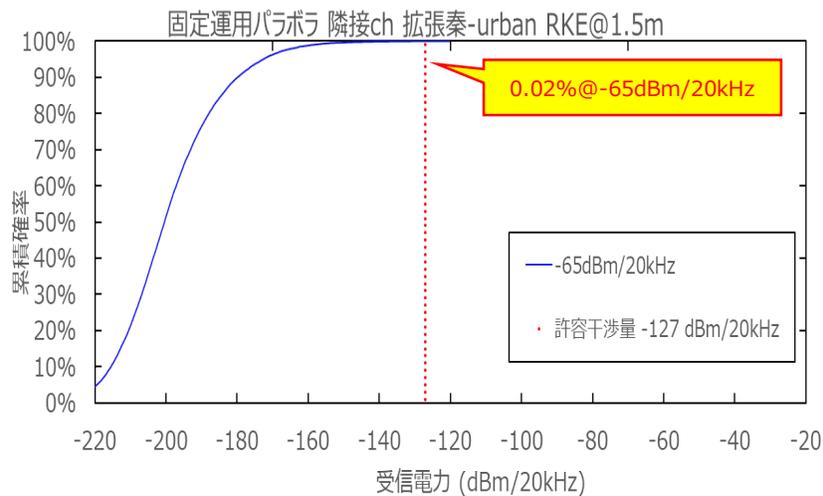
被干渉局			(1)アマチュア無線（パラボラ）		(2)アマチュア無線（八木）		(3)アマチュア無線（車載/ハンディ）		(4)アマチュア無線（リピータ）	
			普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2
与干渉局	RKE@1.5m	-65dBm /20kHz （パラボラ） -43dBm /20kHz	0.02%	0.01%	0.08%	0.1%	0.005%	0.01%	0.06%	0.04%

5-1. (1)シミュレーション結果 (普及予測パターン1) RKE ⇒ アマチュア無線 (固定運用 パラボラ) @東京
 5-1. (2)シミュレーション結果 (普及予測パターン1) RKE ⇒ アマチュア無線 (固定運用 八木) @東京

■ 同一周波数の場合

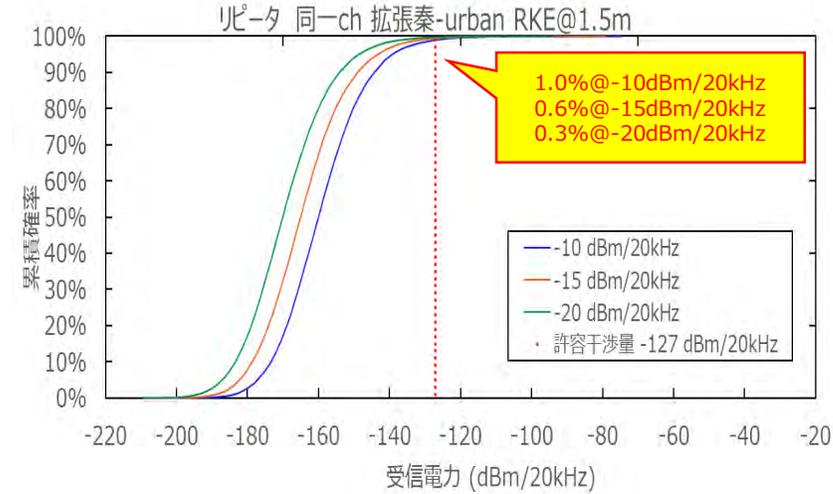
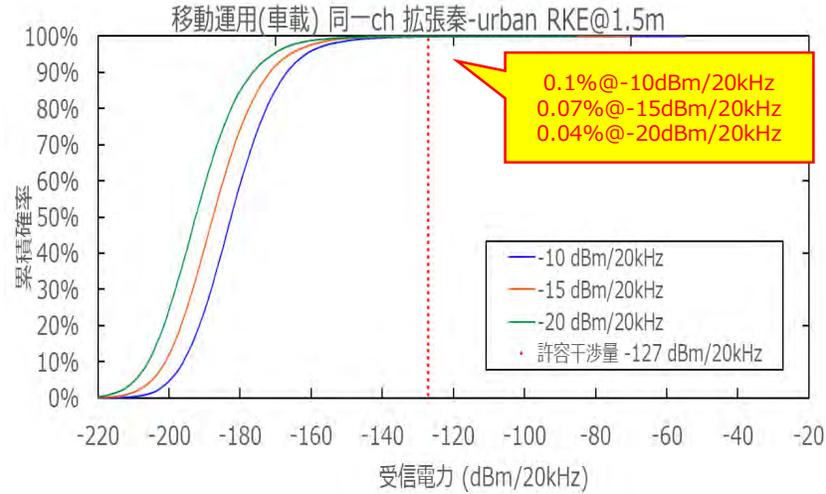


■ 隣接周波数の場合

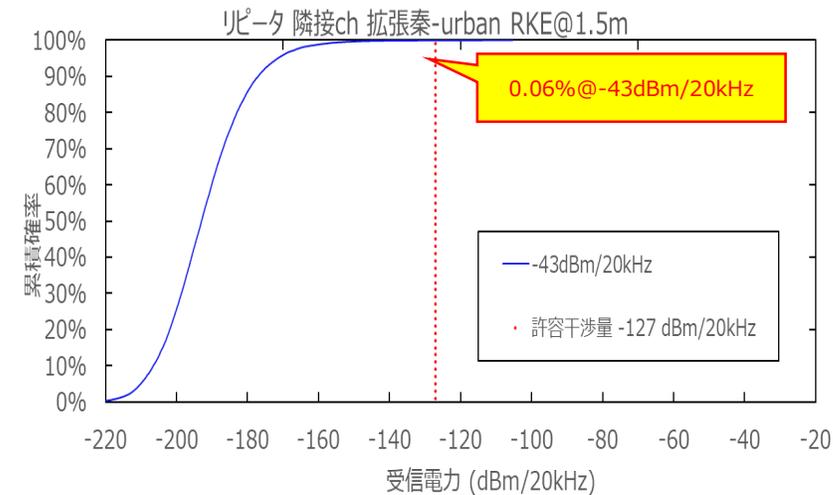
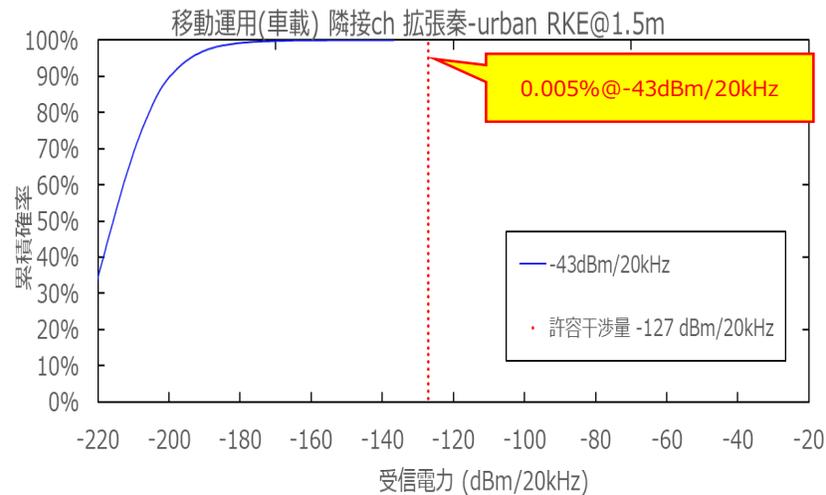


5-1. (3)シミュレーション結果 (普及予測パターン1) RKE ⇒アマチュア無線 (移動運用 車載/ハンディ) @東京
 5-1. (4)シミュレーション結果 (普及予測パターン1) RKE ⇒アマチュア無線 (レピータ ホイップ) @東京

■ 同一周波数の場合

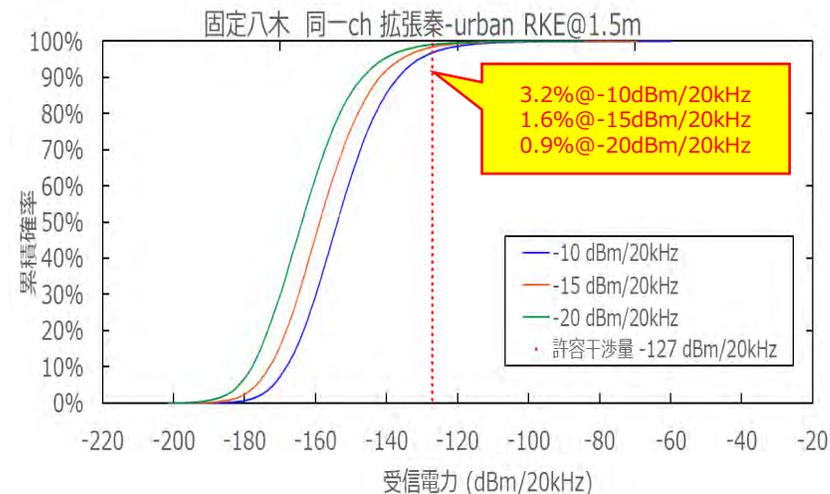
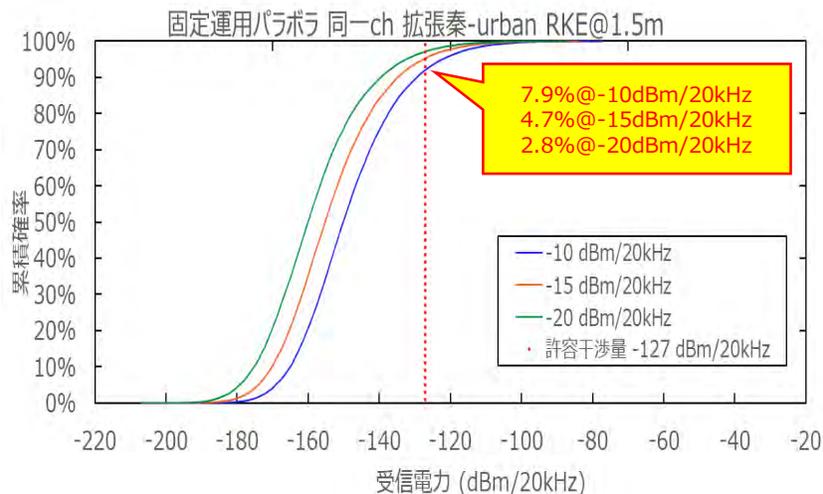


■ 隣接周波数の場合

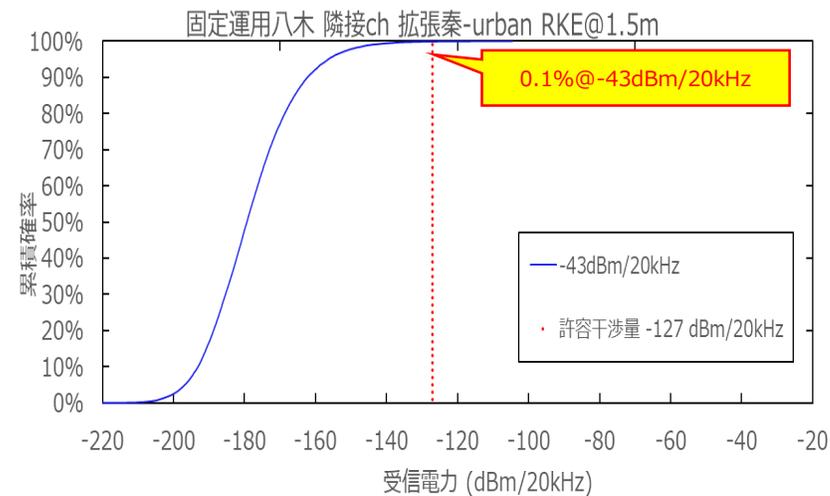
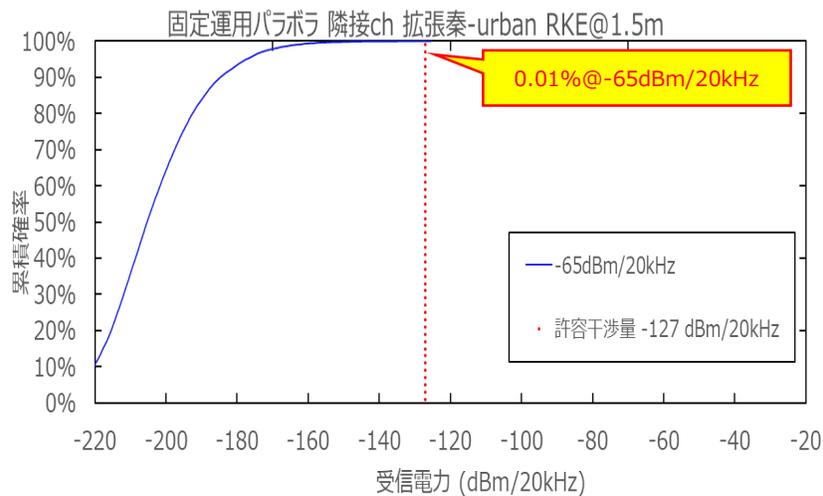


5-2. (1)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) RKE ⇒ アマチュア無線 (固定運用 パラボラ) @東京
 5-2. (2)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) RKE ⇒ アマチュア無線 (固定運用 八木) @東京

■ 同一周波数の場合

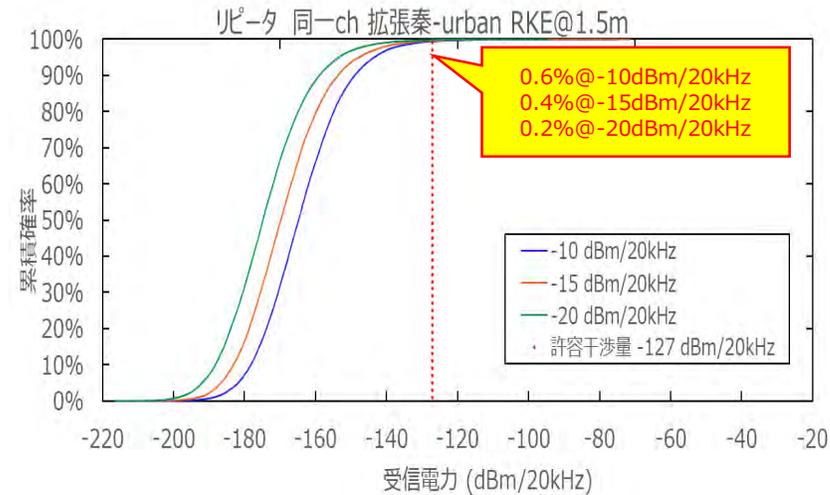
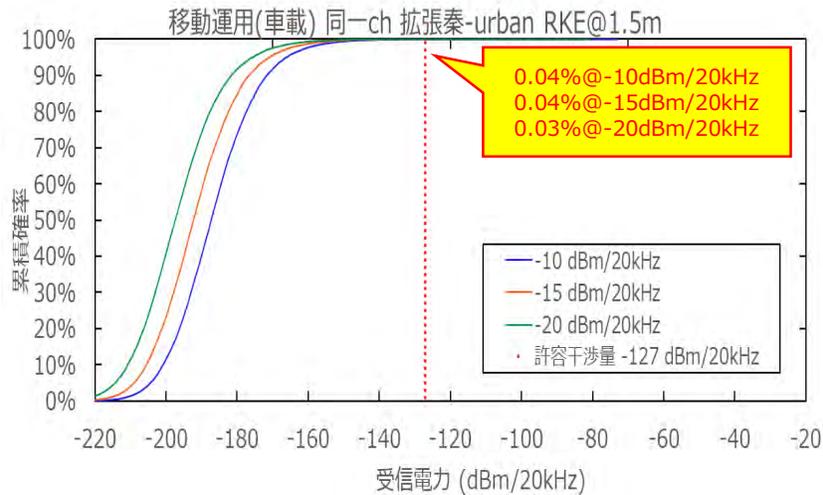


■ 隣接周波数の場合

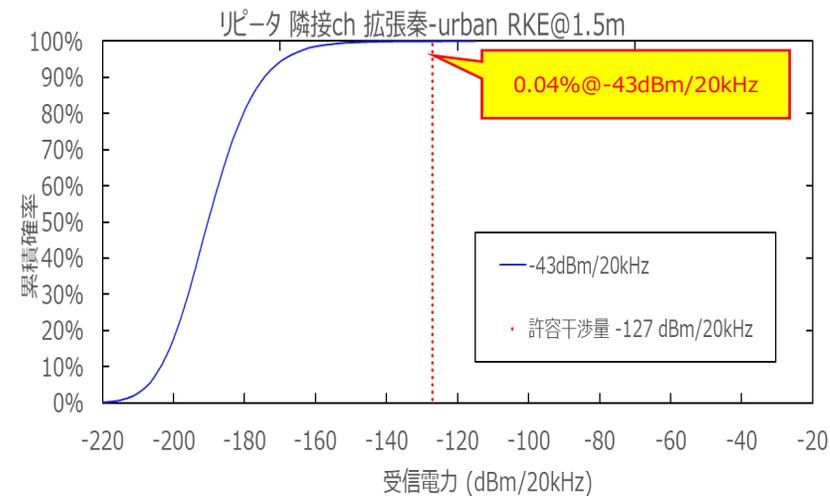
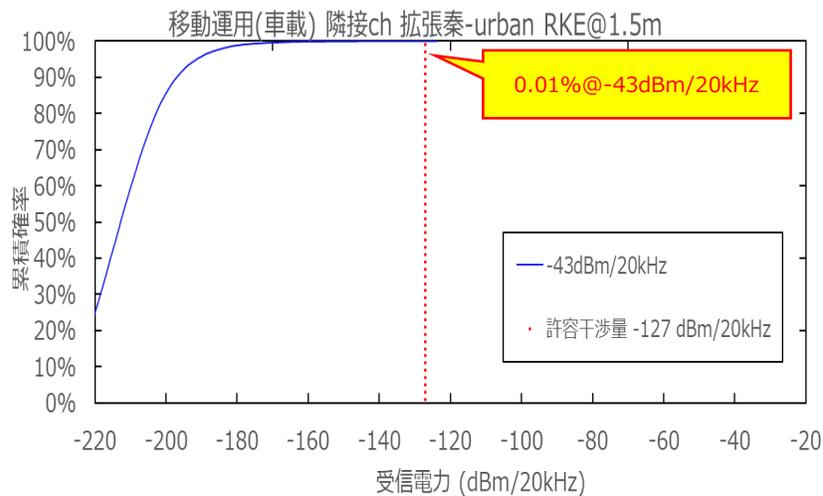


5-2. (3)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) RKE ⇒アマチュア無線 (移動運用 車載/ハンディ) @東京
 5-2. (4)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) RKE ⇒アマチュア無線 (レピータ ホイップ) @東京

