

「衛星通信システム委員会作業班」 第27回資料

1.7GHz帯/1.8GHz帯携帯電話向け非静止衛星通信システム サービスリンクの共用検討結果について（修正版）

令和3年7月2日

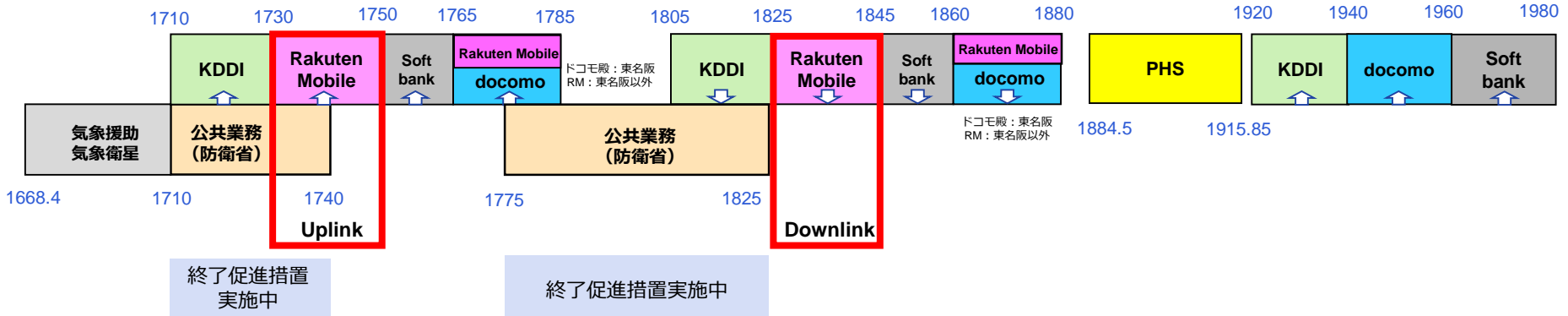
楽天モバイル株式会社

内容

- ◆ サービスリンクの共用検討結果
- ◆ 【参考】サービスリンクの共用検討補足
- ◆ 共用検討に使用するパラメータ

サービスリンクの共用検討結果

サービスリンク周波数帯域と国内既存システム



◇ 公共業務については、終了促進措置により、4.5GHz帯へ移行、再編予定。
 (平成 34 年度末 (2023年3月末) までに、公共業務用無線局の停波を実施*1)

■ 日本では楽天モバイルに割当ての1.7GHz帯(Band3)をサービスリンクの周波数帯として使用。

ダウンリンク (SpaceMobile衛星局 → SpaceMobile地球局 (移動局)) : 1825~1845MHz

アップリンク (SpaceMobile地球局 (移動局) → SpaceMobile衛星局) : 1730~1750MHz

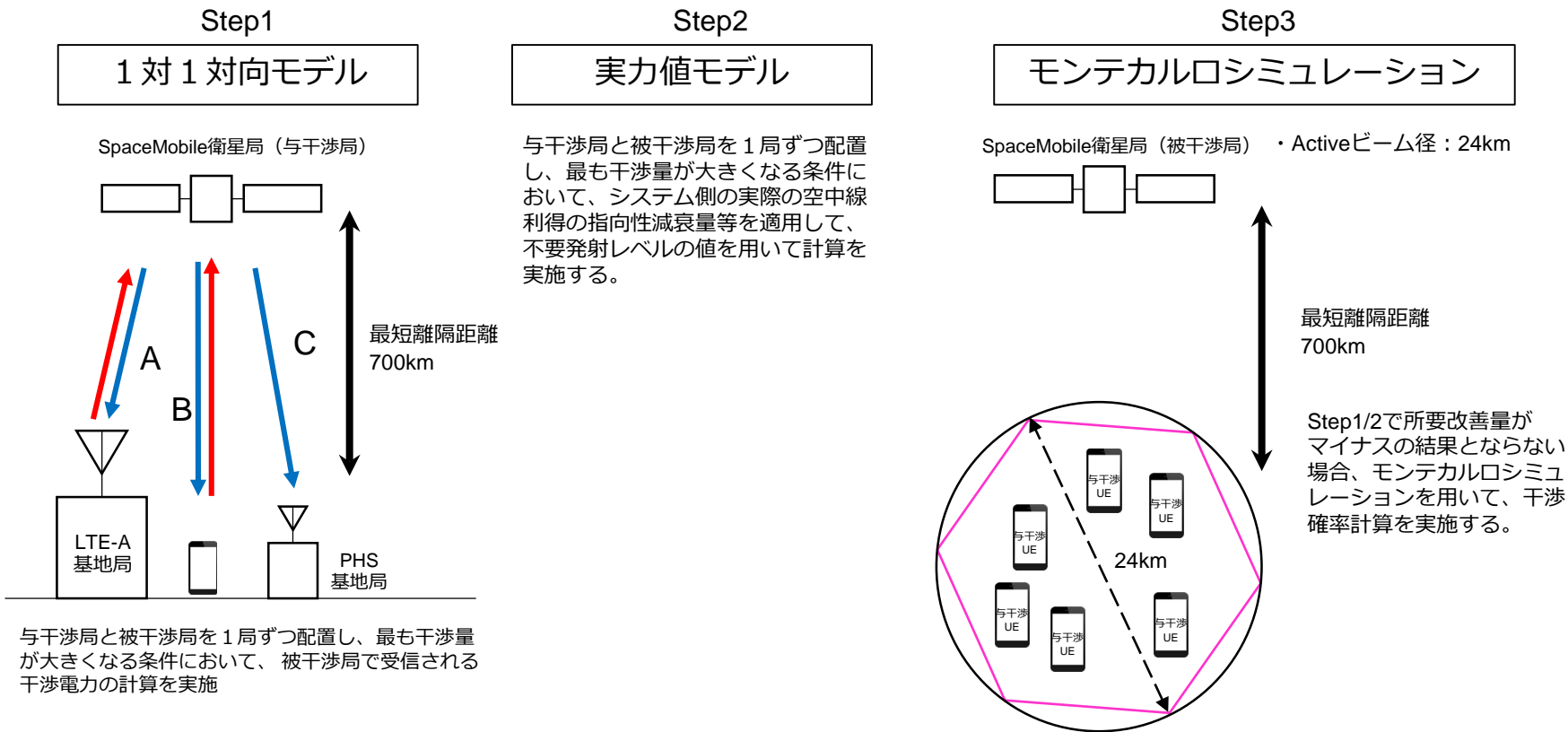
■ 楽天モバイルに割当てのあった1.7GHz帯東名阪以外バンドについては、衛星局での対応可否について検討後、対応可能な場合、1.7GHz帯東名阪以外バンドのサービスリンクの共用検討を実施し、検討結果を作業班で報告する。

*1 : 開設計画及び認定開設者合意における記載概要 1. 終了促進措置の実施方法に関する事項

https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/1700_3400/r1_1700.pdf

共用検討の実施手順

- はじめに、シナリオA~C、I~Jについて、Step 1 <1対1対向モデル>」の計算を実施。干渉許容電力に対する所要改善量がマイナスとなった場合は、検討を終了する。干渉許容電力に対する所要改善量がプラスの場合、Step 2 に移る。
- システム側の実際の空中線利得の指向性減衰量等を適用し、1対1対向時のStep 2 <実力値モデル>の計算を実施。干渉許容電力に対する所要改善量がマイナスとなった場合は、検討を終了する。干渉許容電力に対する所要改善量がプラスの場合、Step 3 に移る。
- 過去の情報通信審議会で用いられているStep 3 <確率計算モデル>（モンテカルロ・シミュレーション）による確率計算を実施する。