■ 同一周波数の場合



■ 隣接周波数の場合



5-3/5-4. シミュレーション結果 TPMS ⇒ アマチュア無線

- モンテカルロシミュレーションの結果、与干渉局（TPMS）からの干渉電力が、アマチュア無線局の干渉閾値を超える確率は以下の通り。
- 同一周波数の場合

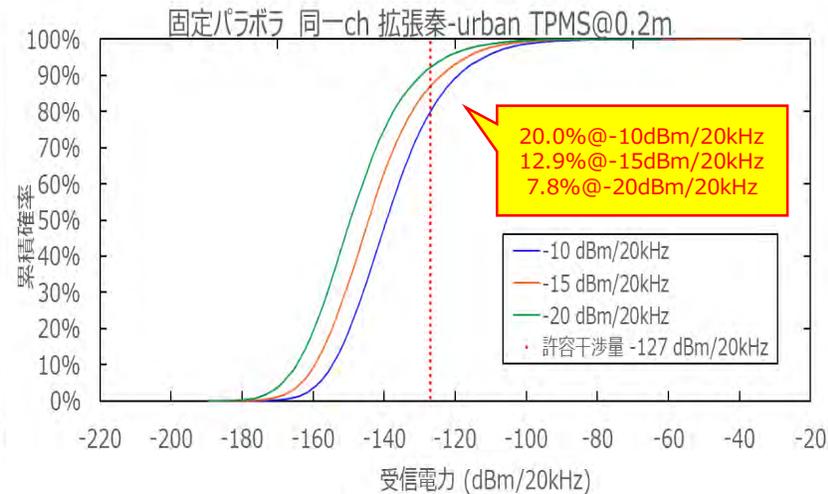
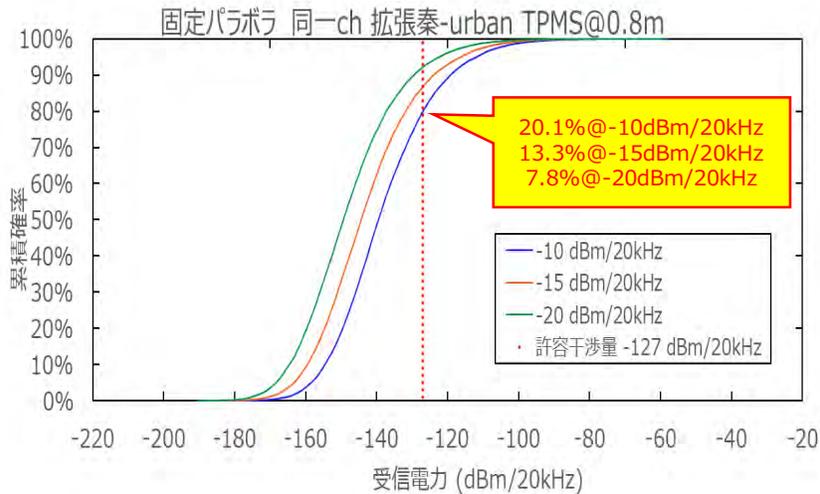
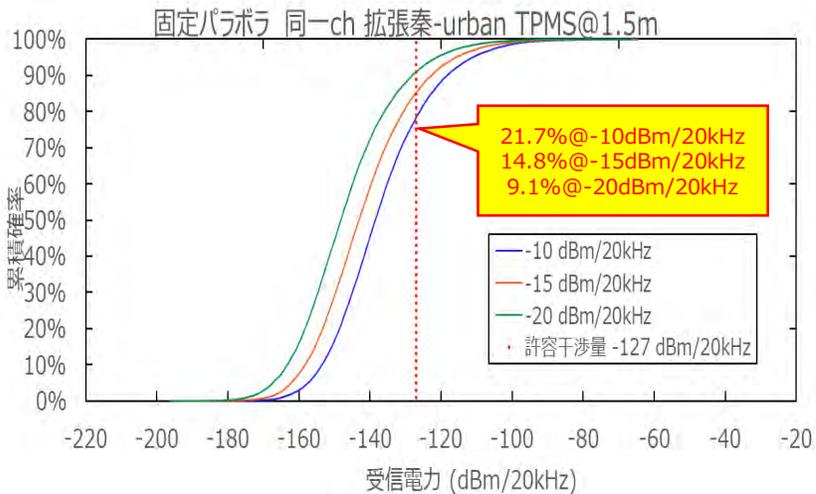
被干渉局			(1)アマチュア無線（パラボラ）		(2)アマチュア無線（八木）		(3)アマチュア無線（車載/ハンディ）		(4)アマチュア無線（リピータ）	
			普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2
与干渉局	TPMS@1.5m	-10dBm/20kHz	21.7%	17.9%	12.9%	9.6%	0.1%	0.1%	2.7%	2.1%
		-15dBm/20kHz	14.8%	12.0%	7.4%	5.3%	0.08%	0.08%	1.5%	1.2%
		-20dBm/20kHz	9.1%	7.2%	3.9%	2.9%	0.07%	0.03%	0.8%	0.5%
	TPMS@0.8m	-10dBm/20kHz	20.1%	16.4%	10.7%	8.6%	0.2%	0.1%	2.2%	1.8%
		-15dBm/20kHz	13.3%	10.9%	6.5%	4.7%	0.1%	0.07%	1.2%	0.9%
		-20dBm/20kHz	7.8%	6.8%	3.3%	2.5%	0.07%	0.05%	0.6%	0.5%
	TPMS@0.2m	-10dBm/20kHz	20.0%	16.5%	11.3%	8.6%	0.1%	0.1%	2.5%	1.8%
		-15dBm/20kHz	12.9%	10.3%	6.3%	4.9%	0.1%	0.06%	1.0%	1.0%
		-20dBm/20kHz	7.8%	6.5%	3.2%	2.2%	0.07%	0.04%	0.7%	0.5%

- 隣接周波数の場合

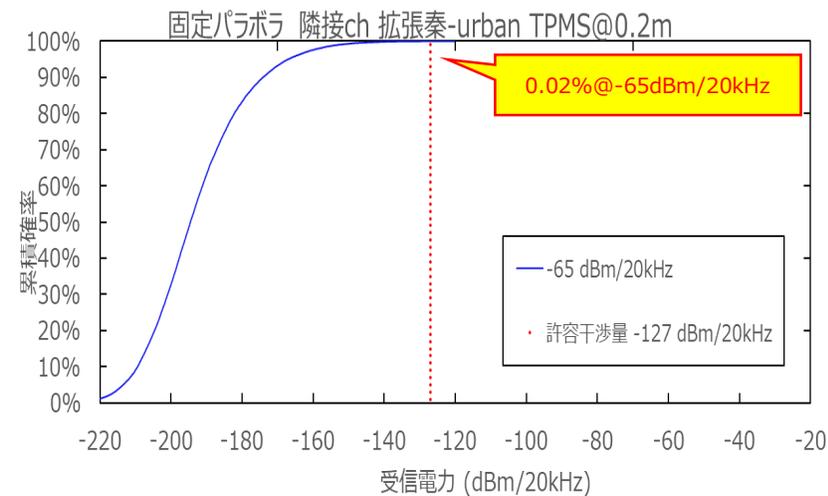
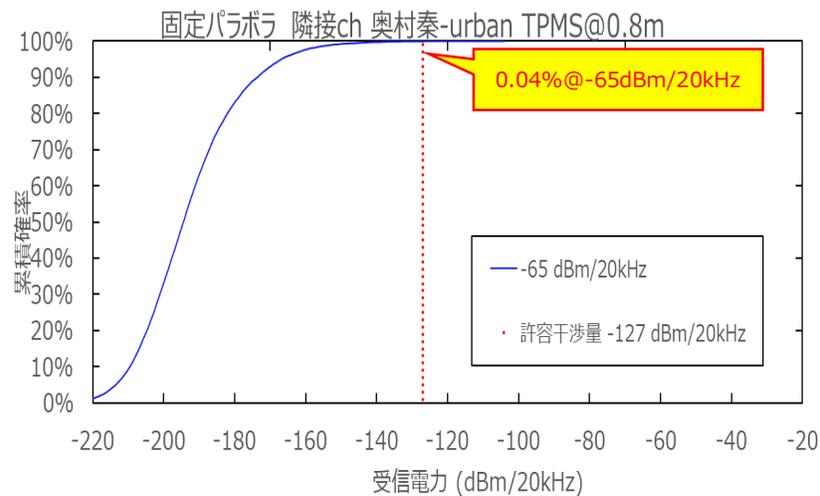
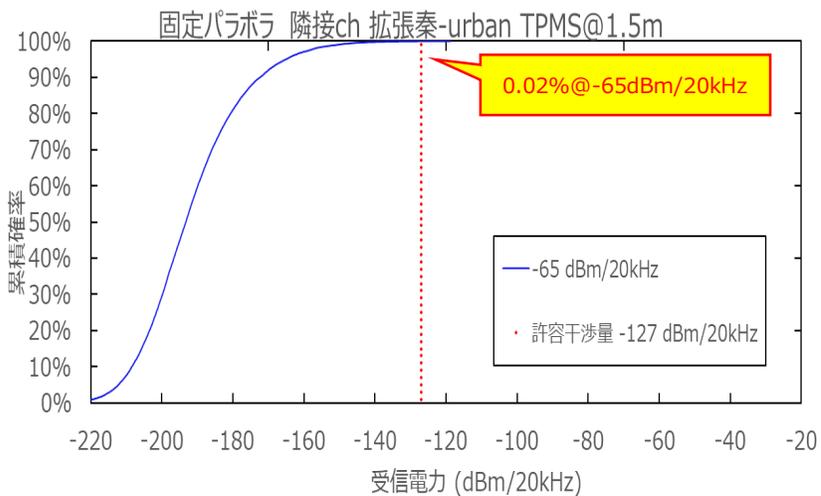
被干渉局			(1)アマチュア無線（パラボラ）		(2)アマチュア無線（八木）		(3)アマチュア無線（車載/ハンディ）		(4)アマチュア無線（リピータ）	
			普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2
与干渉局	TPMS@1.5m	-43dBm/20kHz	0.02%	0.05%	0.2%	0.2%	0.02%	0.02%	0.07%	0.05%
	TPMS@0.8m		0.04%	0.02%	0.2%	0.2%	0.03%	0.01%	0.05%	0.05%
	TPMS@0.2m		0.02%	0.03%	0.2%	0.1%	0.01%	0.01%	0.09%	0.04%

5-3. (1)シミュレーション結果（普及予測パターン1）TPMS ⇒ アマチュア無線（固定運用 パラボラ）@東京

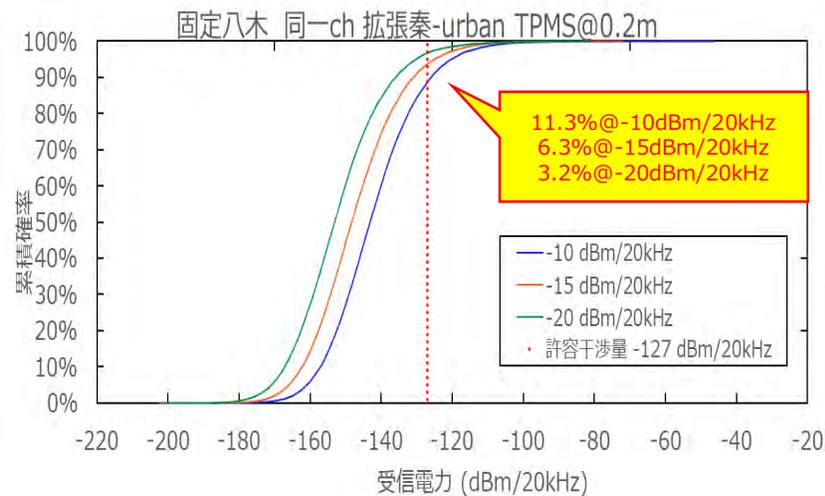
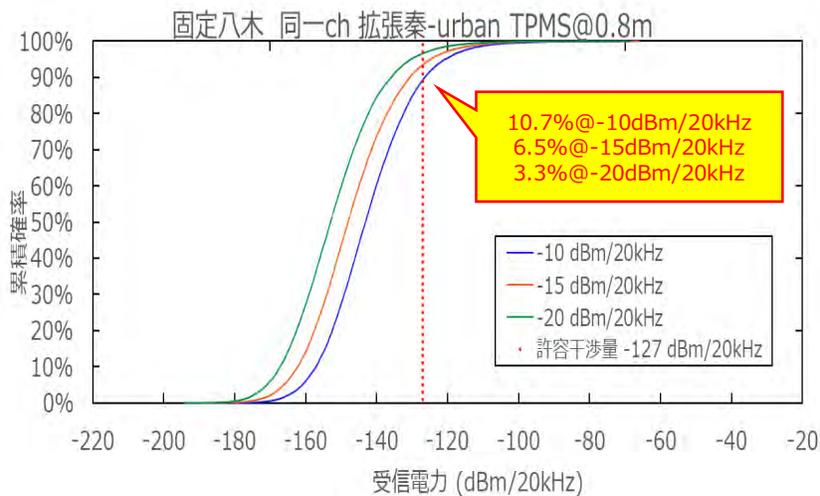
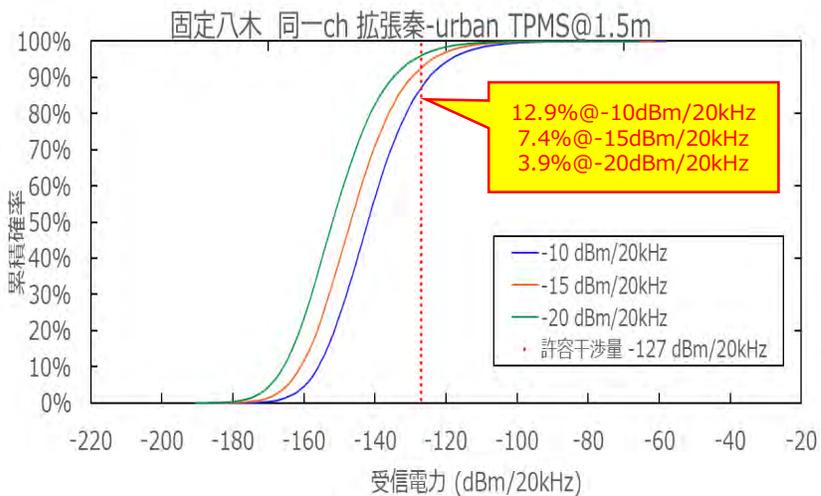
■ 同一周波数の場合



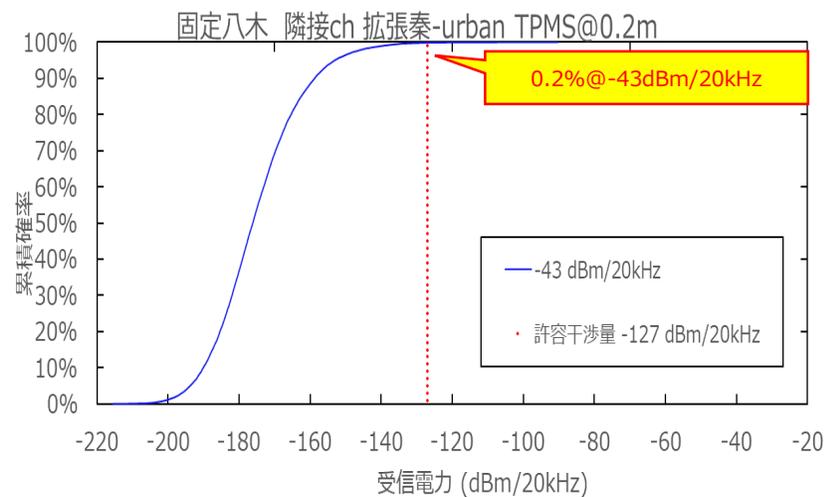
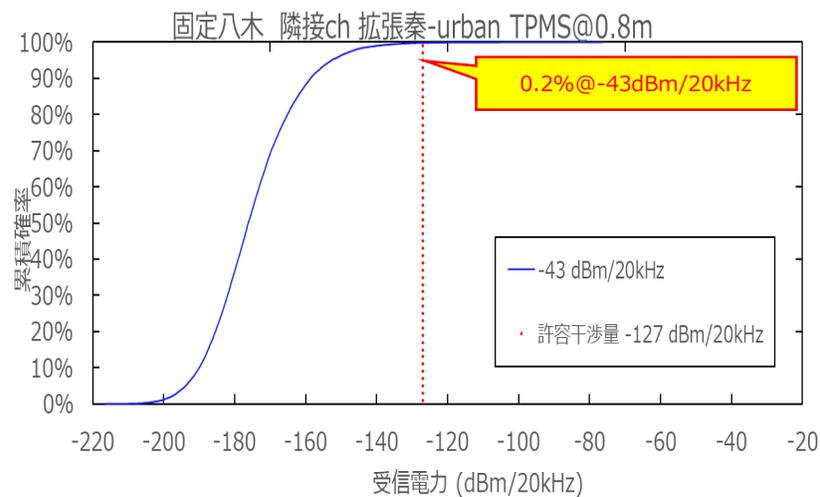
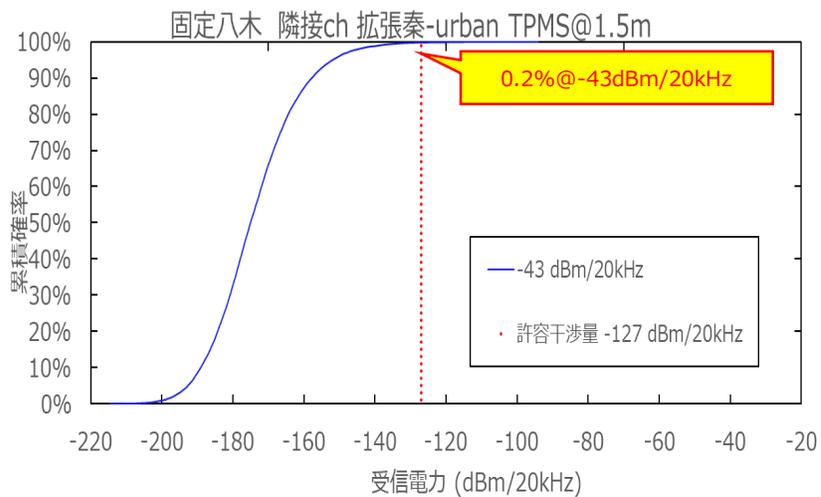
■ 隣接周波数の場合



■ 同一周波数の場合

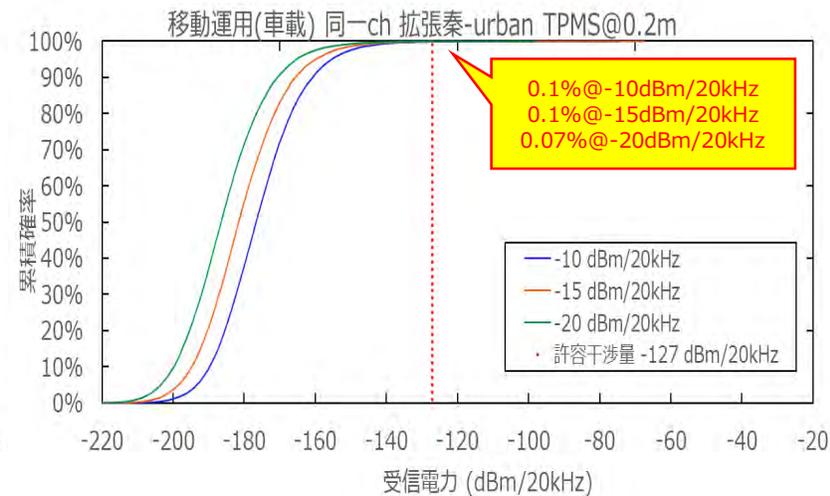
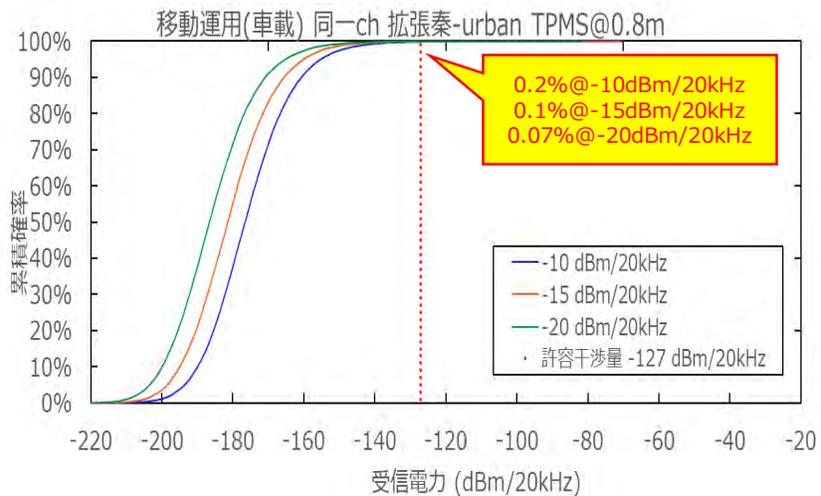
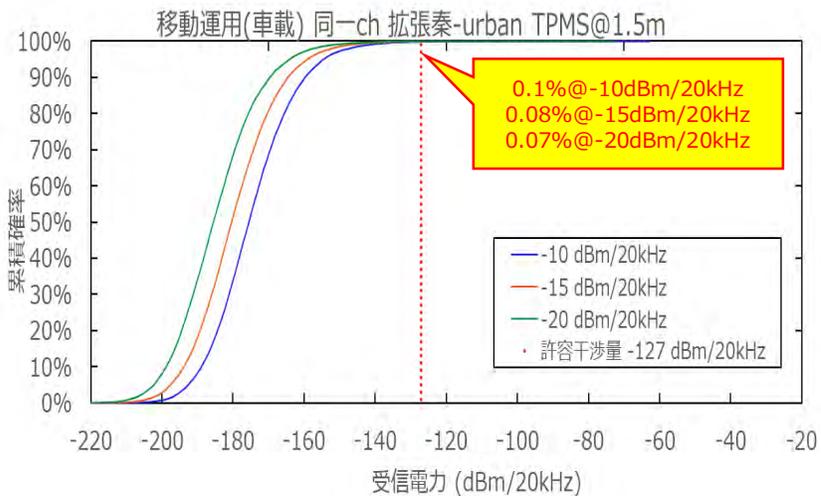


■ 隣接周波数の場合

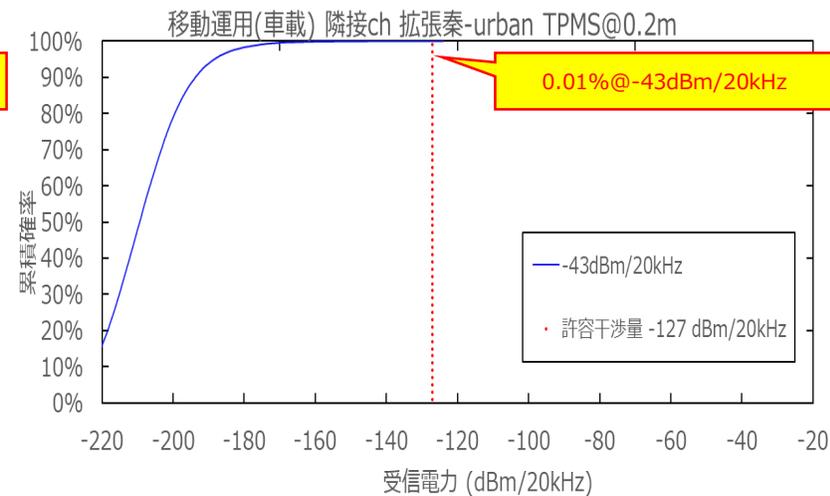
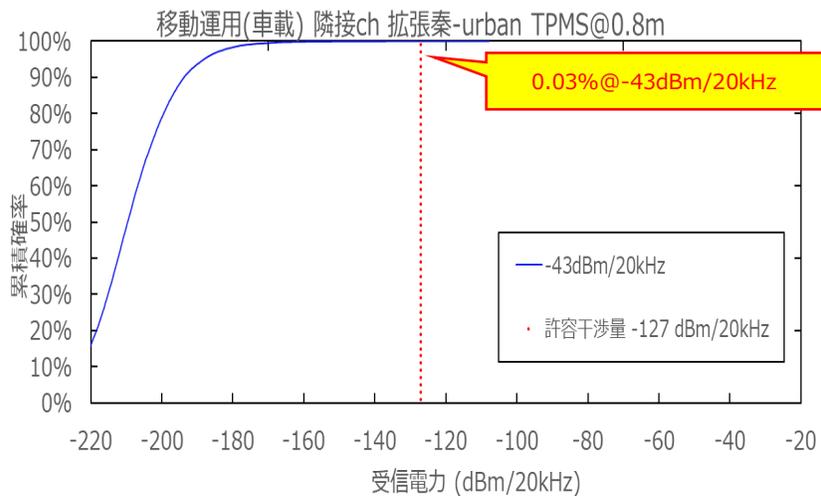
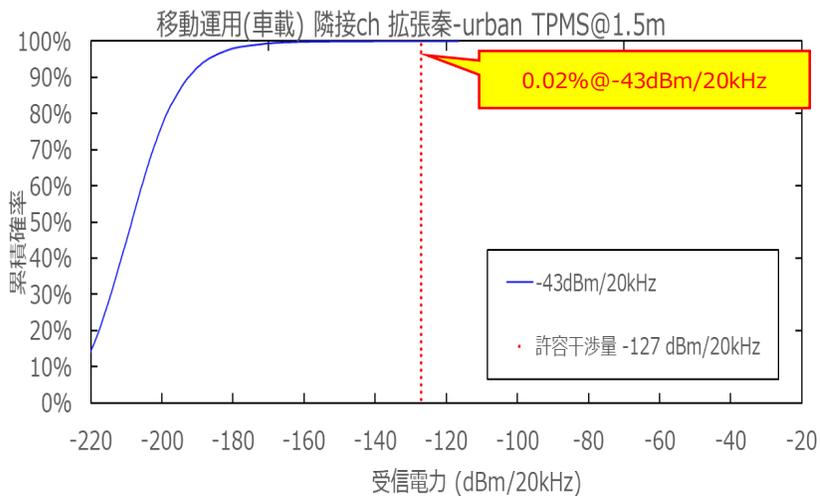


5-3. (3)シミュレーション結果 (普及予測パターン1) TPMS ⇒アマチュア無線 (移動運用 車載/ハンディ) @東京

■ 同一周波数の場合

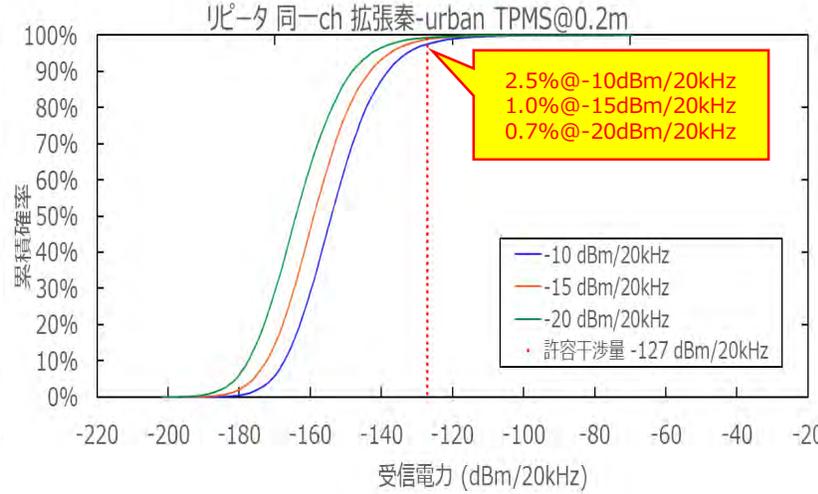
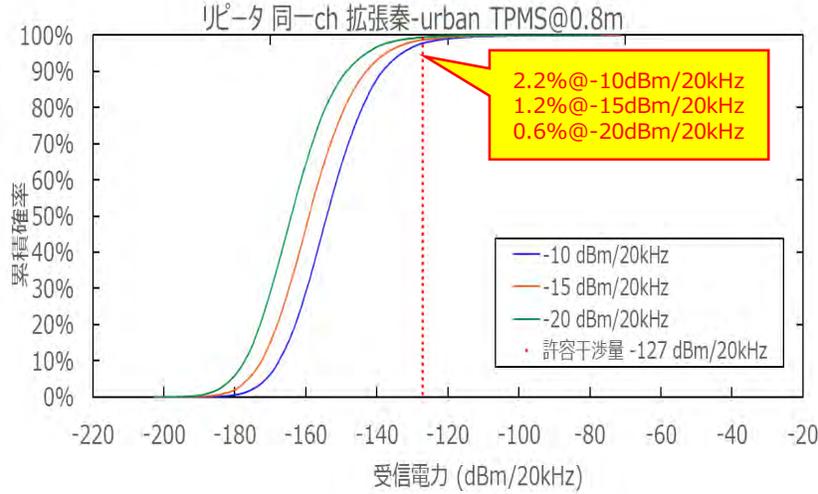
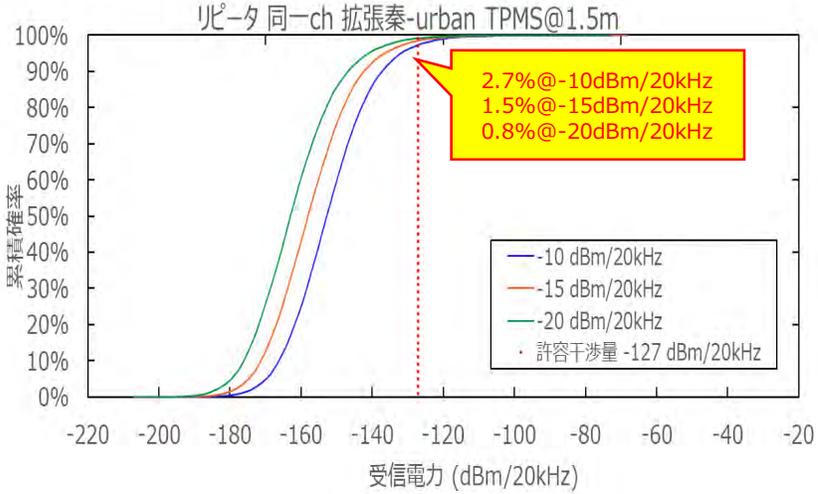


■ 隣接周波数の場合

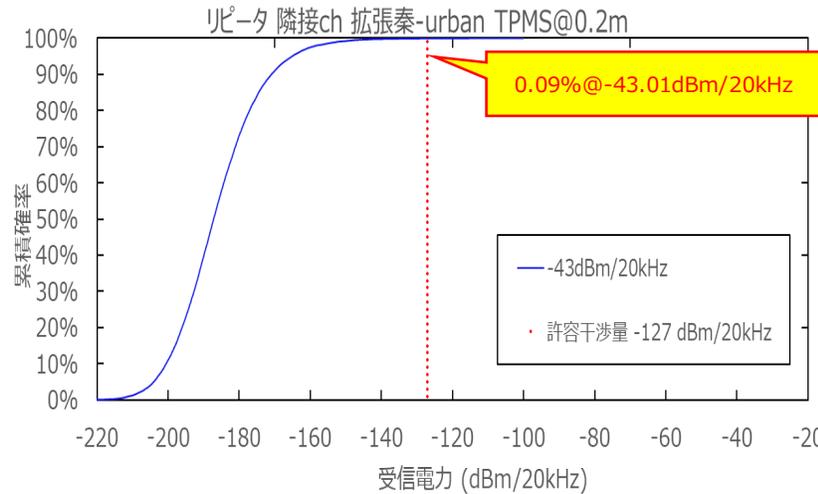
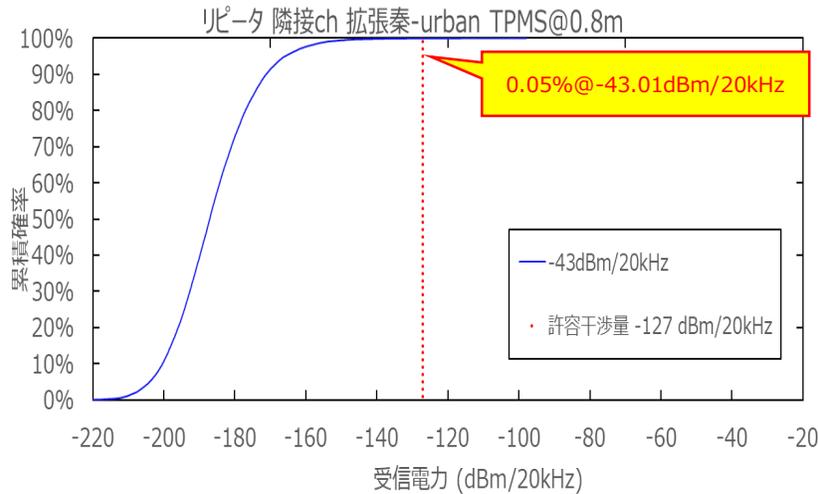
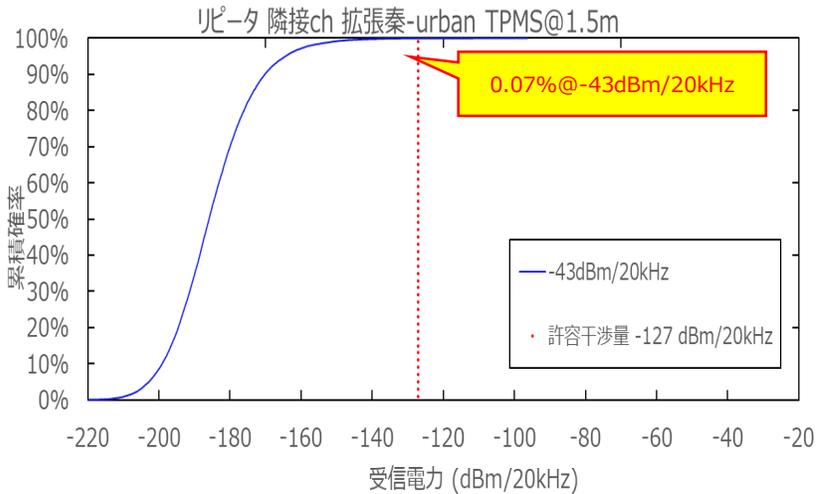


5-3. (4)シミュレーション結果（普及予測パターン1）TPMS ⇒アマチュア無線（リピータ ホイップ） @東京

■ 同一周波数の場合

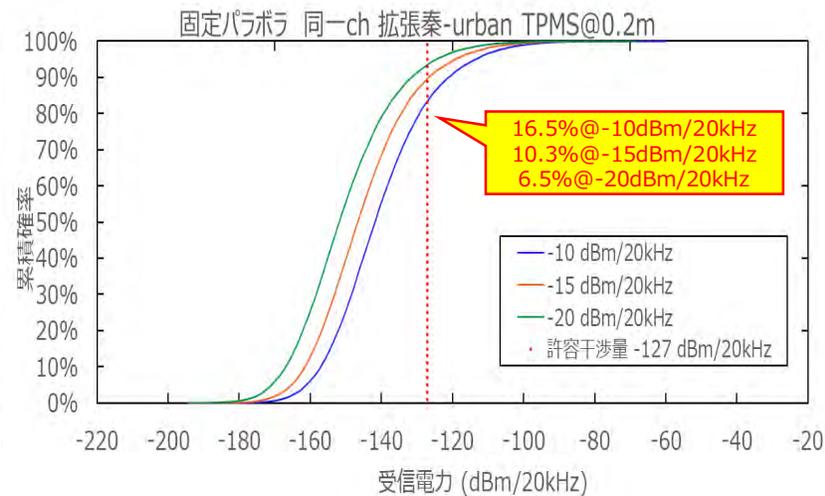
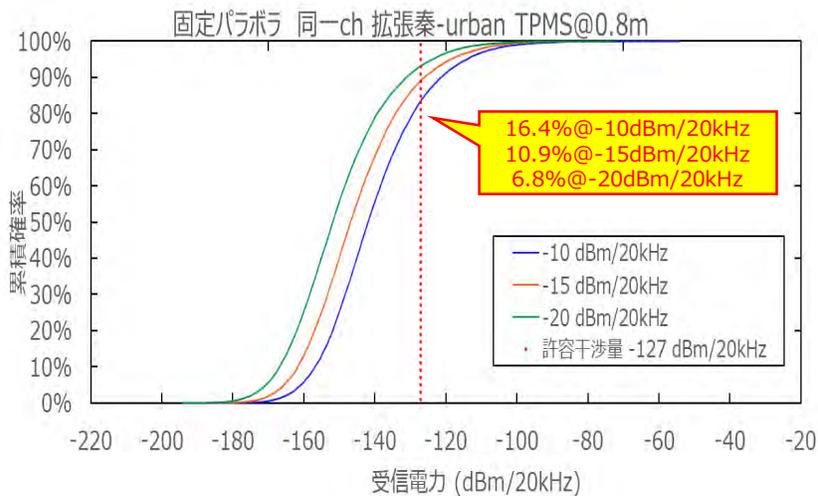
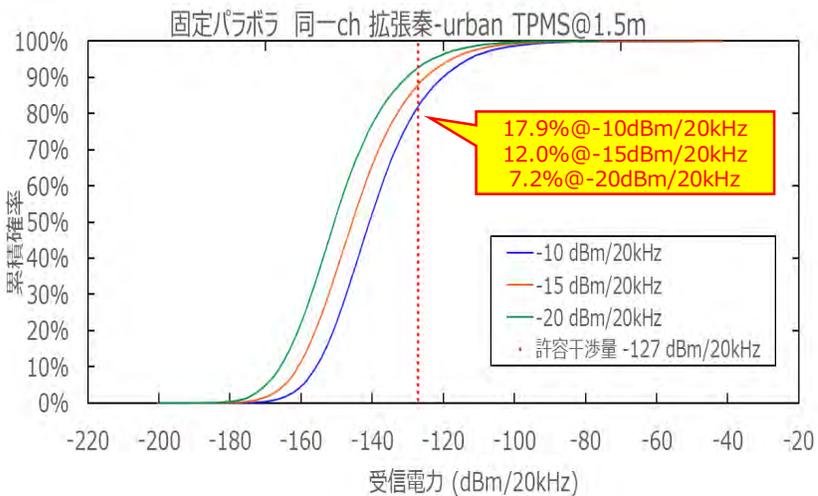


■ 隣接周波数の場合

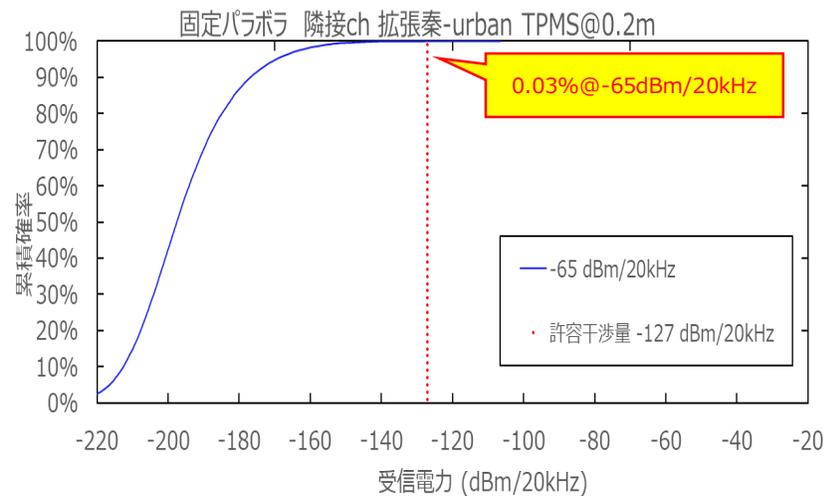
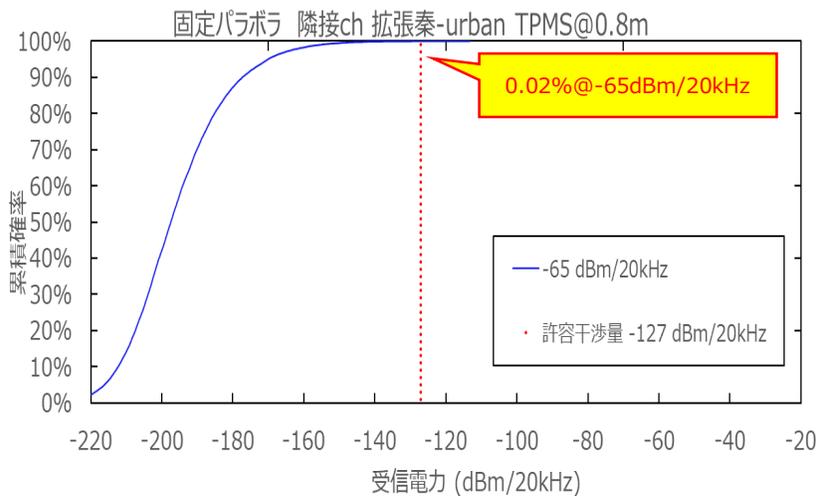
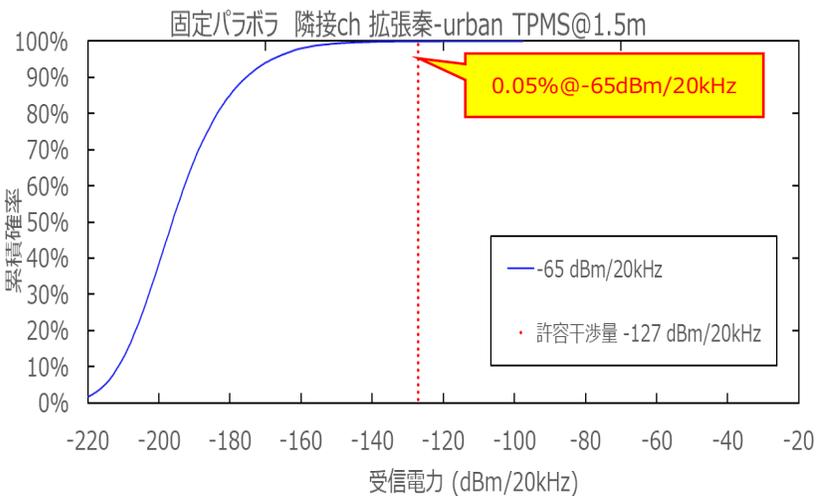


5-4. (1)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) TPMS ⇒ アマチュア無線 (固定運用 パラボラ) @東京