*1：情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年（2017年）9月27日）第4章「1.7GHz帯LTE-Advancedシステム相互間及び1.7GHz帯LTE-Advancedシステムと他システムとの干渉検討」結果
https://www.soumu.go.jp/main_content/000510578.pdf

サービスリンク 共用検討シナリオ 1 / 2 の手法について

シナリオ	与干渉	被干渉	検討手法
A	SpaceMobile衛星局 1825-1845MHz	LTE-A基地局 1710-1785MHz	隣接周波数を用いる与干渉局と被干渉局を1局ずつ配置し、最も干渉量が大きくなる条件において被干渉局で受信される干渉電力を計算する。
B		LTE-A陸上移動局 1805-1880MHz	
C		PHS基地局 1884.5- 1915.85MHz	

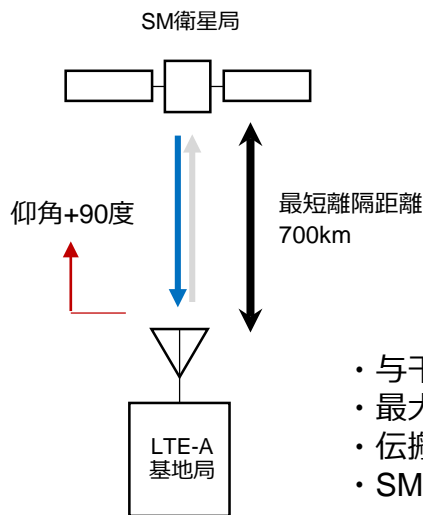
シナリオ	与干渉	被干渉	検討手法
I	LTE-A基地局 1805-1880MHz	SpaceMobile 衛星局 1730-1750MHz	隣接周波数を用いる与干渉局と被干渉局を1局ずつ配置し、最も干渉量が大きくなる条件において被干渉局で受信される干渉電力を計算する。
J	LTE-A陸上移動局 1710-1785MHz		

*1：情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会
「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日)
第4章「1.7GHz帯LTE-Advancedシステム相互間及び1.7GHz帯LTE-Advancedシステムと他システムとの干渉検討」結果
https://www.soumu.go.jp/main_content/000510578.pdf

共用検討シナリオA-1 : SpaceMobile衛星局 → LTE-A基地局（隣接）

<Step1>

送信アンテナ利得	41.0	dB
送信指向性減衰量	-	
水平方向	0.0	dB
垂直方向	0.0	dB
送信系給電線損失	1.5	dB
送信周波数	1825.0	MHz
アンテナ離隔距離	700000.0	m
自由空間損失（送信）	154.6	dB
調査モデルによる結合量	103.1	dB
（フィルタ減衰量）	0.0	dB
自由空間損失（受信）	154.4	dB
受信周波数	1785.0	MHz
受信アンテナ利得	17.0	dB
受信指向性減衰量	-	
水平方向	0.0	dB
垂直方向	0.0	dB
受信系給電線損失	5.0	dB
調査モデルによる結合量	102.9	dB



- ・ 与干渉局と被干渉局は最短距離（真上）で正対
- ・ 最大空中線利得を適用
- ・ 伝搬モデルは自由空間損失
- ・ SM衛星局の帯域外不要輻射は仕様上限

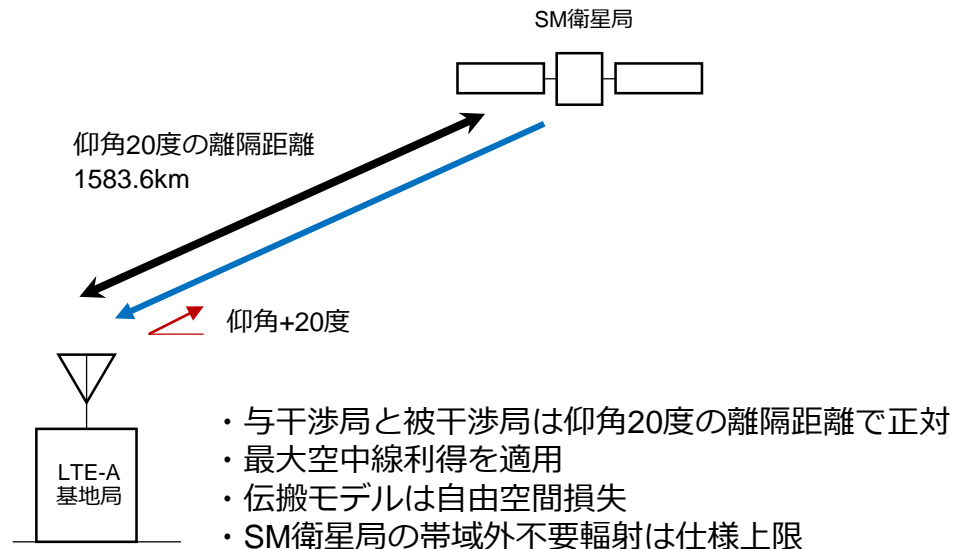
	①与干渉量		②被干渉許容量		③所要結合損		④調査モデル		⑤所要改善量	
					③ = ① - ②		結合量		⑤ = ③ - ④	
帯域内干渉	不要発射									
1785.0	-13.0	dBm/MHz	-119.0	dBm/MHz	106.0	dB	102.9	dB	3.1	dB

帯域内干渉の所要改善量は+3.1dBでプラスの値。

共用検討シナリオA-2 : SpaceMobile衛星局 → LTE-A基地局 (隣接)

<Step1>

送信アンテナ利得	45.3	dB
送信指向性減衰量	-	
水平方向	0.0	dB
垂直方向	0.0	dB
送信系給電線損失	1.5	dB
送信周波数	1825.0	MHz
アンテナ離隔距離	1583600.0	m
自由空間損失 (送信)	161.7	dB
調査モデルによる結合量	105.9	dB
(フィルタ減衰量)	0.0	dB
自由空間損失 (受信)	161.5	dB
受信周波数	1785.0	MHz
受信アンテナ利得	17.0	dB
受信指向性減衰量	-	
水平方向	0.0	dB
垂直方向	0.0	dB
受信系給電線損失	5.0	dB
調査モデルによる結合量	105.7	dB

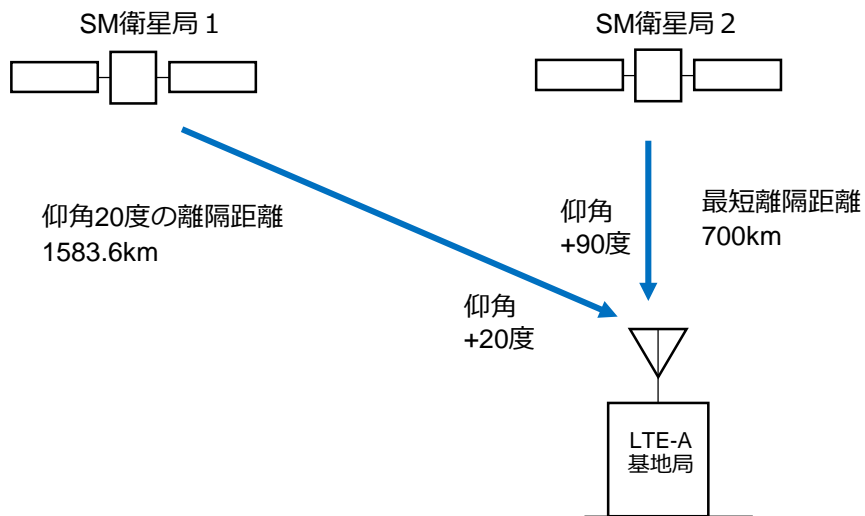


	①与干渉量		②被干渉許容量		③所要結合損		④調査モデル		⑤所要改善量	
					③ = ① - ②		結合量		⑤ = ③ - ④	
帯域内干渉	不要発射									
1785.0	-13.0	dBm/MHz	-119.0	dBm/MHz	106.0	dB	105.7	dB	0.3	dB

帯域内干渉の所要改善量は+0.3dBでプラスの値。

共用検討シナリオA-3 : SpaceMobile衛星局 → LTE-A基地局 (隣接)

<Step2> 被干渉局の指向性減衰量を適用



LTE基地局の送受信アンテナパターン (垂直面)

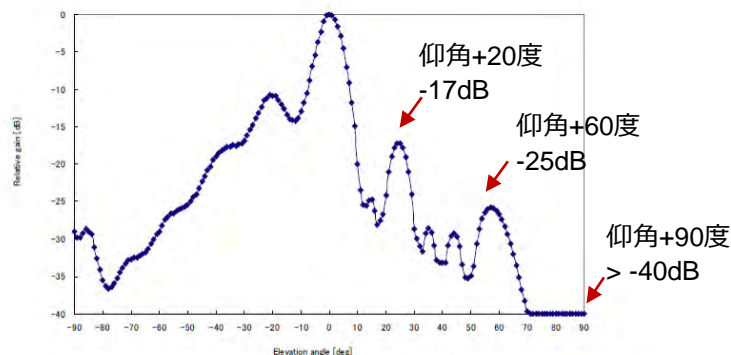


図2. 2. 1-2 基地局の送受信アンテナパターン(垂直面)
 (携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成18年12月21日)の図3. 2-2に基づきシミュレーションを用いて仰角10度以上に拡張)
 情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日

SpaceMobile衛星局 → LTE-A基地局 与干渉電力計算

仰角90度の空中線利得の指向性減衰量：40dB減衰、離隔距離：700km

	①与干渉量		②被干渉許容量		③所要結合損		④調査モデル		⑤所要改善量	
					③=①-②		結合量		⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射									
1785.0	-13.0	dBm/MHz	-119.0	dBm/MHz	106.0	dB	142.9	dB	-36.9	dB

仰角60度の空中線利得の指向性減衰量：25dB減衰、離隔距離：794.5km

帯域内干渉	不要発射									
1785.0	-13.0	dBm/MHz	-119.0	dBm/MHz	106.0	dB	129.0	dB	-23.0	dB

仰角20度の空中線利得の指向性減衰量：17dB減衰、離隔距離：1583.6km

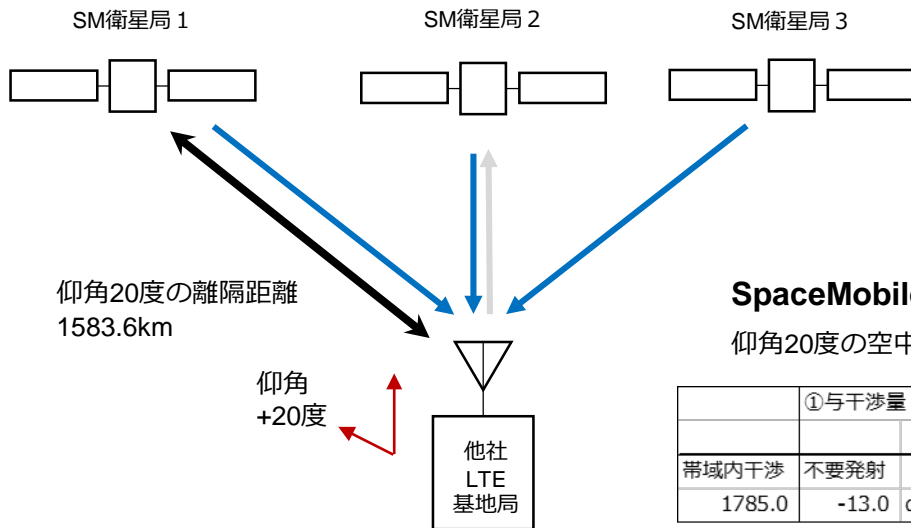
	①与干渉量		②被干渉許容量		③所要結合損		④調査モデル		⑤所要改善量	
					③=①-②		結合量		⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射									
1785.0	-13.0	dBm/MHz	-119.0	dBm/MHz	106.0	dB	122.7	dB	-16.7	dB

	SM衛星局 1	SM衛星局 2
離隔距離	1583.6km	700km
LTE-A基地局 指向性減衰量	+20度 17dB	+90度 40dB
所要改善量	-16.7dB	-36.9dB

被干渉局の空中線利得の指向性減衰量を適用した場合、所要改善量はそれぞれ **-36.9dB**、**-16.7dB** でマイナスとなり、干渉許容値を下回る結果となる。

共用検討シナリオA-4 : SpaceMobile衛星局 → LTE-A基地局 (隣接)

<Step2> アグリゲート干渉



SpaceMobile衛星局 → LTE-A基地局 与干渉電力計算

仰角20度の空中線利得の指向性減衰量：17dB減衰、離隔距離：1583.6km

	①与干渉量		②被干渉許容量		③所要結合損		④調査モデル		⑤所要改善量	
					③=①-②		結合量		⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射									
1785.0	-13.0	dBm/MHz	-119.0	dBm/MHz	106.0	dB	122.7	dB	-16.7	dB

将来、複数のSpaceMobile衛星局から同じビーム径エリアに同時送信するMIMO運用が計画されており、最大で3つのSM衛星局を用いたMIMO運用時のアグリゲート干渉検討を考察した。

3つのSM衛星局からのアグリゲート干渉電力は全て最悪値の仰角20度から同じ条件で送信されたと仮定すると、1つのSM衛星局からの干渉電力の3倍程度（4.8dB程度増加）と考えられる。

従って、受信アンテナの指向性減衰量に仰角+20度の場合の17dBを用いた場合、3つのSM衛星局（与干渉局）からLTE-A基地局（被干渉局）へのアグリゲート帯域内干渉の所要改善量は、上の表より、 $-16.7\text{dB} + 4.8\text{dB} = -11.9\text{dB}$ となる。

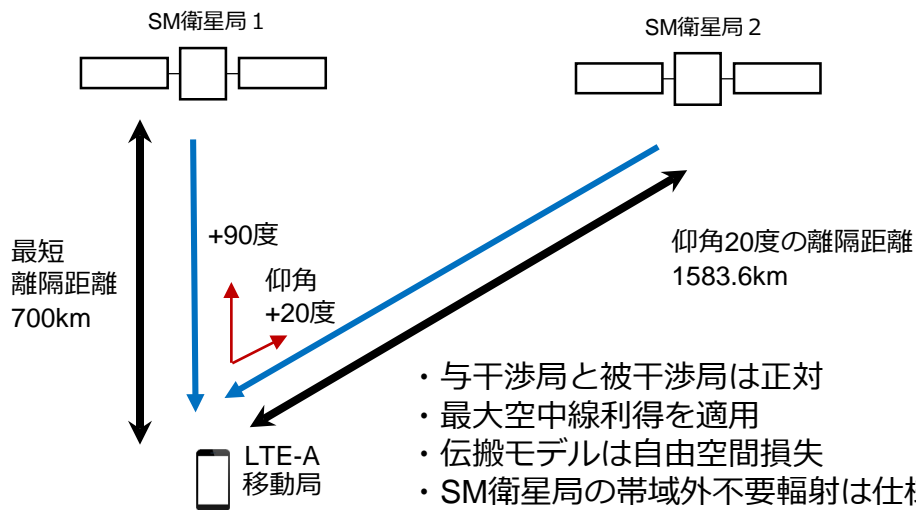
従って、3つのSM衛星局を用いたMIMO運用時においても与干渉電力は許容値を下回る結果となる。