■ 同一周波数の場合

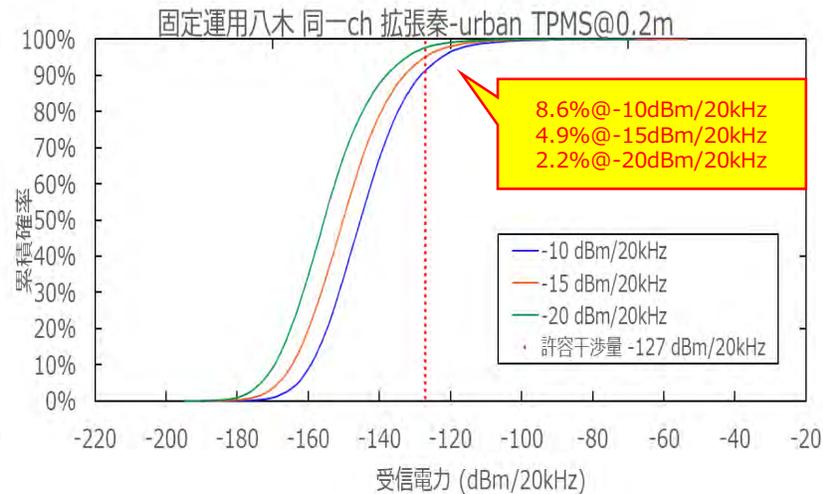
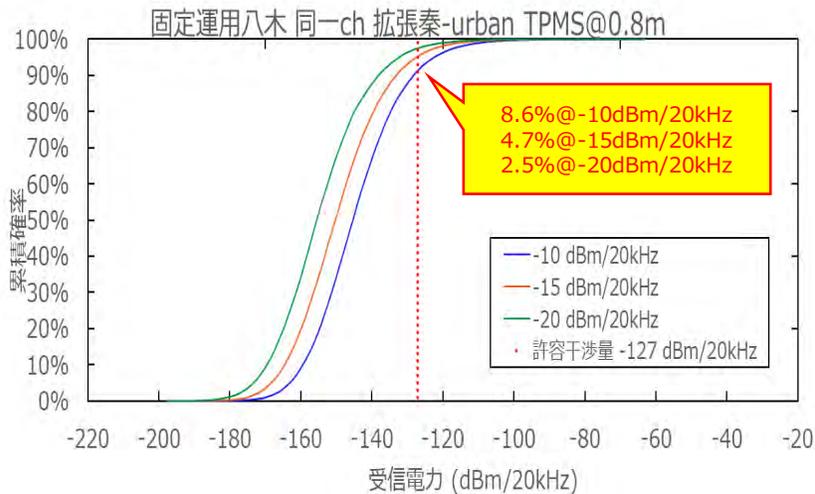
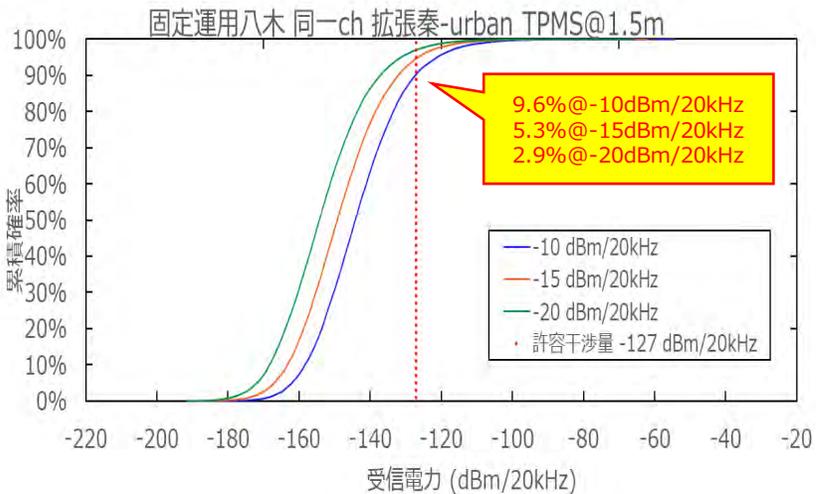


■ 隣接周波数の場合

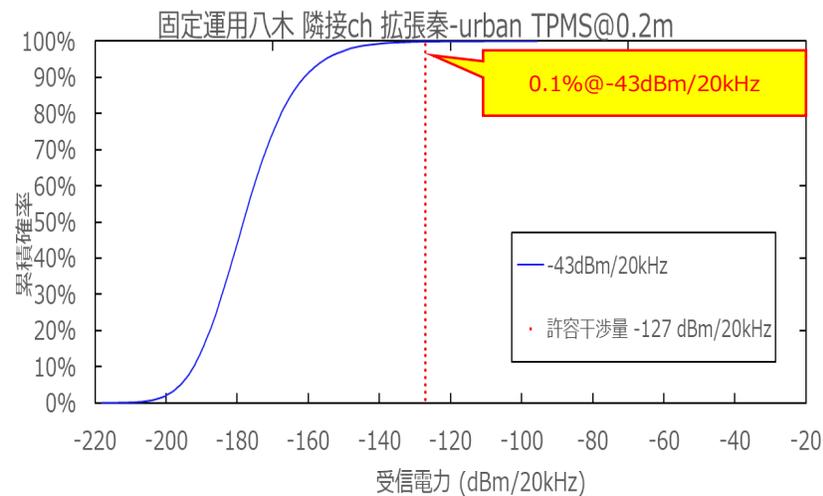
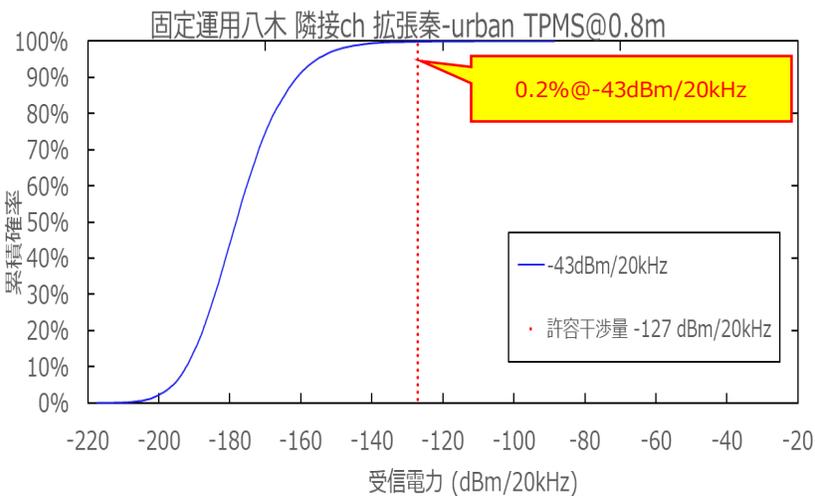
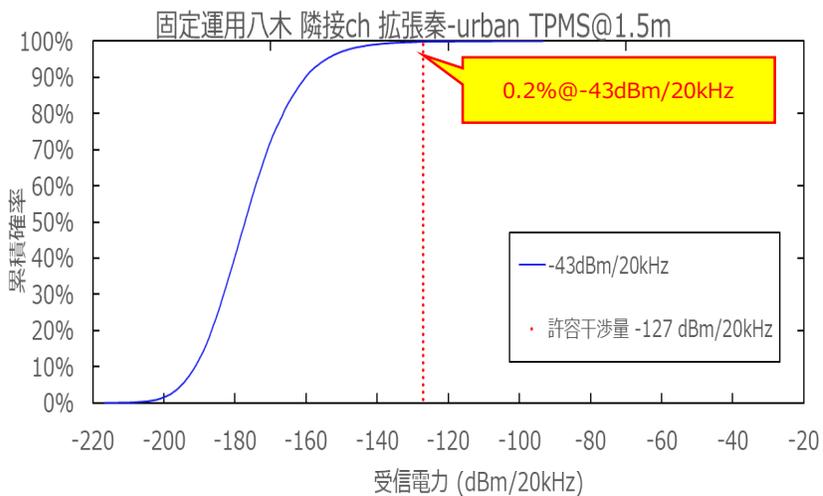


5-4. (2)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) TPMS ⇒アマチュア無線 (固定運用 八木) @東京

■ 同一周波数の場合

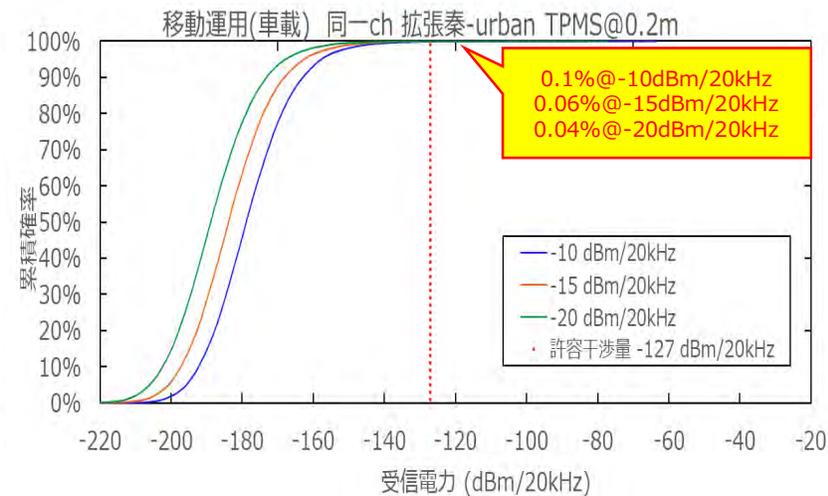
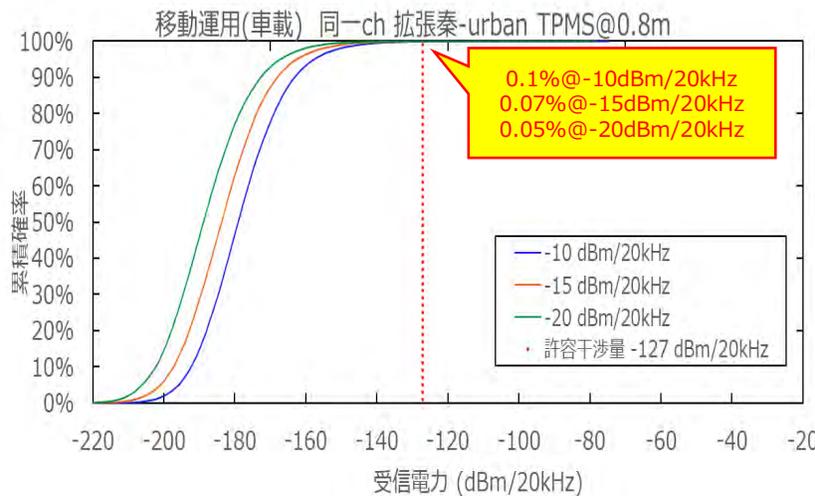
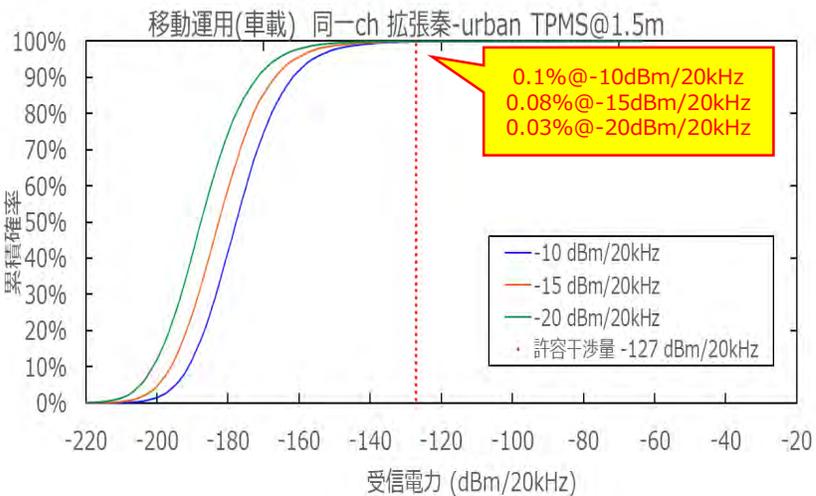


■ 隣接周波数の場合

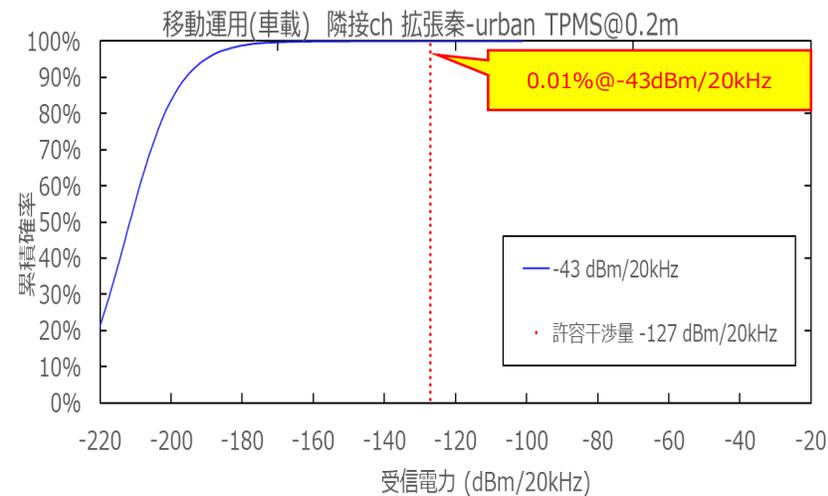
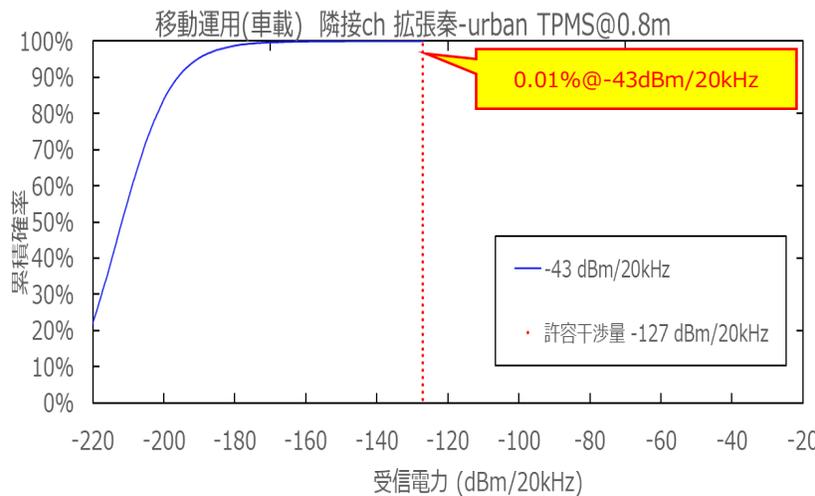
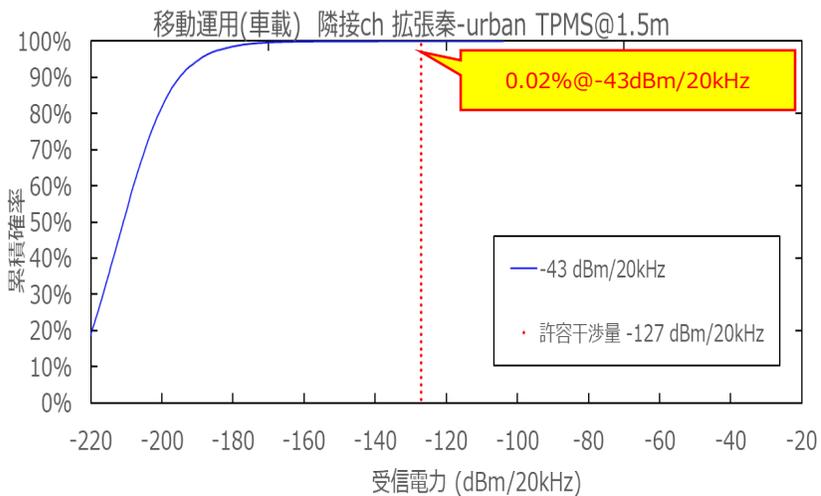


5-4. (3)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) TPMS ⇒アマチュア無線 (移動運用 車載/ハンディ) @東京

■ 同一周波数の場合

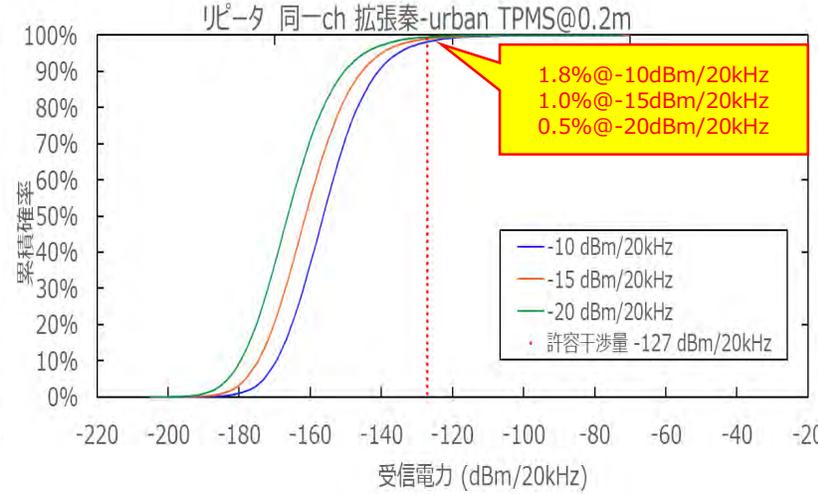
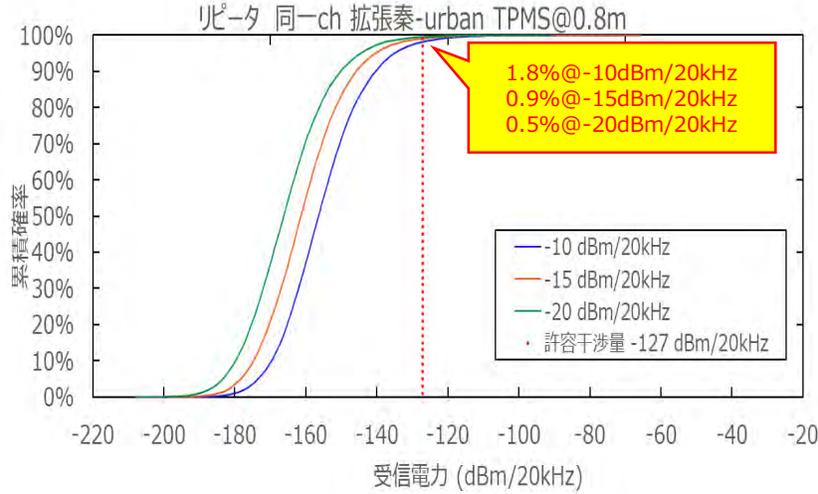
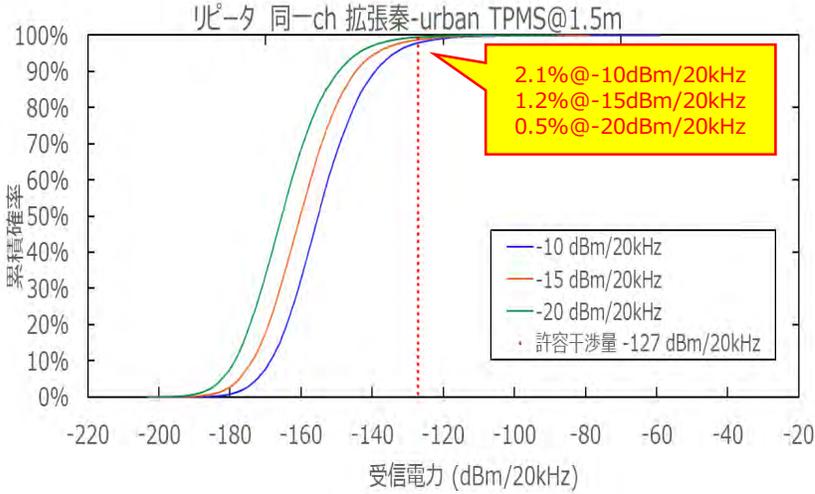


■ 隣接周波数の場合

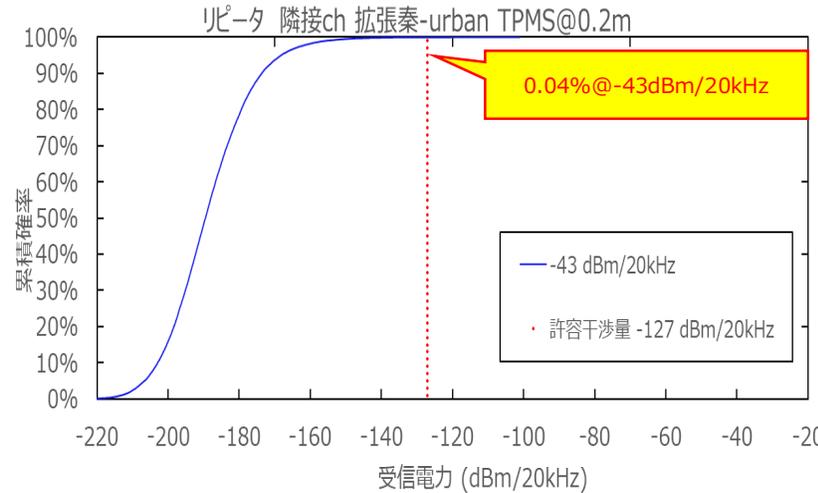
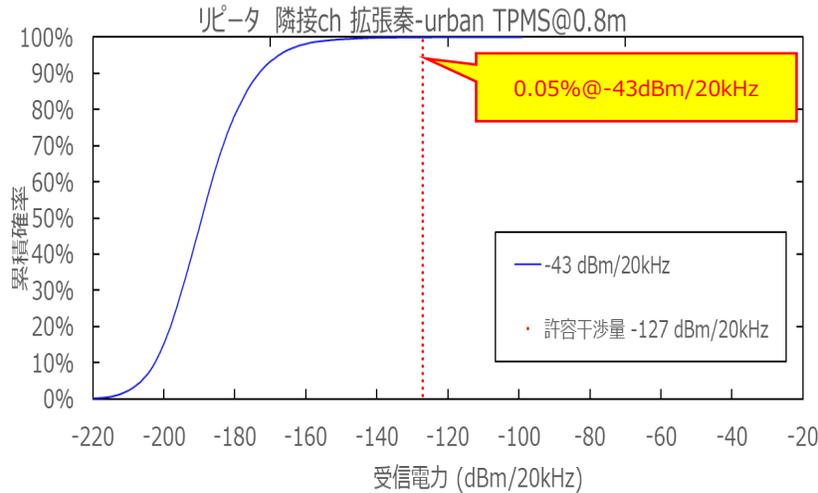
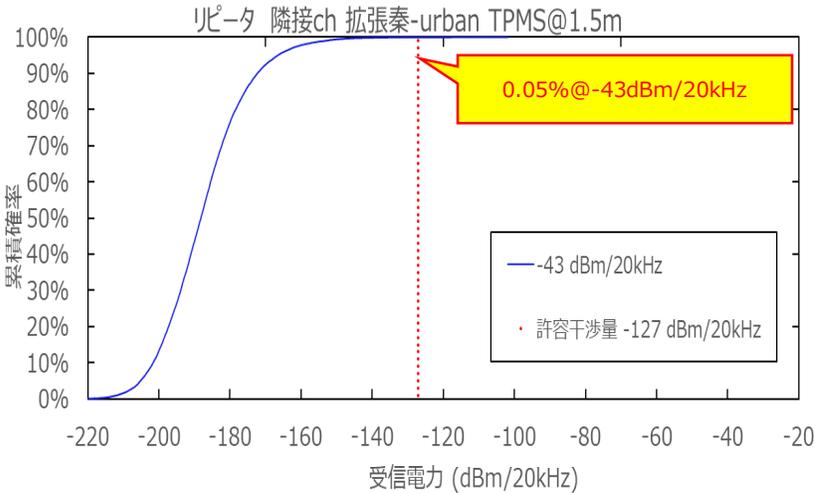