共用検討シナリオB：SpaceMobile衛星局 → LTE-A移動局（隣接）

<Step1>

送信アンテナ利得	45.3	dB
送信指向性減衰量	-	
水平方向	0.0	dB
垂直方向	0.0	dB
送信系給電線損失	1.5	dB
送信周波数	1825.0	MHz
アンテナ離隔距離	1583600.0	m
自由空間損失（送信）	161.7	dB
調査モデルによる結合量	117.9	dB
（フィルタ減衰量）	0.0	dB
自由空間損失（受信）	161.7	dB
受信周波数	1825.0	MHz
受信アンテナ利得	0.0	dB
受信指向性減衰量	-	
水平方向	0.0	dB
垂直方向	0.0	dB
受信系給電線損失	0.0	dB
人体吸収損失（8dB）	0.0	dB
調査モデルによる結合量	117.9	dB

ここでは、-13dBm/MHzの不要発射の強度を用いているが、隣接チャネル漏洩電力（ACLR）を用いると-13dBm/MHzより大きい不要発射強度を取りうるため、次ページで追加の検討を実施。



仰角20度、離隔距離：1583.6km

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損	④調査モデル	⑤所要改善量
			③ = ① - ②	結合量	⑤ = ③ - ④
帯域内干渉	不要発射				
1825.0	-13.0 dBm/MHz	-110.8 dBm/MHz	97.8 dB	117.9 dB	-20.1 dB

仰角90度、離隔距離：700km

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損	④調査モデル	⑤所要改善量
			③ = ① - ②	結合量	⑤ = ③ - ④
帯域内干渉	不要発射				
1825.0	-13.0 dBm/MHz	-110.8 dBm/MHz	97.8 dB	115.1 dB	-17.3 dB

帯域内干渉の所要改善量はそれぞれ-20.1dB、-17.3dBとなり、許容値を下回る結果となる。

共用検討シナリオB-2 : SpaceMobile衛星局 → LTE-A移動局 (隣接)

<Step1> 衛星局送信帯近傍の帯域外発射 (ACLR、スペクトラムマスク)

SM衛星局のACLR許容値 (BW=20MHzの場合)

規定の種別	離調周波数	許容値	参照帯域幅
絶対値規定	20MHz	-45dBc	18MHz
相対値規定	40MHz	-45dBc	

SM衛星局のスペクトラムマスク許容値
TS36.104 V10 spurious requirement for Wide Area BS

オフセット周波数	許容値	参照帯域幅
$5M > \Delta f \geq 0MHz$	$-7-7/5*(\Delta f-0.05)$	100kHz
$10M > \Delta f \geq 5MHz$	-14dBm	100kHz
$\Delta f \geq 10MHz$	-13dBm	1MHz

SM衛星局 → LTE-A移動局への与干渉電力 (P11より)
仰角20度、離隔距離 : 1583.6km

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損	④調査モデル	⑤所要改善量
			③=①-②	結合量	⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射				
1825.0	-13.0 dBm/MHz	-110.8 dBm/MHz	97.8 dB	117.9 dB	-20.1 dB

帯域外領域での帯域外発射 (1) 隣接チャンネル漏洩電力 ACLR
Pout : +33dBm/MHz, BW=20MHzで左表のACLRは以下となる。

ACLR1/2 = -12.0dBm/18MHz @20MHz/40MHz
ACLR1/2 = -24.6dBm/MHz @20MHz/40MHz

絶対値 -13dBm/MHzより低い値となる。

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損	④調査モデル	⑤所要改善量
			③=①-②	結合量	⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射				
1825.0	-24.6 dBm/MHz	-110.8 dBm/MHz	86.2 dB	117.9 dB	-31.7 dB

帯域外領域での帯域外発射 (2) スペクトラムマスク
送信帯近傍マスクは $\Delta f=1MHz$ では +1.7dBm / MHz となる。
スプリアス領域での不要発射の規定上限の-13dBm/MHzとの
差異は+14.7dBとなる。

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損	④調査モデル	⑤所要改善量
			③=①-②	結合量	⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射				
1825.0	1.7 dBm/MHz	-110.8 dBm/MHz	112.5 dB	117.9 dB	-5.4 dB

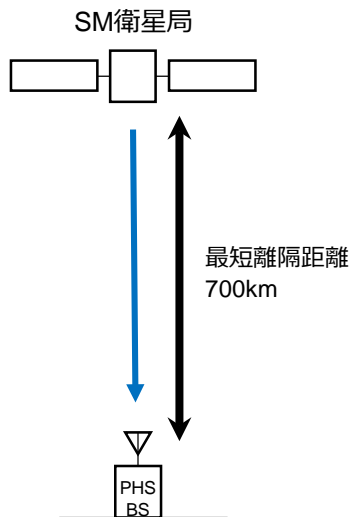
LTE-A移動局の受信アンテナはオムニのため、指向性減衰量はゼロ
また、ここでは人体吸収損失8dBは考慮していない。

ACLR、近傍マスクの不要発射許容値を適用した場合にも所要改善量は -31.7dB、 -5.4dBとなり
許容値を下回る結果となる。

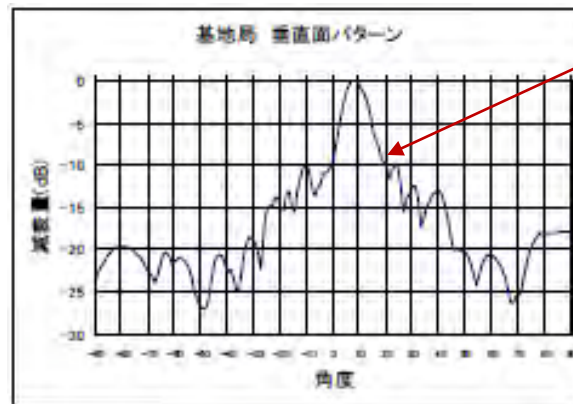
共用検討シナリオC：SpaceMobile衛星局 → PHS基地局（隣接）

<Step1>

送信アンテナ利得	41.0	dB
送信指向性減衰量	-	
水平方向	0.0	dB
垂直方向	0.0	dB
送信系給電線損失	1.5	dB
送信周波数	1845.0	MHz
アンテナ離隔距離	700000.0	m
自由空間損失（送信）	154.7	dB
調査モデルによる結合量	104.2	dB
（フィルタ減衰量）	0.0	dB
自由空間損失（受信）	154.8	dB
受信周波数	1884.5	MHz
受信アンテナ利得	16.0	dB
受信指向性減衰量	-	
水平方向	0.0	dB
垂直方向	0.0	dB
受信系給電線損失	5.0	dB
調査モデルによる結合量	104.3	dB



PHS基地局の送受信アンテナパターン（垂直面）



仰角+20度
-10dB
仰角+90度
-18dB

情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会
「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日

仰角90度、離隔距離：700km

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損	④調査モデル	⑤所要改善量
			③ = ① - ②	結合量	⑤ = ③ - ④
帯域内干渉	不要発射				
1884.5	-35.8 dBm/MHz	-126.8 dBm/MHz	91.0 dB	104.3 dB	-13.3 dB