5-4. (4)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) TPMS ⇒アマチュア無線 (リピータ ホイップ) @東京

■ 同一周波数の場合



■ 隣接周波数の場合



5-5/5-6. シミュレーション結果 RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線

- モンテカルロシミュレーションの結果、与干渉局（RKE&TPMS）からの干渉電力が、アマチュア無線局の干渉閾値を超える確率は以下の通り。
- 同一周波数の場合

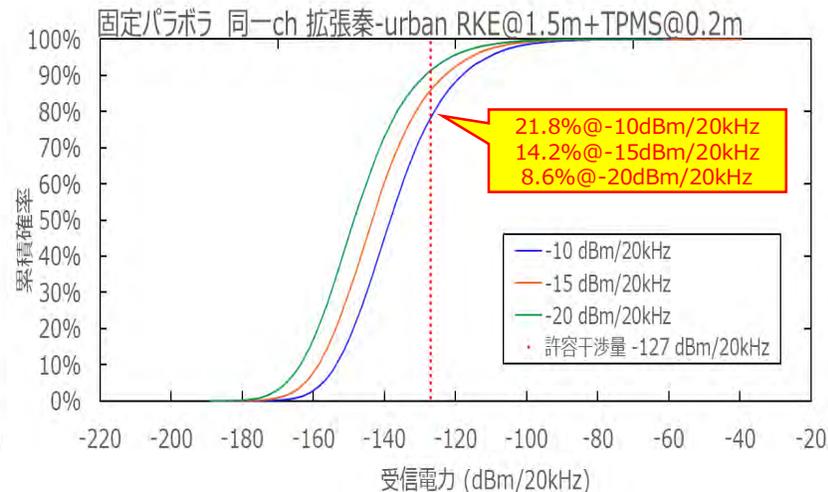
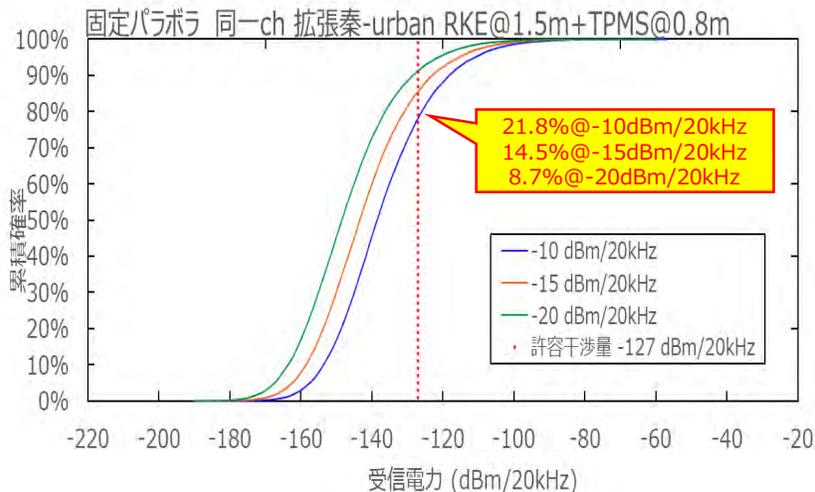
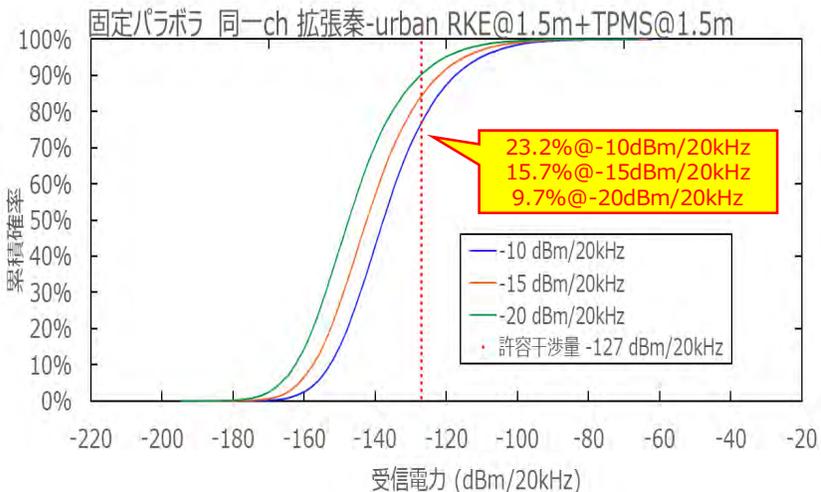
被干渉局			(1)アマチュア無線（パラボラ）		(2)アマチュア無線（八木）		(3)アマチュア無線（車載/ハンディ）		(4)アマチュア無線（リピータ）	
			普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2
与干渉局	RKE@1.5m & TPMS@1.5m	-10dBm/20kHz	23.2%	18.6%	14.0%	10.2%	0.2%	0.1%	2.9%	2.2%
		-15dBm/20kHz	15.7%	12.4%	8.1%	5.6%	0.09%	0.08%	1.6%	1.2%
		-20dBm/20kHz	9.7%	7.6%	4.3%	3.1%	0.07%	0.03%	0.9%	0.6%
	RKE@1.5m & TPMS@0.8m	-10dBm/20kHz	21.8%	17.3%	12.1%	9.2%	0.2%	0.1%	2.5%	1.9%
		-15dBm/20kHz	14.5%	11.4%	7.2%	5.1%	0.1%	0.07%	1.4%	1.0%
		-20dBm/20kHz	8.7%	7.1%	3.8%	2.6%	0.07%	0.05%	0.6%	0.5%
	RKE@1.5m & TPMS@0.2m	-10dBm/20kHz	21.8%	17.3%	12.7%	9.1%	0.2%	0.1%	2.7%	1.9%
		-15dBm/20kHz	14.2%	11.0%	7.0%	5.2%	0.1%	0.06%	1.3%	1.0%
		-20dBm/20kHz	8.6%	6.9%	3.6%	2.5%	0.07%	0.03%	0.7%	0.6%

- 隣接周波数の場合

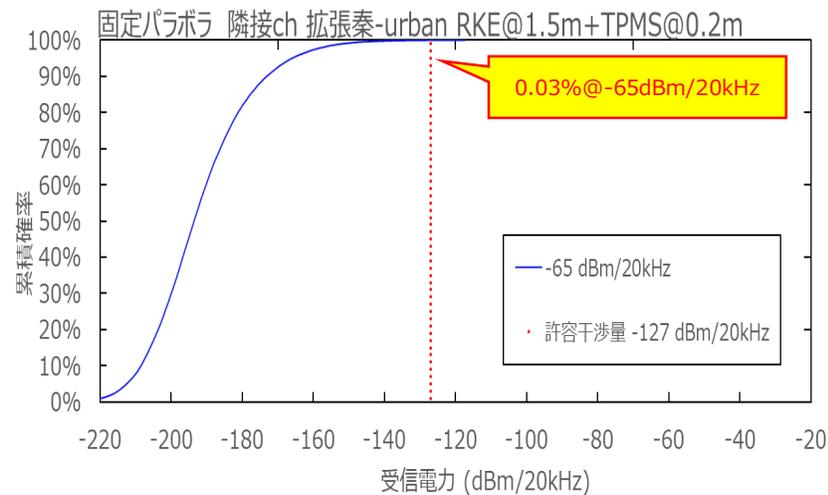
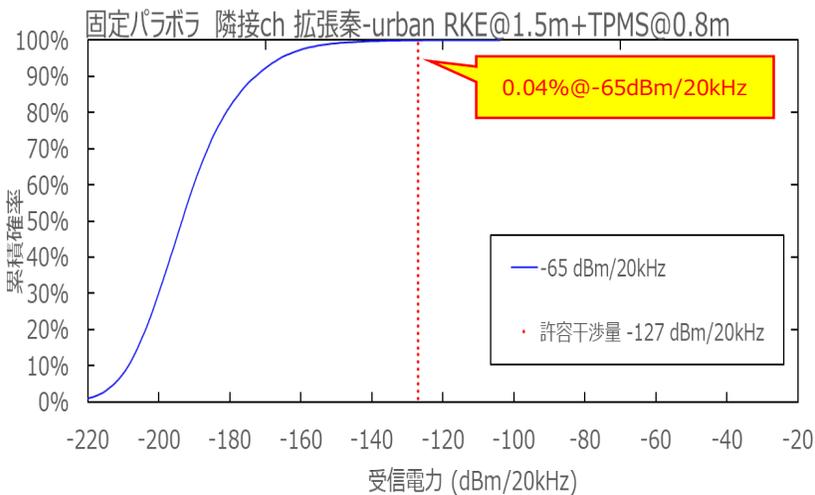
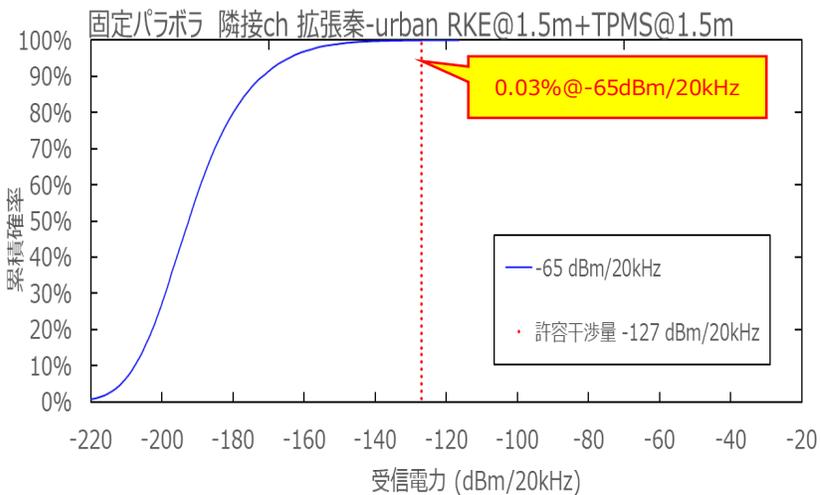
被干渉局			(1)アマチュア無線（パラボラ）		(2)アマチュア無線（八木）		(3)アマチュア無線（車載/ハンディ）		(4)アマチュア無線（リピータ）	
			普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2
与干渉局	RKE@1.5m & TPMS@1.5m	-65dBm/20kHz (パラボラ)	0.03%	0.05%	0.2%	0.2%	0.02%	0.01%	0.08%	0.05%
	RKE@1.5m & TPMS@0.8m		0.04%	0.02%	0.2%	0.2%	0.02%	0.005%	0.07%	0.05%
	RKE@1.5m & TPMS@0.2m		0.03%	0.03%	0.2%	0.2%	0.005%	0.005%	0.09%	0.05%

5-5. (1)シミュレーション結果 (普及予測パターン1) RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線 (固定運用 パラボラ) @東京

■ 同一周波数の場合

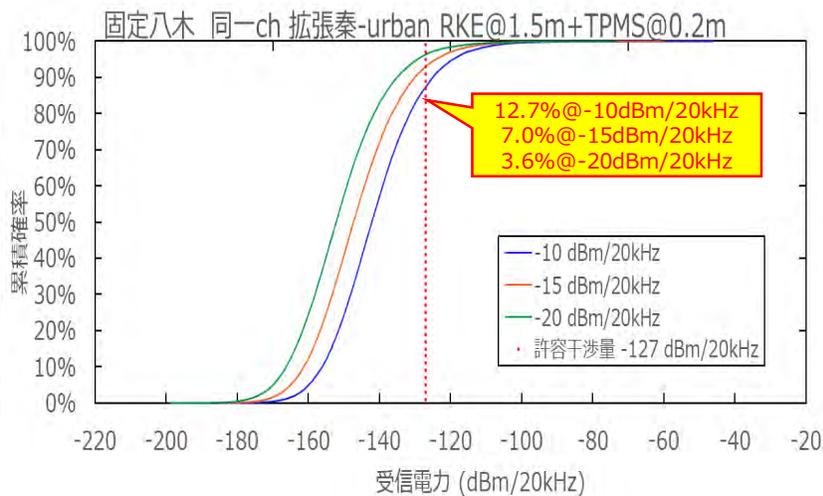
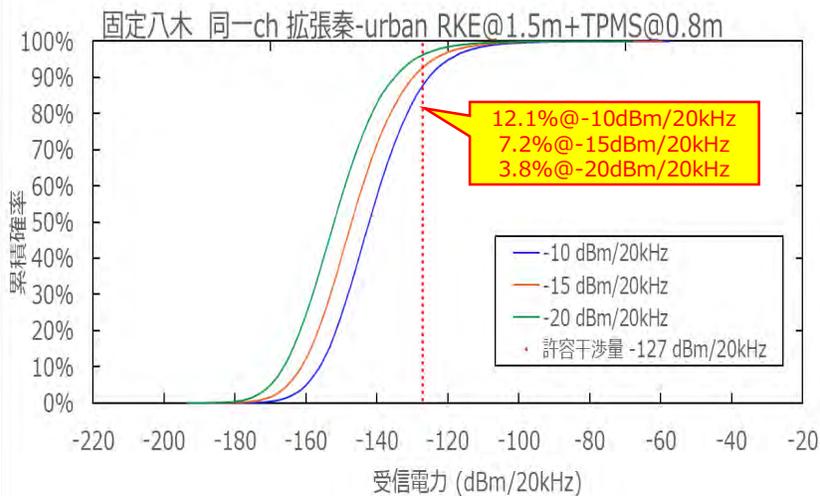
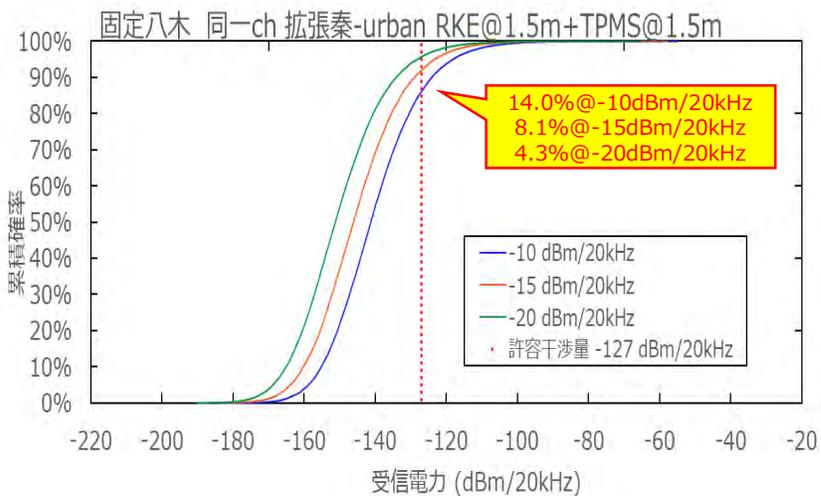


■ 隣接周波数の場合

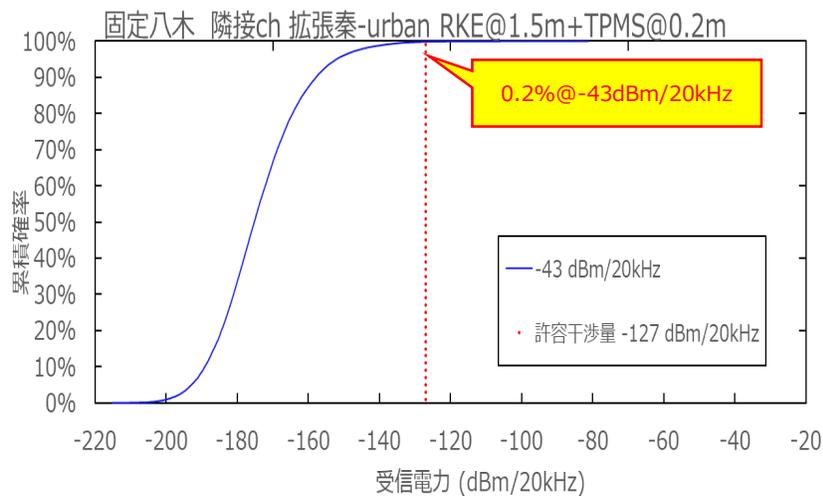
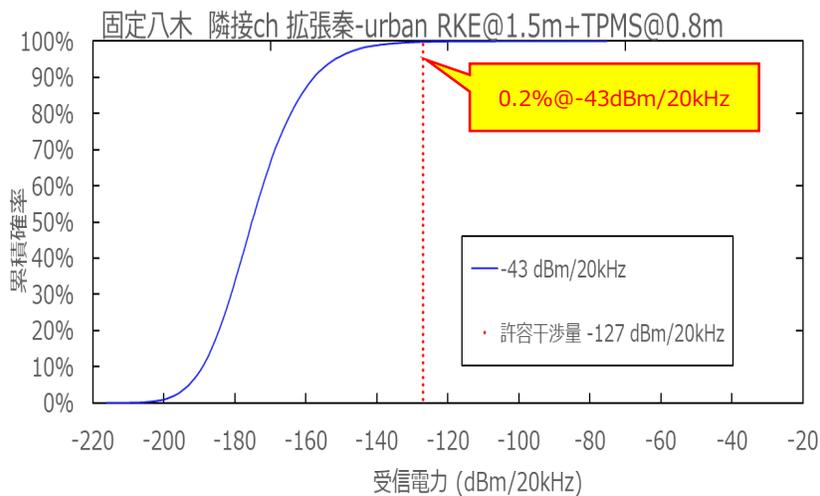
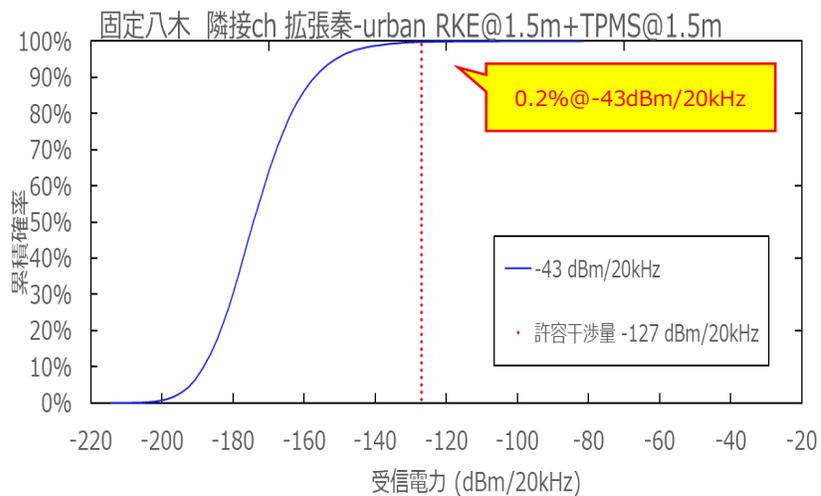


5-5. (2)シミュレーション結果 (普及予測パターン1) RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線 (固定運用 八木) @東京