仰角20度、離隔距離：1583.6km

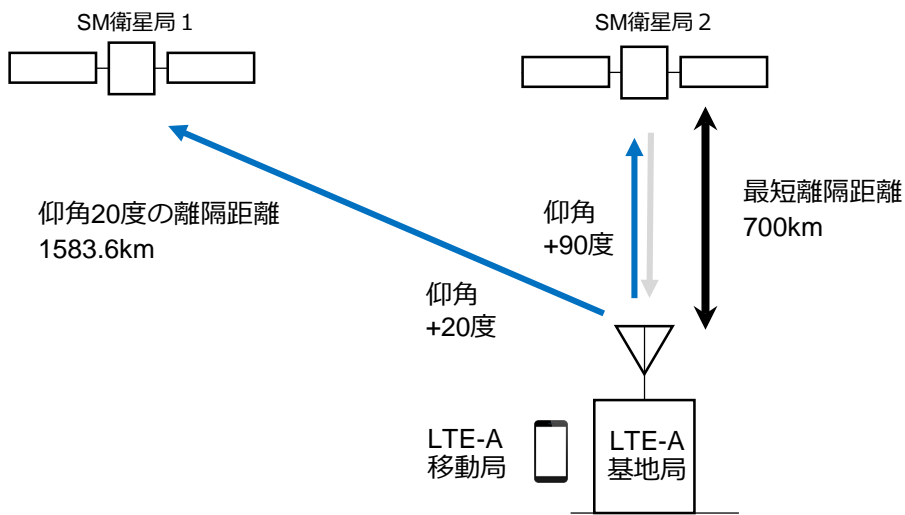
	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損	④調査モデル	⑤所要改善量
			③ = ① - ②	結合量	⑤ = ③ - ④
帯域内干渉	不要発射				
1884.5	-35.8 dBm/MHz	-126.8 dBm/MHz	91.0 dB	107.1 dB	-16.1 dB

- ・ 与干渉局と被干渉局は正対
- ・ 最大空中線利得を適用
- ・ 伝搬モデルは自由空間損失
- ・ SM衛星局の帯域外不要輻射は仕様上限

PHS基地局の空中線利得の指向性減衰量は上記の通りだが、上記計算には適用していない。
最短離隔距離700km、仰角20度の離隔距離1583.6kmでの帯域内干渉の所要改善量は
それぞれ-13.3dB、-16.1dBとマイナスであり、許容値を下回る結果となる。

共用検討シナリオI、J：LTE-A基地局・移動局 → SpaceMobile衛星局（隣接）

<Step2>



LTE基地局の送受信アンテナパターン（垂直面）

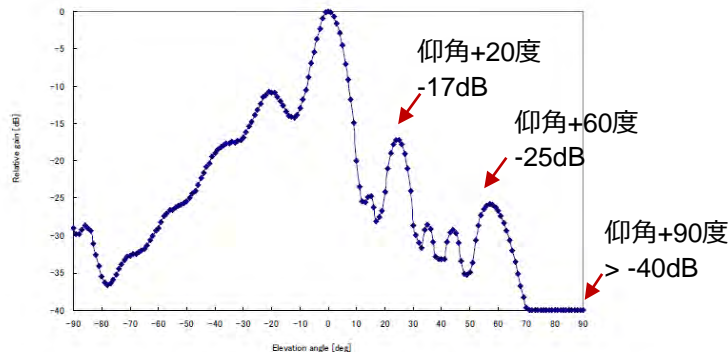


図2. 2. 1-2 基地局の送受信アンテナパターン（垂直面）
 (携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成18年12月21日)の図3. 2-2に基づきシミュレーションを用いて仰角10度以上に拡張)

情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会
 「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日

LTE-A基地局 → SpaceMobile衛星局への与干渉電力計算

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデル 結合量	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射				
1730.0	-13.0 dBm/MHz	-121.5 dBm/MHz	108.5 dB	122.4 dB	-13.9 dB

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデル 結合量	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射				
1730.0	-4.0 dBm/MHz	-121.5 dBm/MHz	117.5 dB	122.4 dB	-4.9 dB

上段は通常の不要発射の許容値、下段は近傍ACLR@12.5MHzでの許容値で計算、仰角20度で離隔距離1583.6kmの場合

LTE-A移動局 → SpaceMobile衛星局への与干渉電力計算

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデル 結合量	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射				
1750.0	-55.8 dBm/MHz	-121.5 dBm/MHz	65.7 dB	117.5 dB	-51.8 dB

	①与干渉量	②被干渉許容量	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデル 結合量	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射				
1750.0	-10.0 dBm/MHz	-121.5 dBm/MHz	111.5 dB	117.5 dB	-6.0 dB

上段は-50dBm/3.84MHz、下段は近傍ACLR@12.5MHzでの許容値で計算、仰角20度で離隔距離1583.6kmの場合

帯域内干渉の所要改善量はそれぞれ-13.9dB/-4.9dB, -51.8dB/-6.0dBとマイナスであり、許容値を下回る結果となる。仰角90度の場合も同様に所要改善量はマイナスの値となるがここでは割愛した。

サービスリンク 共用検討の結果

シナリオ	与干渉	被干渉	検討手法	所要改善量	検討結果
A	SpaceMobile 衛星局 1825- 1845MHz	LTE-A基地局 1710-1785MHz	1対1対向モデル <Step1>	3.1dB (仰角90度) 0.3dB (仰角20度)	所要改善量プラス
			1対1対向モデル <Step2>	-36.9dB (仰角90度) -16.7dB (仰角20度)	共用可能
B		LTE-A陸上移動局 1805-1880MHz	1対1対向モデル <Step1>	-17.3dB (仰角90度) -20.1dB (仰角20度)	共用可能
C		PHS基地局 1884.5- 1915.85MHz	1対1対向モデル <Step1>	-13.3dB (仰角90度) -16.1dB (仰角20度)	共用可能

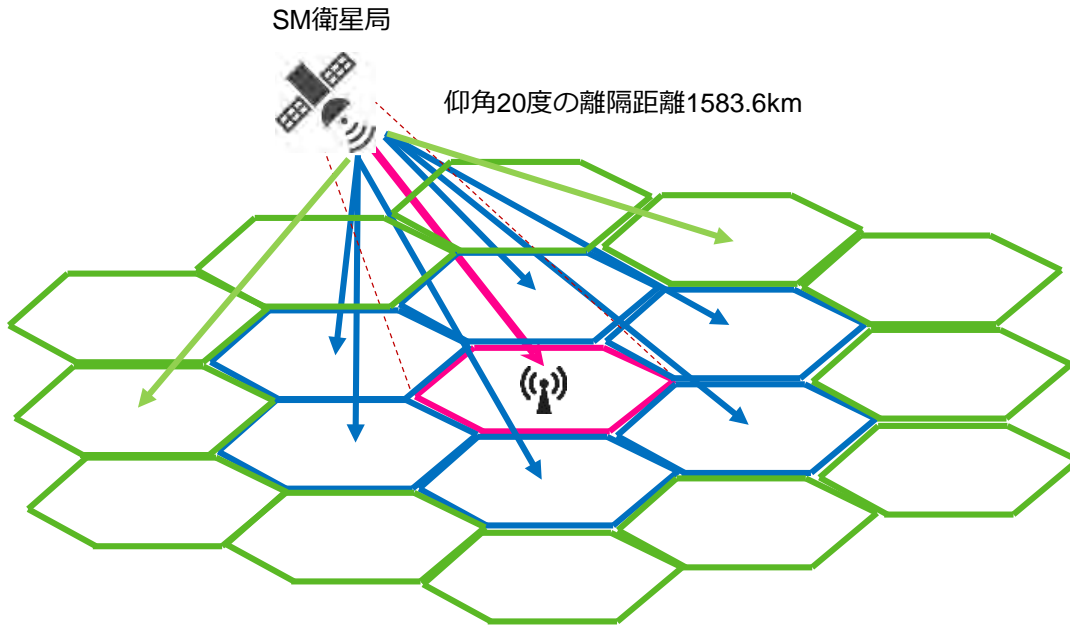
シナリオ	与干渉	被干渉	検討手法	所要改善量	検討結果
I	LTE-A基地局 1805-1880MHz	SpaceMobile 衛星局 1730-1750MHz	1対1対向モデル <Step1>	3.1dB (不要発射) 12.1dB (ACLR)	所要改善量プラス
			1対1対向モデル <Step2>	-13.9dB (不要発射) -4.9dB (ACLR)	共用可能
J	LTE-A陸上移動局 1710-1785MHz		1対1対向モデル <Step1>	-51.8dB (ACLR絶対値) -6.0dB (ACLR相対値)	共用可能