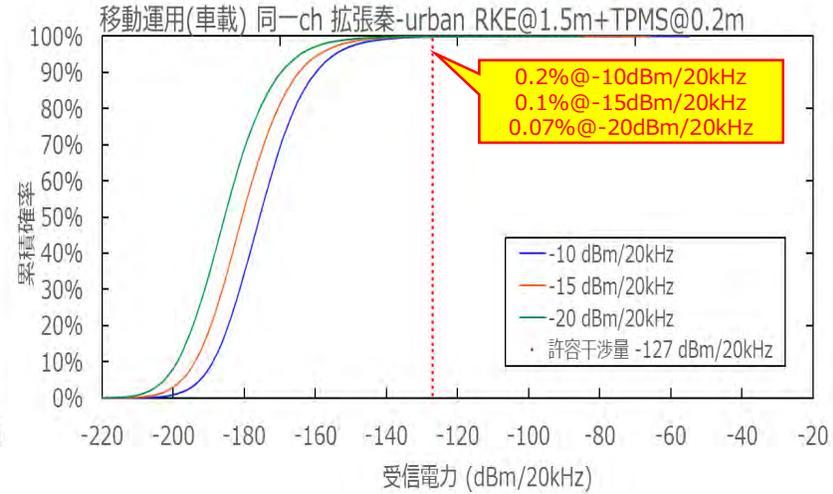
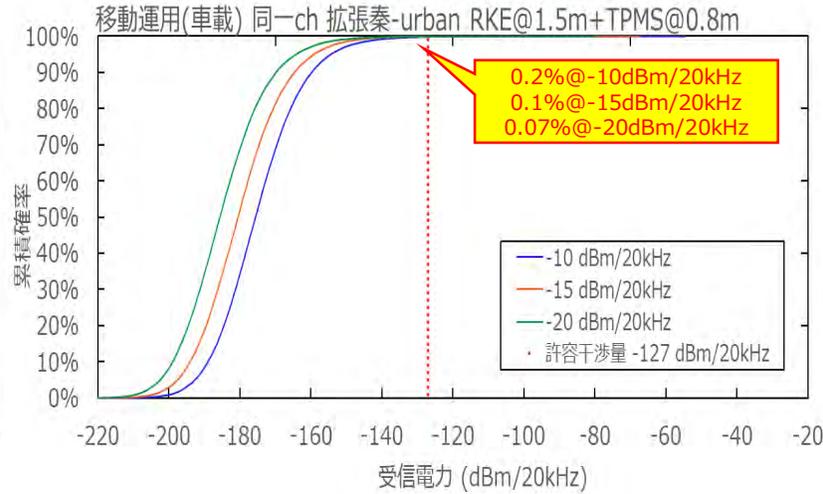
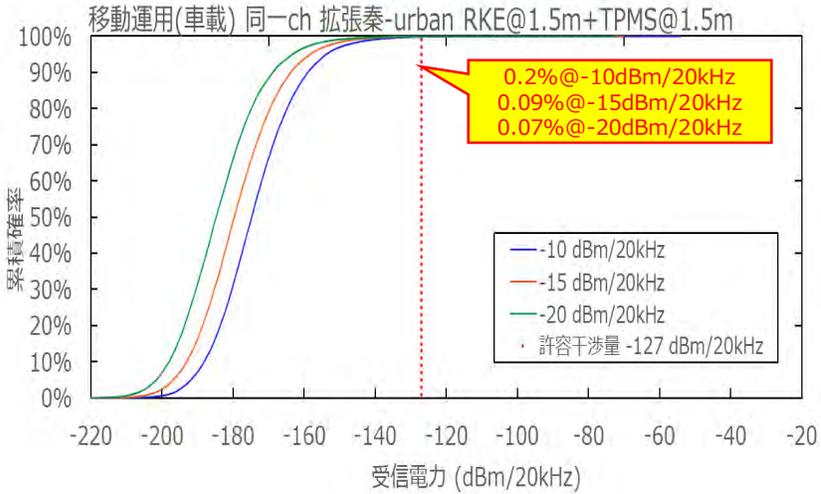
■ 同一周波数の場合



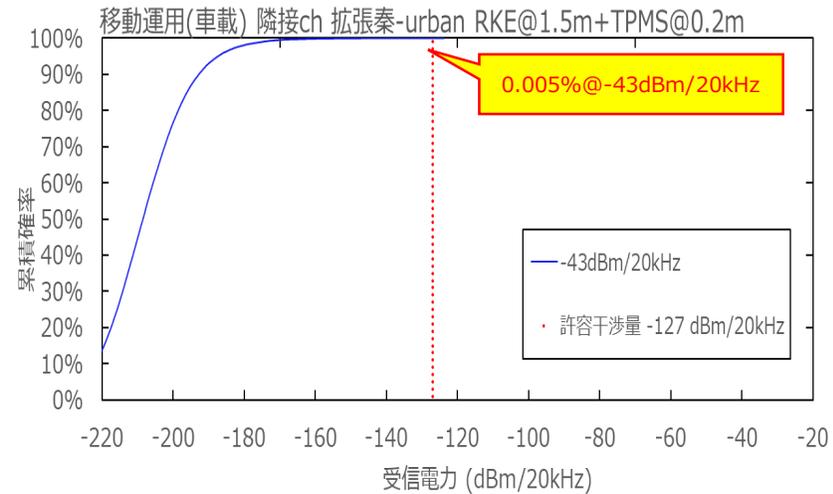
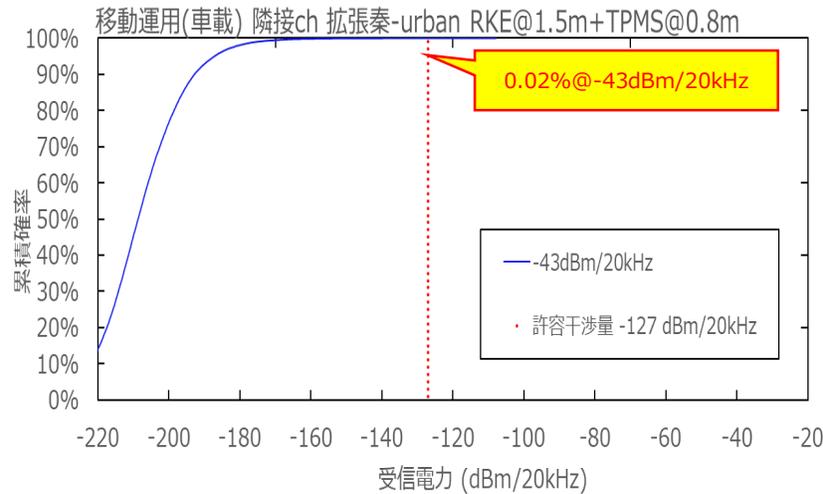
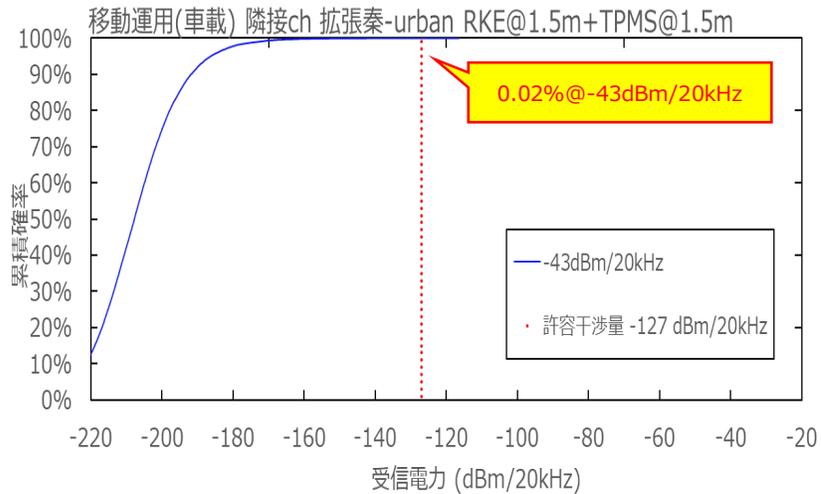
■ 隣接周波数の場合



■ 同一周波数の場合

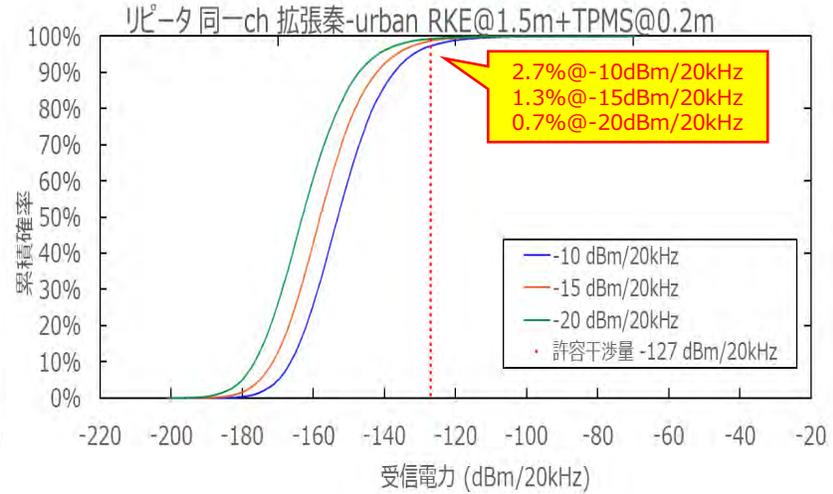
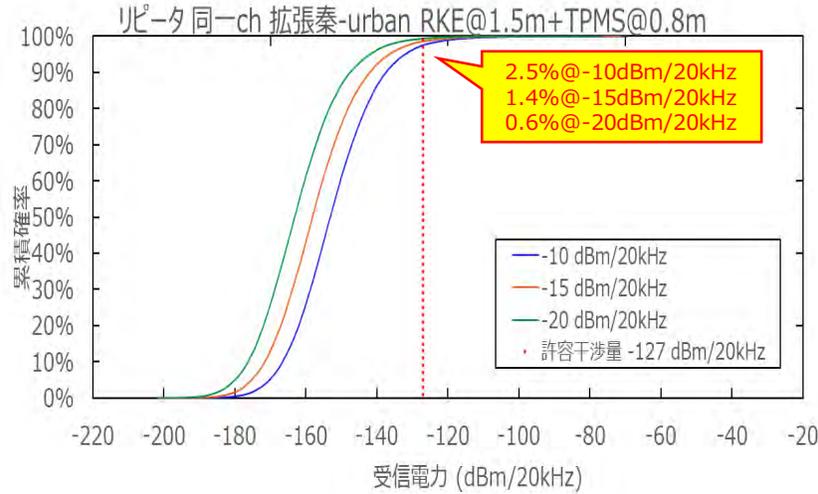
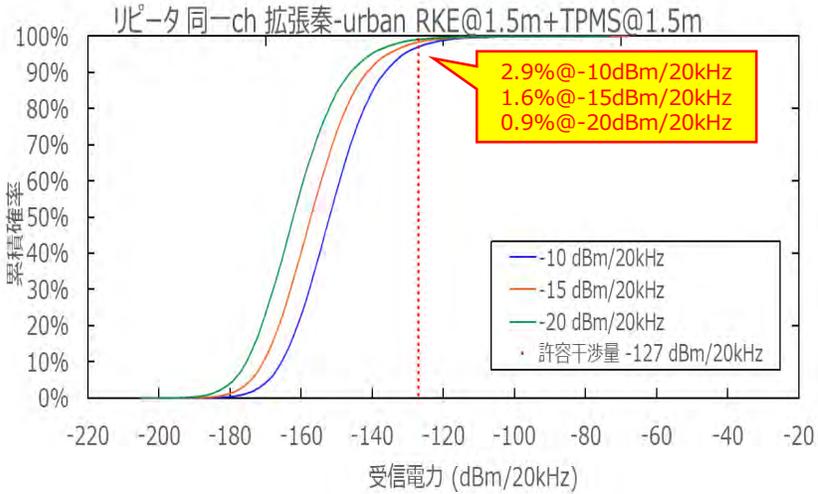


■ 隣接周波数の場合

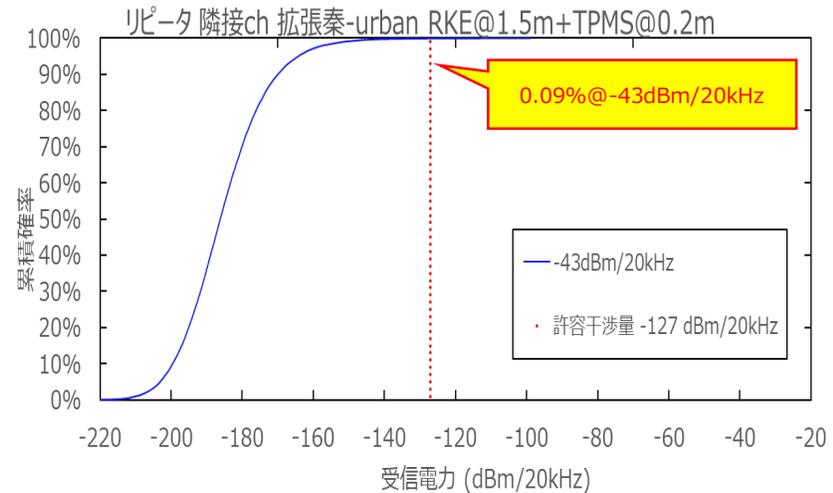
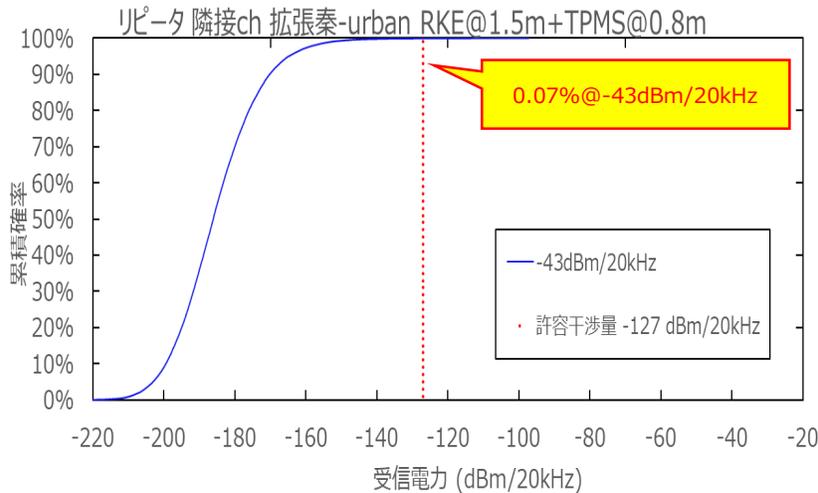
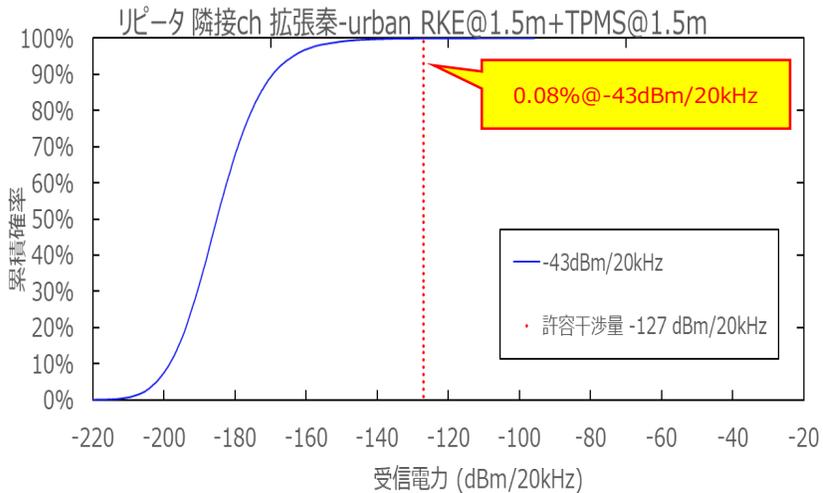


5-5. (4)シミュレーション結果 (普及予測パターン1) RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線 (リピータ ホイップ) @東京

■ 同一周波数の場合

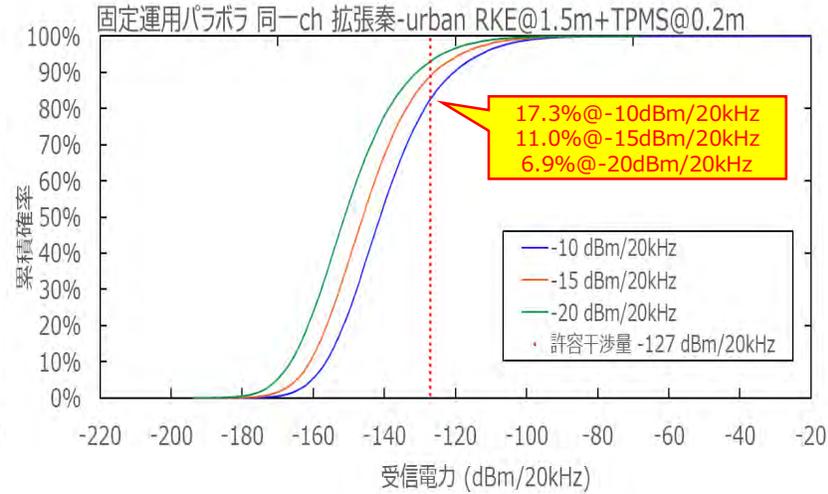
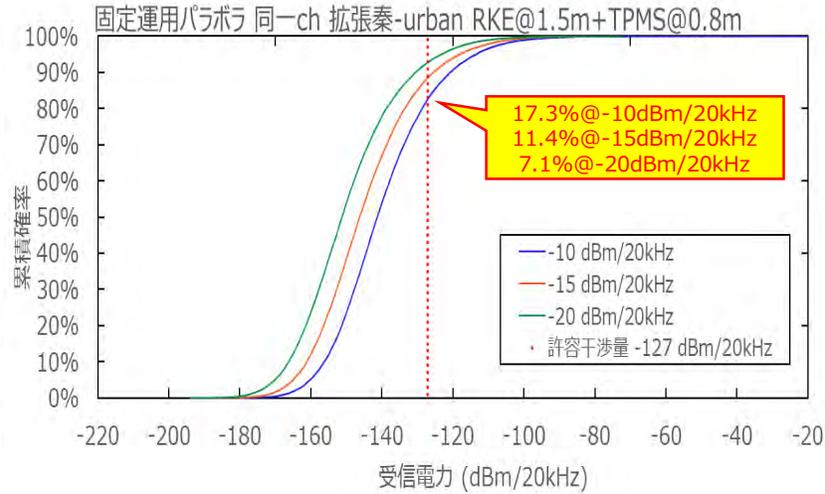
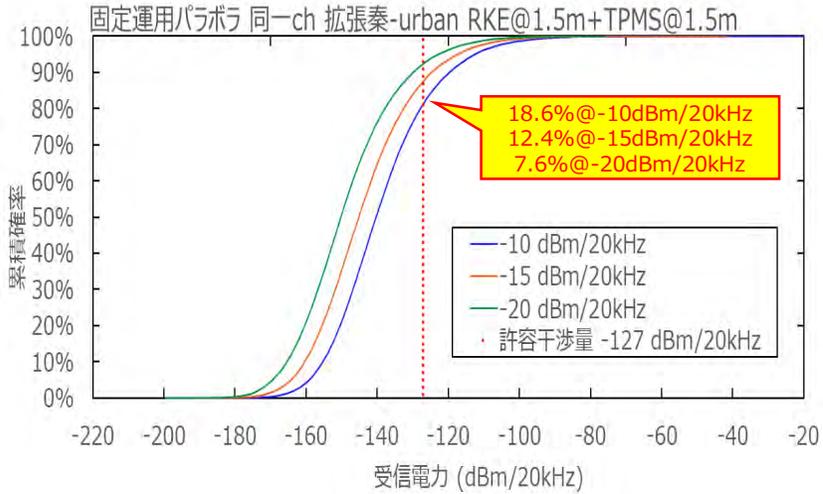