上記より、サービスリンクの全ての共用検討シナリオにおいて、所要改善量はマイナスの結果であり、いずれの場合も許容値を下回る結果となる。

【参考】 サービスリンクの共用検討補足

【参考】 共用検討シナリオAの補足 SpaceMobile衛星局 → LTE-A基地局（隣接）

<Step2> 隣接セルからの累積干渉



隣接セル、次隣接セルを上図のように仮定した場合、
 総セル数（ビーム数）は、 $1+6+12+24=43$ から
 計43ビームとなる。

ここでは、同様の考え方をを用いて隣接セルの干渉電力、
 サイドローブの干渉電力について考察した。

サイドローブによる干渉電力は最大空中線利得より
 指向性減衰分だけ電力が低減され、メインビームの電力
 を超えない。左図の中心セルの基地局が隣接セル、次隣
 接セルのビームのサイドローブ干渉電力も重複して受信
 すると仮定すると、次隣接セルを含めて合計43ビームを
 1つの基地局が累積干渉電力として受信するモデルに
 置き換えることができる。

サイドローブの空中線利得も最大利得と同じとした
 ワorstケースで43ビーム分重複して受けた場合の不要
 発射の累積電力は $-13\text{dBm/MHz} \times 43\text{倍} = +3.3\text{dBm/MHz}$ 、
 その時の所要改善量は -0.4dB であった。

数十個のビームが1つの基地局や限定エリアに同時に
 重複して送信されるケースは、実際の運用で発生しない
 が、そのような場合でも不要発射の実力値を考慮
 した場合には、許容値を下回る結果となる。

仰角20度の空中線利得の指向性減衰量：17dB減衰、離隔距離：1583.6km

①与干渉量		②被干渉許容量		③所要結合損		④調査モデル		⑤所要改善量		①与干渉量		②被干渉許容量		③所要結合損		④調査モデル		⑤所要改善量	
				③=①-②		結合量		⑤=③-④						③=①-②		結合量		⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射									帯域内干渉	不要発射								
1785.0	-13.0 dBm/MHz	-119.0	dBm/MHz	106.0	dB	122.7	dB	-16.7	dB	1785.0	3.3 dBm/MHz	-119.0	dBm/MHz	122.3	dB	122.7	dB	-0.4	dB

【参考】 共用検討 SpaceMobile地球局 (移動局) → LTE-A基地局 (隣接)

<Step3> モンテカルロシミュレーションの諸元

モンテカルロシミュレーションの前提条件

	与干渉局 SpaceMobile地球局	被干渉局 LTE-Aマクロセル基地局
周波数	1730-1750MHz	1710-1730, 1750-1785MHz
配置	一様分布	セル中心
移動局送信台数	100台・71台 / セル	—
空中線高さ	1.5m	40m
Azimuth	0°	0° 120° 240°
Tilt	0°	10°
送信電力	+23dBm (最大)	—
干渉電力	帯域外発射の 相対値規定の上限値	—
アンテナ パターン	オムニアンテナ	弊社16dBi アンテナパターン
その他損失	人体吸収損失8dB	給電線損失5dB
許容干渉電力	—	-119 dBm/MHz
Simulation回数	20万回	

SpaceMobile地球局 (移動局) の同時送信台数について

Case1 :
20MHzでの最大RB=100より、100台/セルで計算

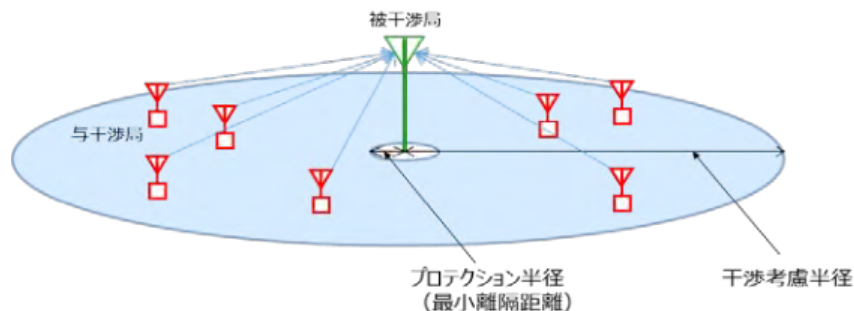
Case2 :
下記トラフィックモデルより算出した71台/セルで計算

Macro-cell	Urban	Suburban	Rural	Space Mobile
ISD (km)	0.5	1.299	1.732	36
Traffic density (erl/MHz/Km2)	40.62	6.018	3.385	0.0078

移動局の同時送信台数については情通審報告書*1を参考に、SpaceMobileのセル径に適用して算出したものと最大RB数から設定した2つの条件も用いた。

*1：情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会
「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日
第4章「1.7GHz帯LTE-Advancedシステム相互間及び1.7GHz帯LTE-Advancedシステムと他システムとの干渉検討」結果
https://www.soumu.go.jp/main_content/000510578.pdf

【参考】 共用検討 SpaceMobile地球局 (移動局) → LTE-A基地局 (隣接) <Step3> モンテカルロシミュレーションの結果



モンテカルロ・シミュレーションによる確率的な評価を行った結果、許容干渉電力を超過する確率が3%以下の条件で、4種類の全ての伝搬モデルで所要改善量はマイナスとなった。

上記結果より、最大送信出力近傍の送信を継続するような移動局の場合でも、隣接するLTE-A基地局への累積与干渉の所要改善量はマイナスであり、これまでの報告と同様に許容値を下回る結果となる。

Case1：同時送信移動局がセル内100台の場合

伝搬モデル	干渉確率3%以下 所要改善量
ITU-R SM.2028 (Urban)	-33.5dB
ITU-R SM.2028 (Sub-urban)	-11.0dB
ITU-R SM.2028 (Open area)	-4.0dB
Free space	-2.5dB

Case2：同時送信移動局がセル内71台の場合

伝搬モデル	干渉確率3%以下 所要改善量
ITU-R SM.2028 (Urban)	-35.0dB
ITU-R SM.2028 (Sub-urban)	-13.0dB
ITU-R SM.2028 (Open area)	-5.0dB
Free space	-3.0dB

【参考】 共用検討 SpaceMobile地球局 (移動局) → LTE-A移動局 (隣接)

<Step3> モンテカルロシミュレーションの諸元と結果

モンテカルロシミュレーションの前提条件

	与干渉局 SpaceMobile地球局	被干渉局 LTE-A移動局
周波数	1730-1750MHz	1805-1825, 1845-1880MHz
配置	一様分布	セル中心
移動局送信台数	100台・71台 / セル	—
空中線高さ	1.5m	1.5m
Azimuth	0°	0°
Tilt	0°	0°
送信電力	+23dBm	—
干渉電力	-50dBm/MHz	—
アンテナ パターン	オムニ	オムニ
その他損失	人体吸収損失8dB	人体吸収損失8dB
許容干渉電力	—	-111 dBm/MHz
Simulation回数	20万回	

モンテカルロシミュレーションの結果

Case1：同時送信移動局がセル内100台の場合

伝搬モデル	干渉確率3%以下 所要改善量
ITU-R SM.2028 (Urban)	-93dB
ITU-R SM.2028 (Sub-urban)	-70dB
ITU-R SM.2028 (Open area)	-61dB
Free space	-38dB