■ 隣接周波数の場合

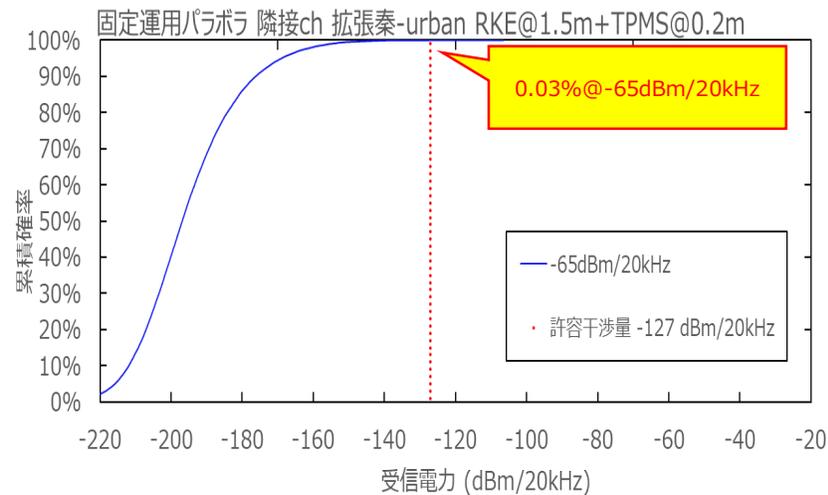
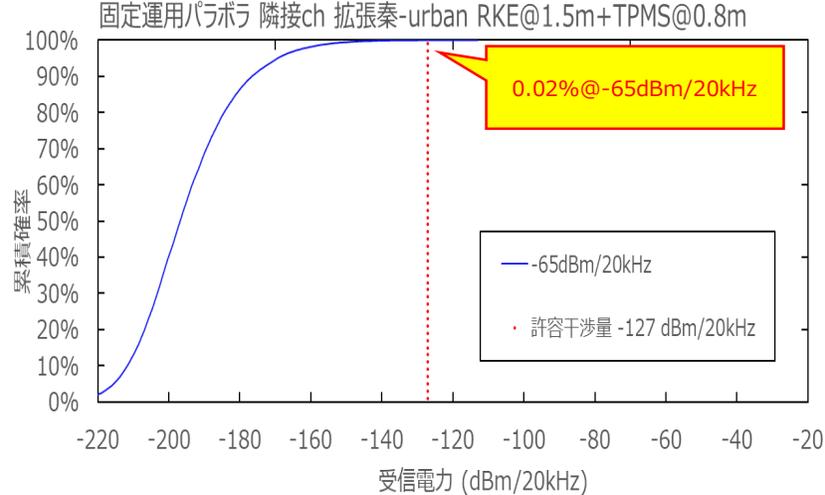
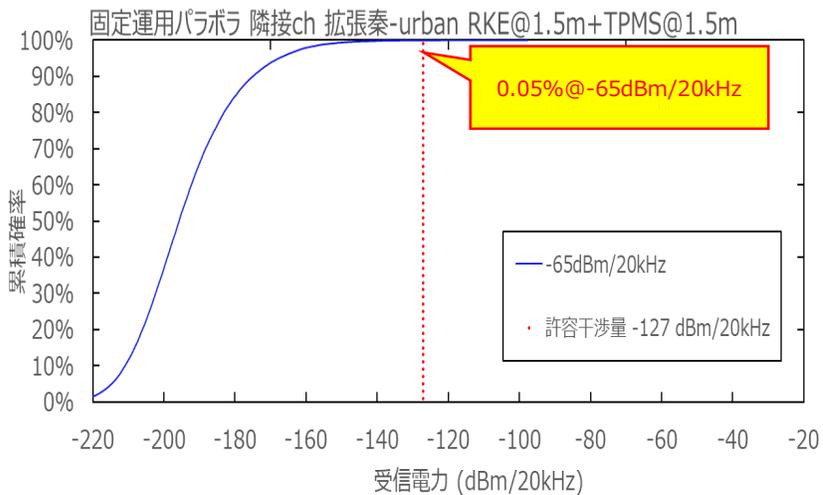


5-6. (1)シミュレーション結果（普及予測パターン2）RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線（固定運用 パラボラ）@東京

■ 同一周波数の場合

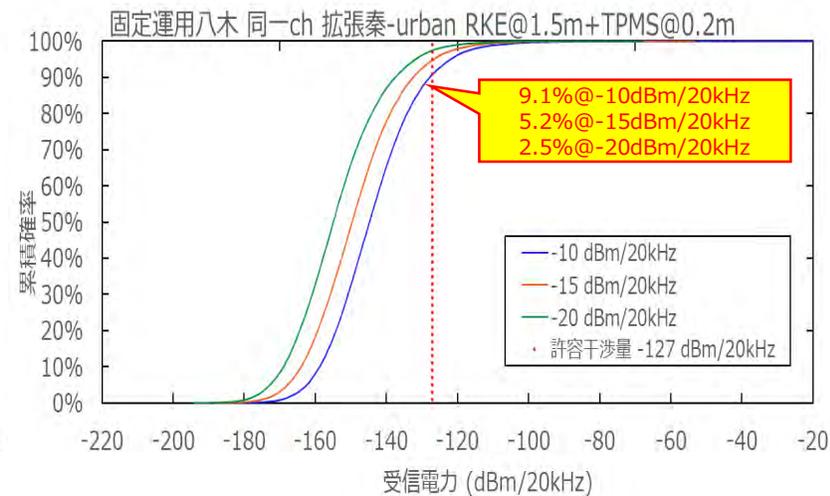
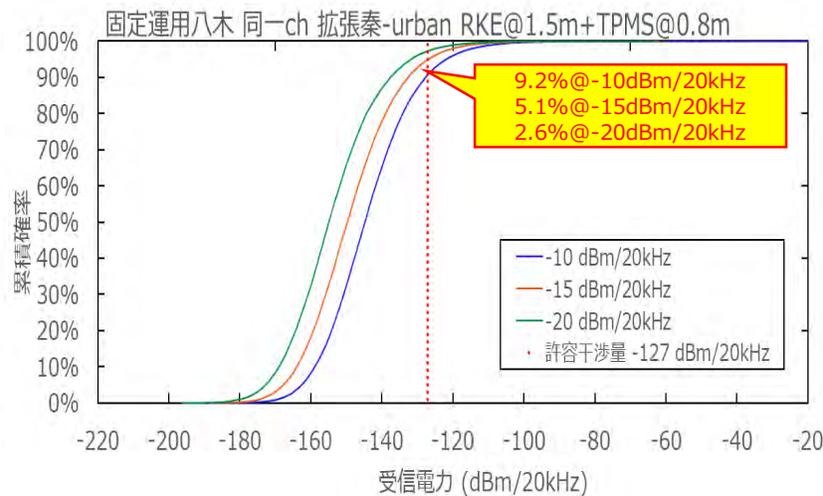
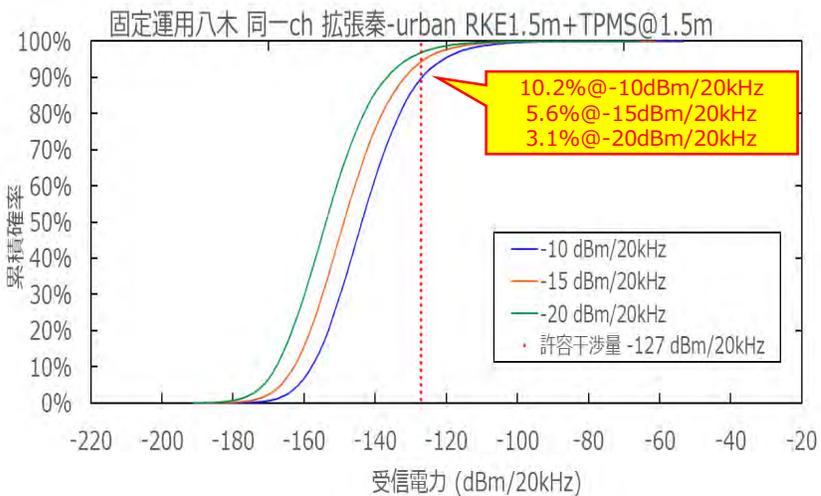


■ 隣接周波数の場合

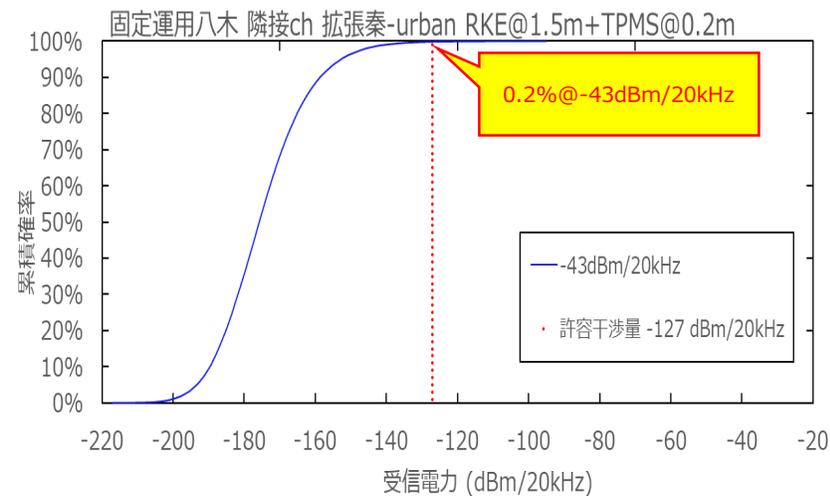
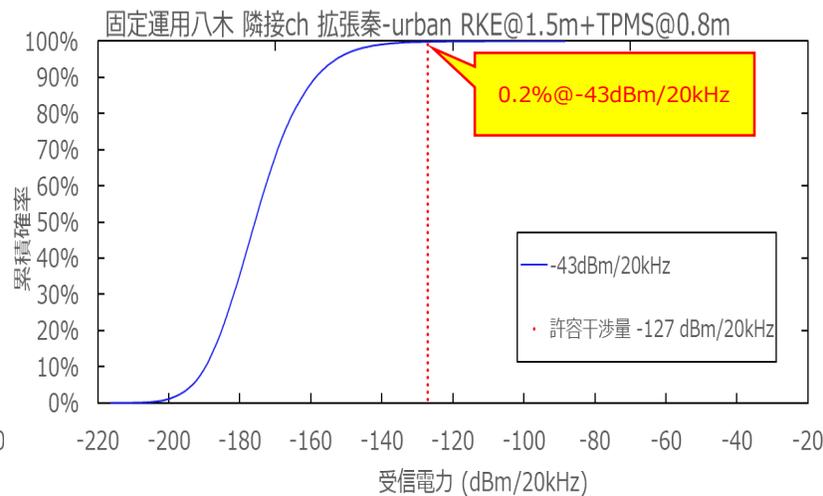
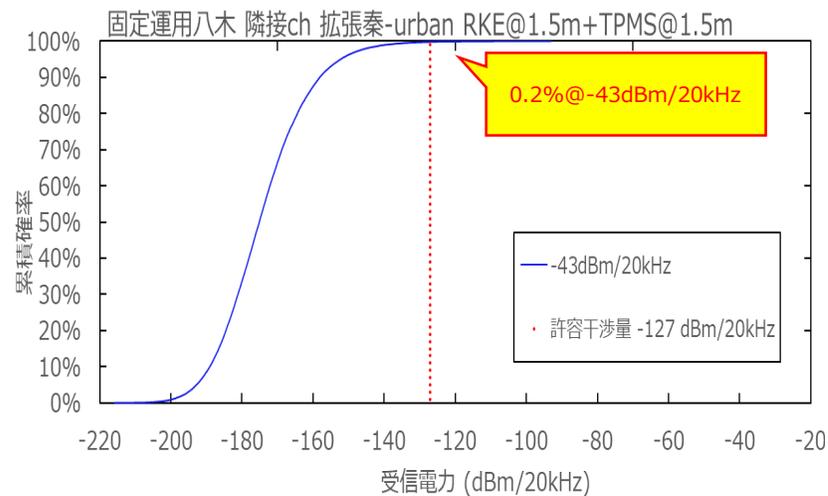


5-6. (2)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線 (固定運用 八木) @東京

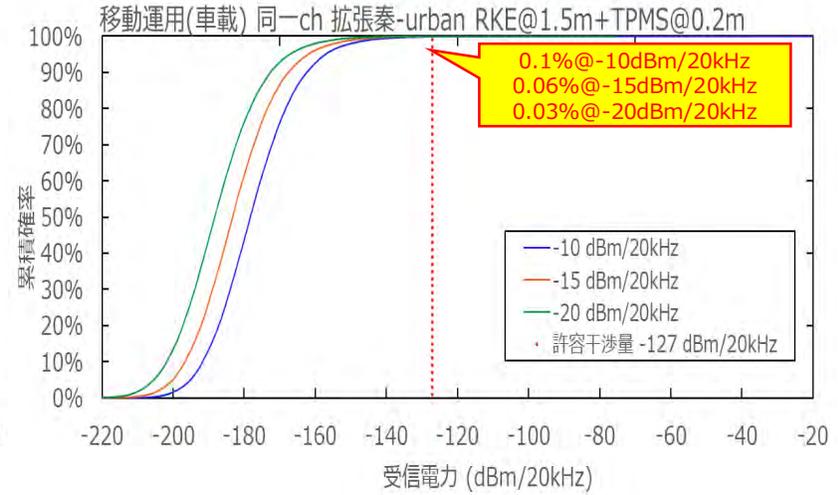
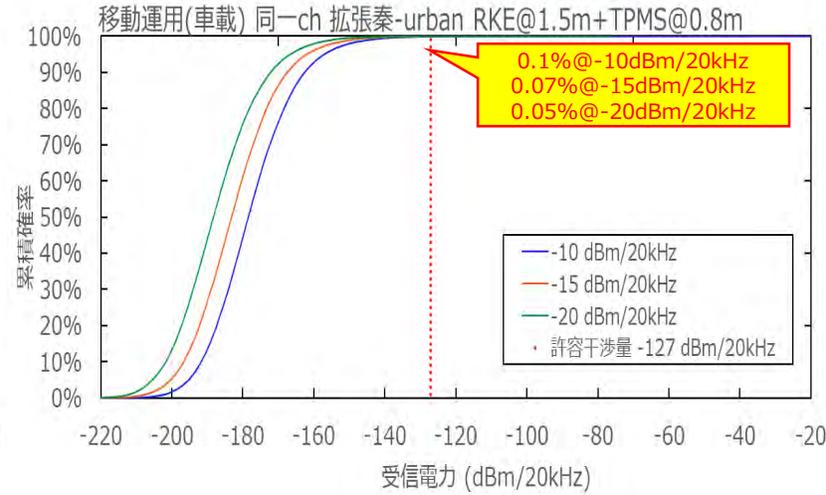
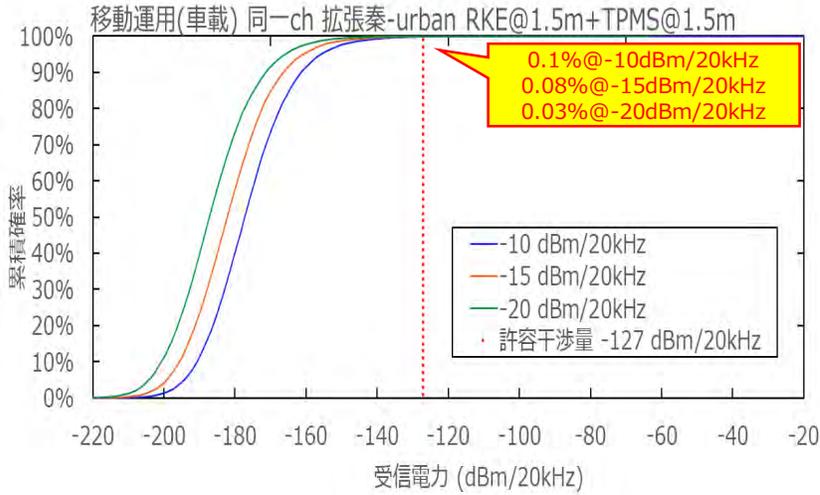
■ 同一周波数の場合



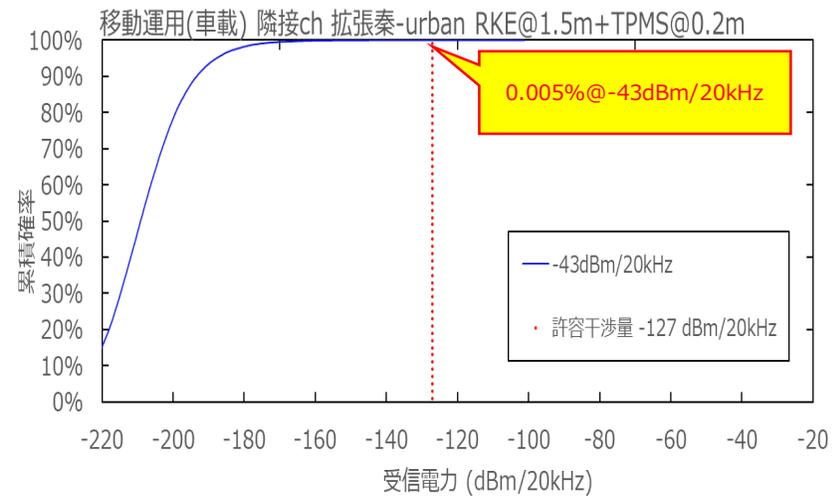
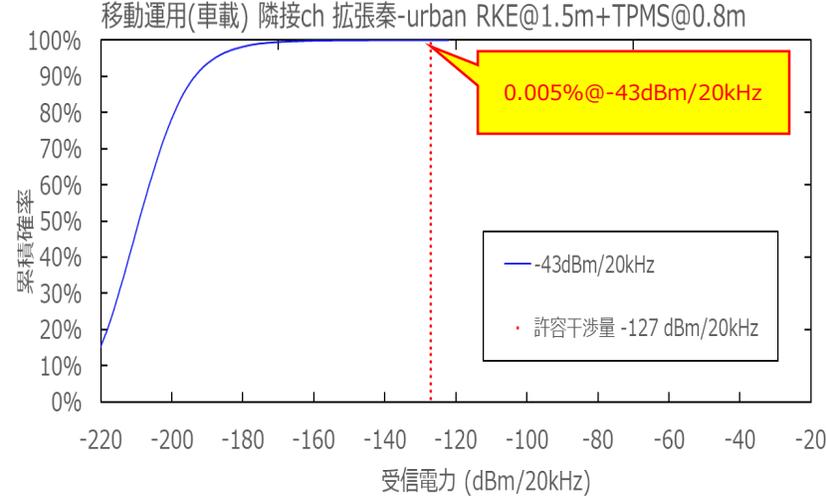
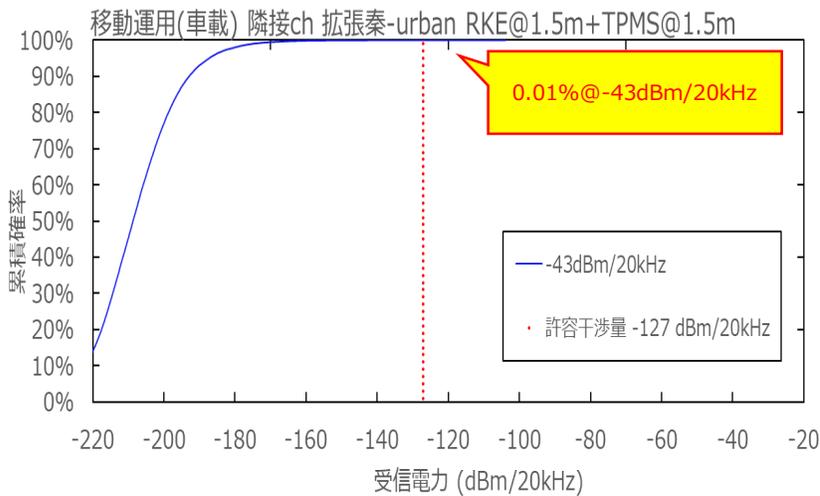
■ 隣接周波数の場合



■ 同一周波数の場合

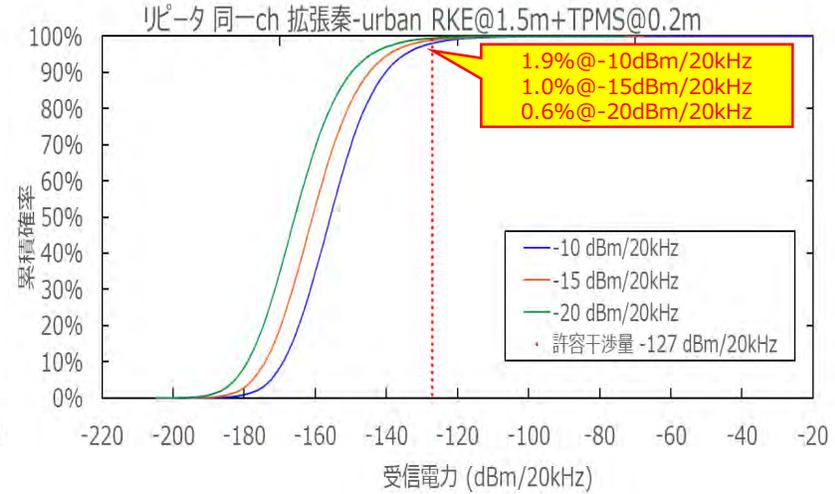
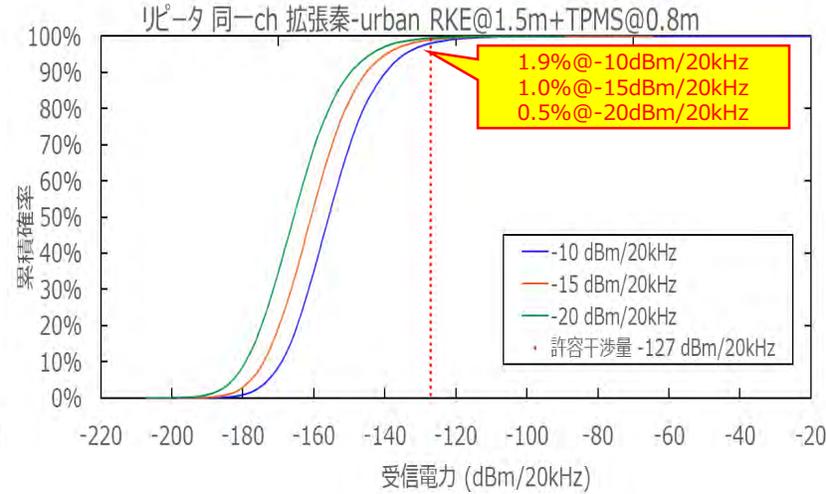
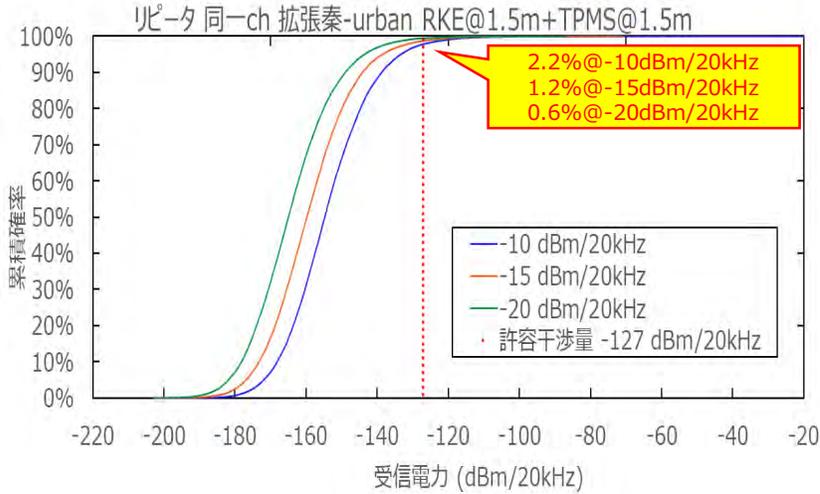