モンテカルロ・シミュレーションによる確率的な評価を行った結果、許容干渉電力を超過する確率が3%以下の条件で、4種類の全ての伝搬モデルで所要改善量は大幅にマイナスとなった。

上記結果より、最大送信出力近傍の送信を継続するような移動局の場合でも、隣接するLTE-A移動局への累積干渉の所要改善量はマイナスであり、これまでの報告と同様に許容値を下回る結果となる。

*1：情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会
「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日
第4章「1.7GHz帯LTE-Advancedシステム相互間及び1.7GHz帯LTE-Advancedシステムと他システムとの干渉検討」結果
https://www.soumu.go.jp/main_content/000510578.pdf

共用検討に使用するパラメータ

共用検討に使用するLTE-A基地局とSM衛星局のTXパラメータ

- LTE-A基地局については、スモールセル局より諸元の厳しいマクロセル局で共用検討を実施し、共用可能であれば、スモールセル局も同様に共用可能とした。

	LTE-A 基地局 TX	SpaceMobile 衛星局 TX
周波数帯	1805 to 1880 MHz	1825 to 1845 MHz
空中線電力	36dBm/MHz	33 dBm/MHz
空中線利得	17dBi	仰角に依存, 45dBi@+20度, 38dBi@+90度
給電線損失等	5dB	1.5 dB
等価等方輻射電力 (EIRP)	48dBm/MHz	76.5dBm/MHz @+20度 69.5dBm/MHz @+90度
空中線指向特性 (水平)	図4.2. 1-1 (次ページ掲載)	Directional, tracking ground cell
空中線指向特性 (垂直)	図4.2. 1-2 (次ページ掲載)	仰角に依存
送信空中線高	40m	700km orbit
送信帯域幅	20MHz	20MHz
隣接チャネル漏洩電力	-13dBm/MHz or -44.2dBc/18MHz @20MHz offset -44.2dBc/18MHz @40MHz offset	-45dBc @ 20MHz offset -45dBc @ 40MHz offset
スプリアス領域における不要発射の強度	-13dBm/100kHz (30M-1GHz) -13dBm/MHz (1G-12.75GHz) -41dBm/300kHz (1884.5-1915.7MHz) -52dBm/MHz (2010-2025MHz)	TS36.104 V10 spurious requirement for Wide Area BSに準拠した上限値 +1.7dBm/100kHz ($\Delta f + 1\text{MHz}$) -14dBm/100kHz ($10\text{M} > \Delta f \geq 5\text{MHz}$) -13dBm/MHz ($\Delta f \geq 10\text{MHz}$)
その他の損失	-	-

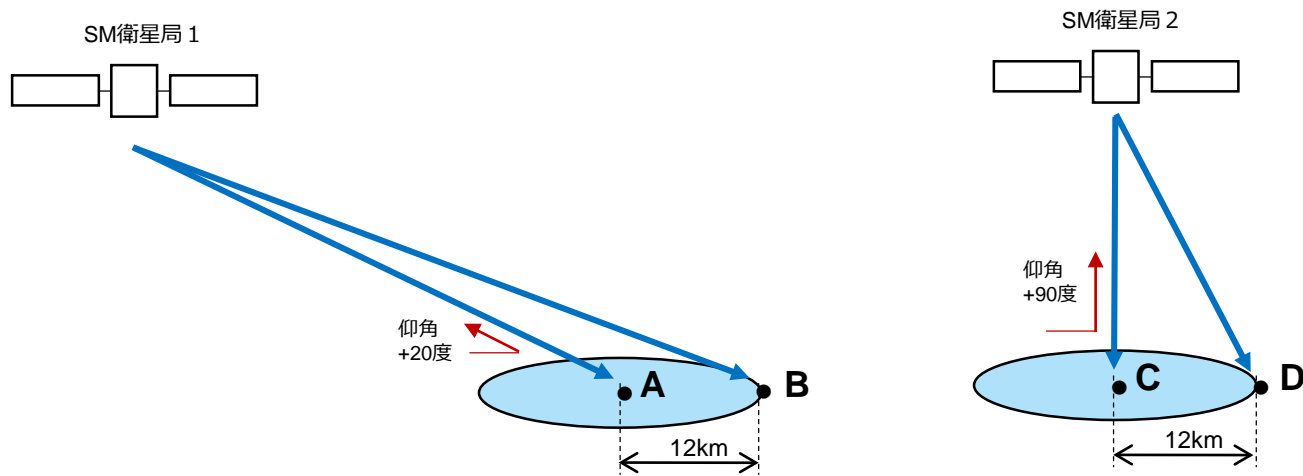
* SpaceMobile衛星局のActiveビームはセル直径24km圏内をカバー

情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会
「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日

第4章「1.7GHz帯LTE-Advancedシステム相互間及び1.7GHz帯LTE-Advancedシステムと他システムとの干渉検討」

https://www.soumu.go.jp/main_content/000510578.pdf

【参考】 SpaceMobile衛星局 地上のセルエッジでの空中線利得



	セルエッジの利得	セル中心の利得	中心とエッジの差異
仰角20度 空中線利得	B点 : 45 dBi	A点 : 45.3 dBi	0.3 dB
仰角90度 空中線利得	D点 : 38 dBi	C点 : 41.0 dBi	3.0 dB

共用検討に使用するLTE-A基地局 送受信アンテナパターン

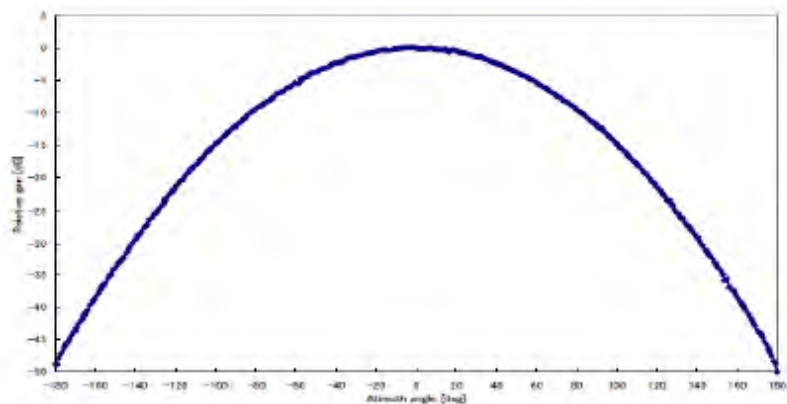


図4.2.1-1 LTE-Advanced基地局の送受信アンテナパターン(水平面)
(携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成20年12月11日) 図3.2.1-1を引用)

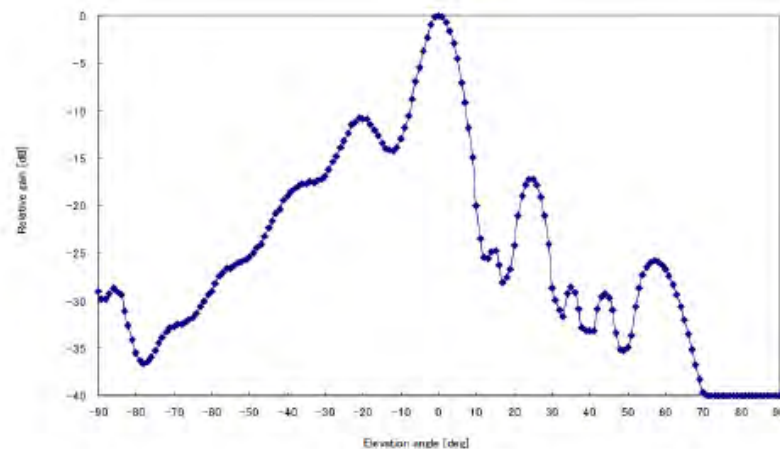


図4.2.1-2 LTE-Advanced基地局の送受信アンテナパターン(垂直面)
(携帯電話等高度化委員会報告(平成25年7月24日) 図2.2.1-2を引用)