■ 隣接周波数の場合

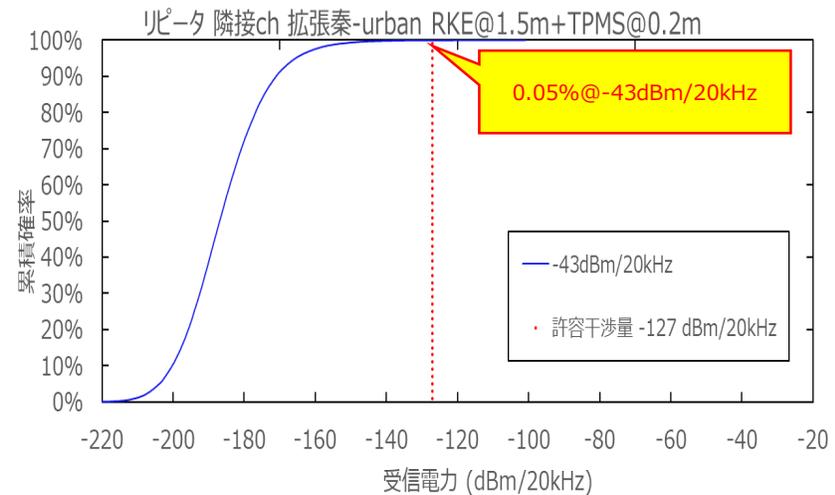
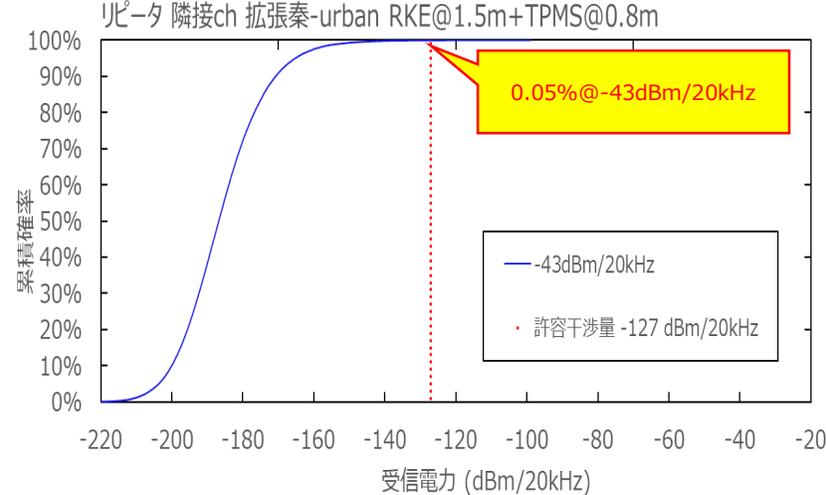
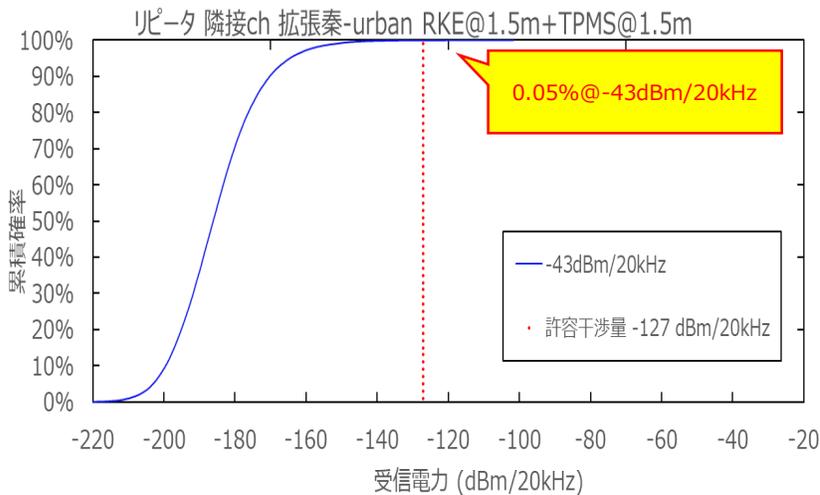


5-6. (4)シミュレーション結果 (普及予測パターン2) RKE&TPMS ⇒ アマチュア無線 (リピータ ホイップ) @東京

■ 同一周波数の場合



■ 隣接周波数の場合



(参考) RKE&TPMS与干渉において干渉影響が大きいケース(3%以上)について、
実機試験結果に基づく推定値(※)を用いて評価を行った結果

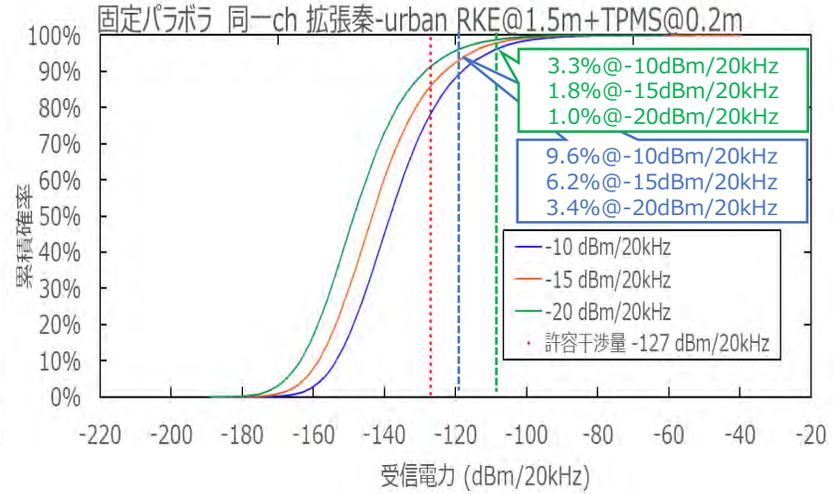
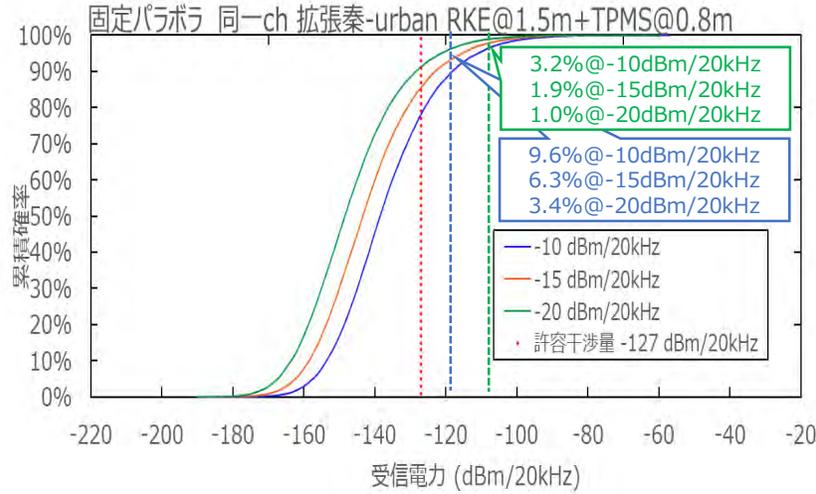
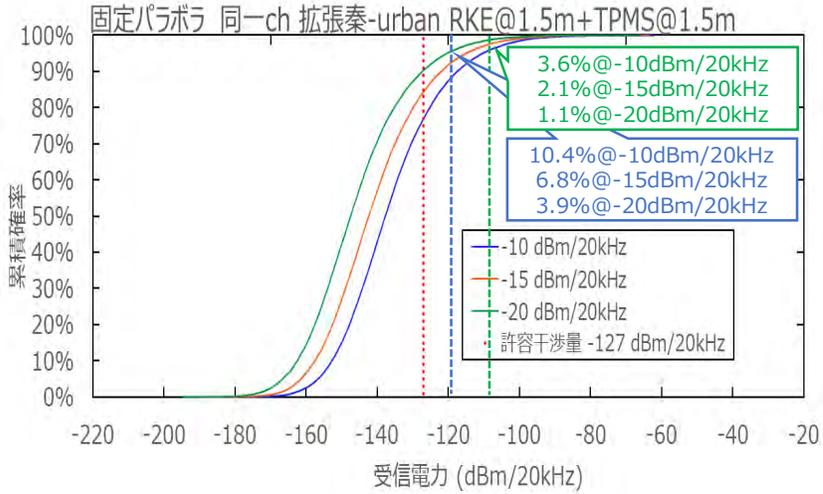
■ モンテカルロシミュレーションの結果、与干渉局(RKE&TPMS)からの干渉電力が、評価基準値を超える確率は以下の通り。

被干渉局			(1)アマチュア無線(パラボラ)		(2)アマチュア無線(八木)		
			評価基準値 (dBm/20kHz)	普及パターン1	普及パターン2	普及パターン1	普及パターン2
与干渉局	RKE@1.5m & TPMS@1.5m	-10dBm/20kHz	-127.0	23.2%	18.6%	14.0%	10.2%
			-118.8 (評価4)	11.3%	9.2%	5.4%	3.9%
			-107.9 (評価3)	3.9%	3.2%	1.4%	1.0%
	RKE@1.5m & TPMS@0.8m	-15dBm/20kHz	-127.0	15.7%	12.4%	8.1%	5.6%
			-118.8 (評価4)	7.2%	5.7%	2.8%	2.0%
			-107.9 (評価3)	2.3%	1.8%	0.7%	0.5%
RKE@1.5m & TPMS@0.2m	-20dBm/20kHz	-127.0	9.7%	7.6%	4.3%	3.1%	
		-118.8 (評価4)	4.3%	3.3%	1.5%	1.1%	
		-107.9 (評価3)	1.2%	0.9%	0.4%	0.2%	
与干渉局	RKE@1.5m & TPMS@0.8m	-10dBm/20kHz	-127.0	21.8%	17.3%	12.1%	9.2%
			-118.8 (評価4)	10.6%	8.3%	4.6%	3.4%
			-107.9 (評価3)	3.5%	2.7%	1.1%	0.9%
	RKE@1.5m & TPMS@0.2m	-15dBm/20kHz	-127.0	14.5%	11.4%	7.2%	5.1%
			-118.8 (評価4)	6.9%	5.4%	2.6%	1.7%
			-107.9 (評価3)	2.2%	1.6%	0.7%	0.4%
RKE@1.5m & TPMS@0.2m	-20dBm/20kHz	-127.0	8.7%	7.1%	3.8%	2.6%	
		-118.8 (評価4)	3.8%	3.0%	1.3%	0.9%	
		-107.9 (評価3)	1.1%	0.8%	0.4%	0.2%	
与干渉局	RKE@1.5m & TPMS@0.2m	-10dBm/20kHz	-127.0	21.8%	17.3%	12.7%	9.1%
			-118.8 (評価4)	10.5%	8.6%	4.7%	3.2%
			-107.9 (評価3)	3.6%	2.9%	1.1%	0.9%
	RKE@1.5m & TPMS@0.2m	-15dBm/20kHz	-127.0	14.2%	11.0%	7.0%	5.2%
			-118.8 (評価4)	6.7%	5.1%	2.6%	1.8%
			-107.9 (評価3)	2.0%	1.5%	0.6%	0.5%
RKE@1.5m & TPMS@0.2m	-20dBm/20kHz	-127.0	8.6%	6.9%	3.6%	2.5%	
		-118.8 (評価4)	3.8%	2.9%	1.4%	0.8%	
		-107.9 (評価3)	1.1%	0.7%	0.4%	0.2%	

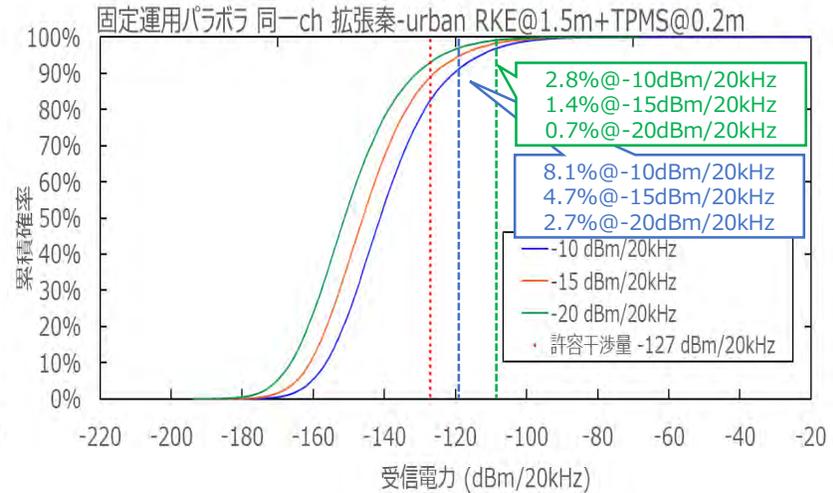
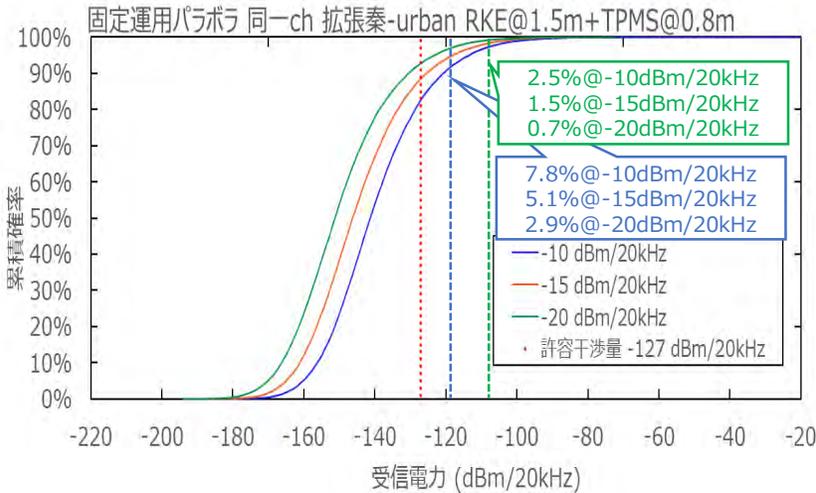
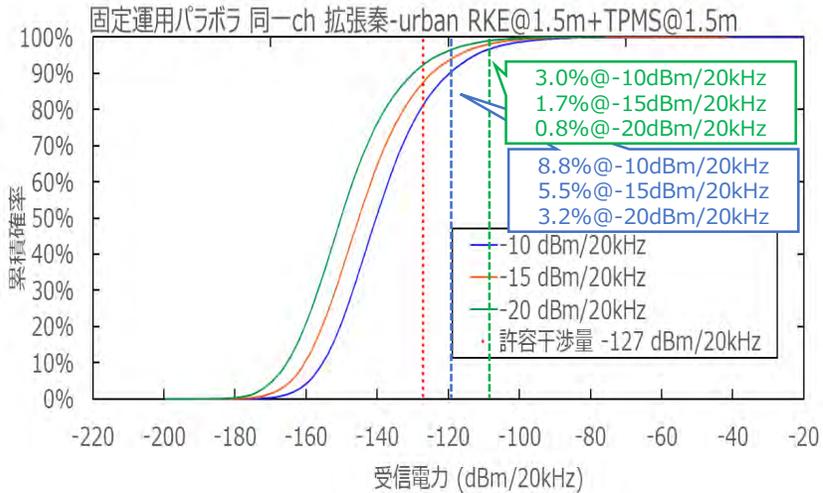
(※) 実機試験結果に基づき、音質評価レベルを確保するための許容干渉電力を推定した値。

- ・メリット評価4
→-118.8 dBm/20kHz
- ・メリット評価3
→-107.9dBm/20kHz

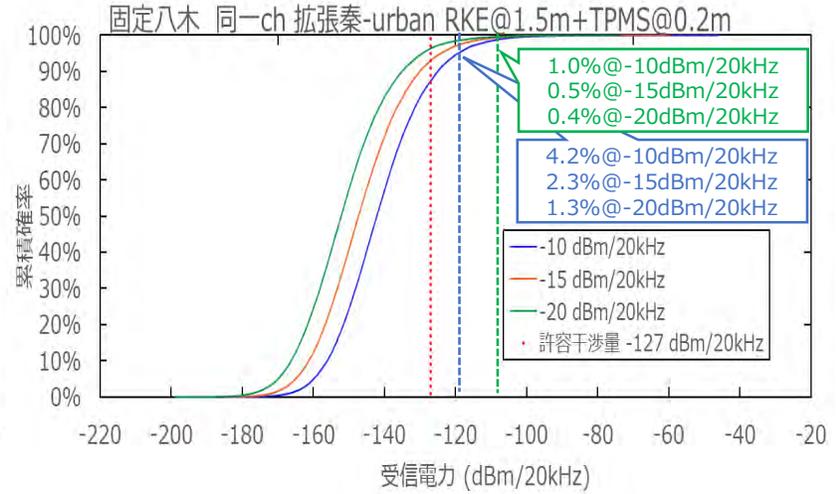
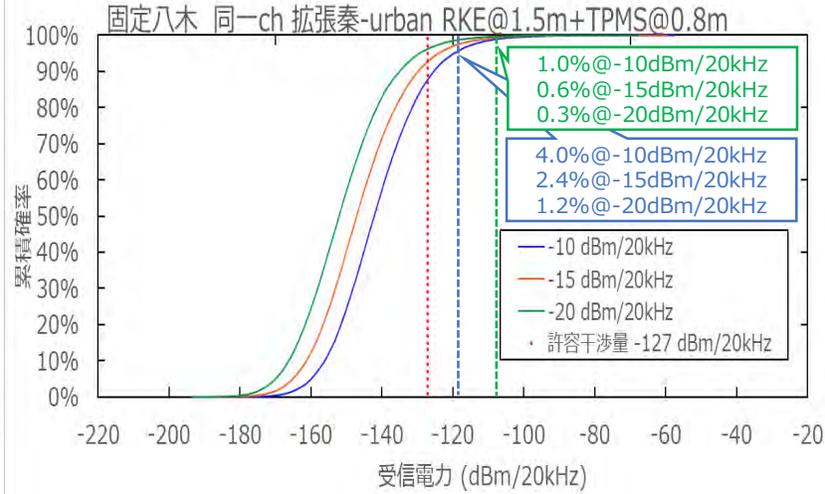
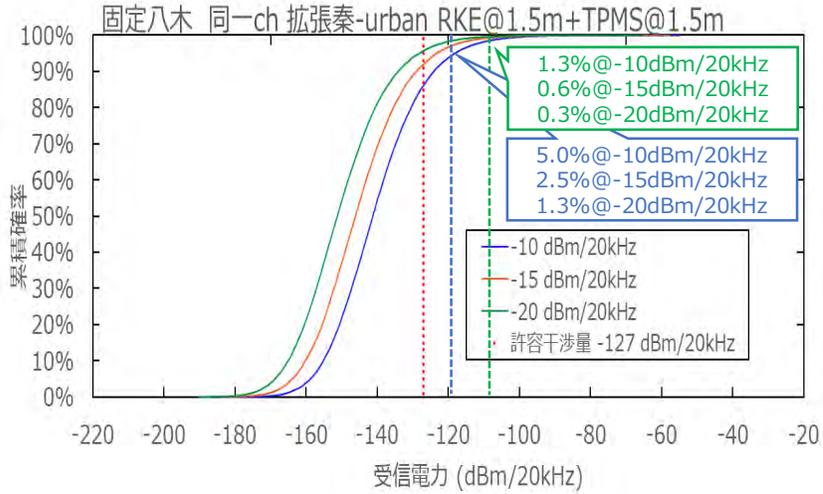
■ 同一周波数の場合 (普及予測パターン1)



■ 同一周波数の場合 (普及予測パターン2)



■ 同一周波数の場合 (普及予測パターン1)



■ 同一周波数の場合 (普及予測パターン2)