情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会
「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日
第4章「1.7GHz帯LTE-Advancedシステム相互間及び1.7GHz帯LTE-Advancedシステムと他システムとの干渉検討」

https://www.soumu.go.jp/main_content/000510578.pdf

共用検討に使用するLTE-A基地局とSM衛星局のRXパラメータ

	LTE-A 基地局 RX	SpaceMobile 衛星局 RX
周波数帯	1710 to 1785MHz	1730 to 1750MHz
許容干渉電力 (帯域内干渉)	-119dBm/MHz (I/N=-10dB, NF=5dB)	-121.5dBm/MHz (I/N=-10dB, NF=4.1dB)
許容感度抑圧電力 (帯域外干渉)	-43dBm	TBD
給電線損失等	5dB	1.5 dB
空中線利得	17dBi	仰角に依存, 45dBi@+20度, 38dBi@+90度
空中線指向特性 (水平)	図4.2. 1-1 (前ページ掲載)	仰角に依存
空中線指向特性 (垂直)	図4.2. 1-2 (前ページ掲載)	仰角に依存
送信空中線高	40m	700km orbit
送信帯域幅	20MHz	20MHz
その他の損失	-	-

* SpaceMobile衛星局のActiveビームはセル直径24km圏内をカバー

情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会

「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日)

第4章「1.7GHz帯LTE-Advancedシステム相互間及び1.7GHz帯LTE-Advancedシステムと他システムとの干渉検討」

https://www.soumu.go.jp/main_content/000510578.pdf

共用検討に使用するLTE-A陸上移動局のTX/RXパラメータ

- SpaceMobile移動局は、既存のLTE-A陸上移動局をそのまま使用することを想定しており、仕様変更はないため、既存システムとの共用検討については同じパラメータを使用する。

	LTE-A UE TX
周波数帯	1710 to 1785 MHz
空中線電力	23dBm/MHz
空中線利得	0dBi
給電線損失等	0dB
等価等方輻射電力 (EIRP)	23dBm/MHz
空中線指向特性 (水平)	Omni
空中線指向特性 (垂直)	Omni
送信空中線高	1.5m
送信帯域幅	20MHz
隣接チャネル漏洩電力	下記 or -50dBm/3.84MHzの高い値 -33dBc (BW Ch/2+2.5MHz離調) -36dBc (BW Ch/2+7.5MHz離調) 下記 or -50dBm/BW Ch MHzの高い値 -30dBc (BW Ch離調)
スプリアス領域における不要発射の強度	-36dBm/1kHz (9k-150kHz) -36dBm/10kHz (150k-30MHz) -36dBm/100kHz (30M-1GHz) -30dBm/MHz (1GHz-18GHz)
その他の損失	8dB (人体吸収損)

	LTE-A UE RX
周波数帯	1805 to 1880MHz
許容干渉電力 (帯域内干渉)	-110.8dBm/MHz (I/N=-6dB)
許容感度抑圧電力 (帯域外干渉)	-56dBm (BW Ch/2+7.5MHz離調) -44dBm (BW Ch/2+12.5MHz離調)
給電線損失等	0dB
空中線利得	0dBi
空中線指向特性 (水平)	Omni
空中線指向特性 (垂直)	Omni
送信空中線高	1.5m
送信帯域幅	20MHz
その他の損失	8dB (人体吸収損)

情報通信審議会・情報通信技術分科会・新世代モバイル通信システム委員会「新世代モバイル通信システム委員会報告書」平成29年(2017年)9月27日
第4章「1.7GHz帯LTE-Advancedシステム相互間及び1.7GHz帯LTE-Advancedシステムと他システムとの干渉検討」

https://www.soumu.go.jp/main_content/000510578.pdf

共用検討に使用するPHS基地局のTX/RXパラメータ

2.7.1 PHSの干渉パラメータ

(1) 送信特性

表 2.7-1 に PHS の干渉パラメータのうち、送信特性のものを示す。

表 2.7-1 PHSの干渉パラメータ（送信特性）

	PHS基地局	PHS端末
使用周波数帯	1884.5MHz～1919.6MHz	
空中線電力	36dBm ^{**2}	22dBm ^{**3}
給電線損失	0dB	0dB
空中線利得	16dBi ^{**4}	0dBi ^{**4}
アンテナ指向特性 (水平)	図2.7-1参照 ^{*1}	無指向性 ^{*1}
アンテナ指向特性 (垂直)		
アンテナ地上高	30m	1.5m
占有周波数帯幅	288kHz / 884kHz	
変調方式	π/4シフトQPSK,BPSK,QPSK,8PSK,12QAM,16QAM, 24QAM,32QAM,64QAM,256QAM	
送信フィルタ特性	(スプリアス発射を含む)	
隣接チャネル 漏えい電力	(占有帯域幅288kHz) 0.6MHz離調:-31dBm/192kHz、 0.9MHz離調:-36dBm/192kHz	
帯域外発射電力	(占有帯域幅884kHz) 0.9MHz離調:-31dBm/192kHz、 1.2MHz離調:-36dBm/192kHz	
スプリアス領域に おける不要発射の電力	-36dBm/MHz (1920MHz～1980MHz,2110MHz～2170MHz) -31dBm/MHz(その他)	
1無線局のキャリア数	—	
人体吸収損失	—	8dB

*1：携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成17年5月30日)

*2：(参考)無線設備規則では基地局制御chは2W

*3：ハーフレート通信時の値（1チャンネル当たりの平均電力が10mWであることから、干渉検討においては送信バースト電力160mWを採用）

*4：(参考)無線設備規則では、1884.65MHz以上1893.35MHz以下の周波数において、基地局アンテナ利得は最大21dBiまで、端末アンテナ利得は4dBiまで。

(2) 受信特性

表 2.7-2 に PHS の干渉パラメータのうち、受信特性のものを示す。

表 2.7-2 PHSの干渉パラメータ（受信特性）

	基地局	端末
使用周波数帯	1884.5MHz～1919.6MHz	
受信感度・実効選択度	-97dBm (π/4シフトQPSKの場合)	
給電線損失	送信側パラメータと同じ	
空中線利得		
アンテナ指向特性(水平)		
アンテナ指向特性(垂直)		
アンテナ地上高		
受信周波数帯幅	288kHz / 884kHz	
変調方式	送信側パラメータと同じ	
受信フィルタ特性	(感度抑圧レベルを含む)	
許容干渉レベル(帯域内)	-126dBm/300kHz ^{*1}	-124dBm/300kHz ^{*1}
感度抑圧レベル(帯域外)	-30dBm ^{**2}	-30dBm ^{**2}
人体吸収損失	送信側パラメータと同じ	

*1：携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成17年5月30日)

*2：2,010～2,025MHzでの値

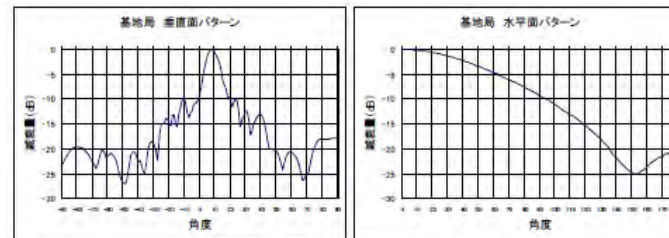


図2.7-1 PHS基地局のアンテナ特性

情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告
 諮問第81号「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち
 「2GHz帯におけるTDD方式を活用した移動通信システムの技術的条件」
https://www.soumu.go.jp/main_content/000221944.pdf