

ローカル5G 周辺システムとの調整を不要にする条件の検討

2020年2月20日

パナソニック株式会社

本検討の内容

ローカル5G利用における条件

1. 調整対象区域に既にある他のローカル5Gとの干渉調整が必要
開設後に調整対象区域内にローカル5Gが開設された場合、調和のための努力が必要

免許取得時の調整負担が大きいことと、免許取得後の運用時のリスクが課題

調整対象区域を敷地外に必要としない運用条件について検討

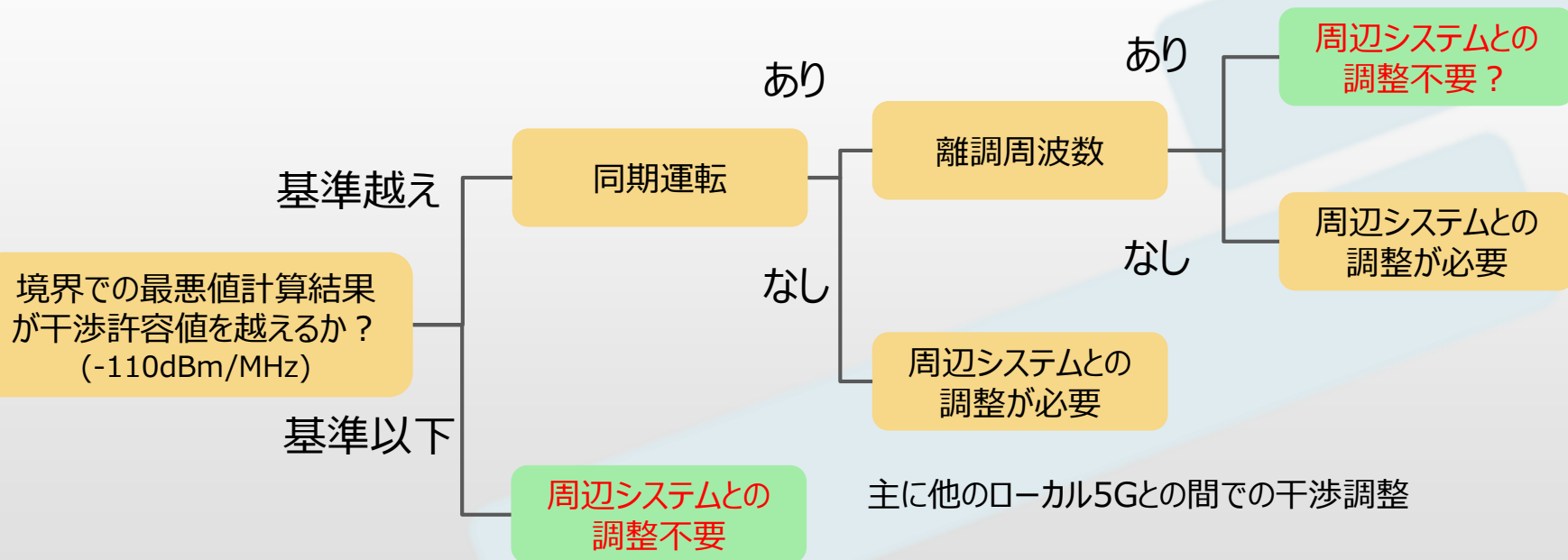
2. 公衆5Gサービス保護のため、同期運転が必要

上下トラヒックの非対称性に対する柔軟性や、低遅延フォーマットなど、運用自由度が制限されることが課題

同期運転の有用性を数値化し、非同期運転の実現性について検討

ローカル5Gと他の5Gシステムとの運用調整

主に公衆5Gとの間での干渉調整



主に他のローカル5Gとの間での干渉調整

基本的な考え方

所要干渉抑圧量を導くためのベースとなる計算

免許人の管理が及ばないパラメータを排除し、干渉の最悪値を保障値として取得

→ 今回は、無限平面上の自由空間減衰モデルを使用して、所要干渉抑圧量を計算

積み上げ可能な干渉軽減手段(ミティゲーションクニック)

所要干渉抑圧量に、免許人の管理が及ぶ干渉軽減手段を与え調整対象区域を限定

→ 管理可能な干渉軽減手段例)

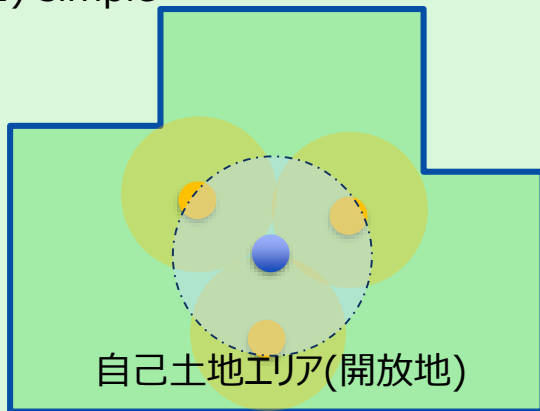
送信電力制限、基地局側の指向性、同期、電波障害物

免許人が意図的に、そして確実に効果を実施できる以外の変数については、免許人による管理ができないものとして計算に使用しないことを基本にします。

調整対象区域を作らないセル配置例

自己土地エリア内で許容干渉電力に到達するために送信電力並びに境界面までの距離を確保する干渉が残留する場合は、確実な遮蔽物を置くなどの処置をとる(屋内利用限定は遮蔽物を置くことと同義)したがって、端末は自己土地の境界面いっぱいまでは使えない(隣接システムと調整すれば可能)

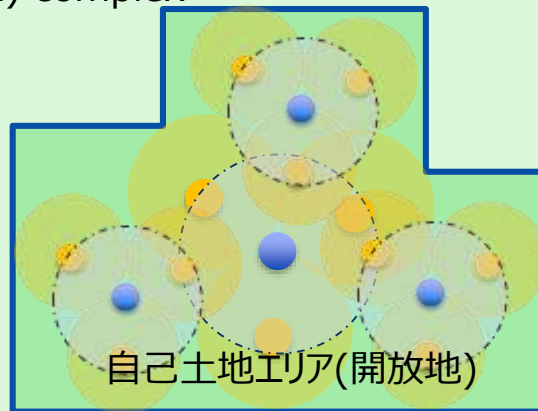
例1) simple



調整不要エリア

許容干渉電力
-110dBm/MHz
-93dBm/50MHz
-90dBm/100MHz

例2) complex



調整不要エリア

許容干渉電力
-110dBm/MHz
-93dBm/50MHz
-90dBm/100MHz

- 端末移動可能域 (基地局放射)
- 端末放射
- 基地局アンテナ
- 自己土地弱電界
- 調整不要エリア
- 端末アンテナ

免許取得人の管理が及ぶ干渉軽減手段の具体例と適用範囲

主に端末が与干渉となる場合、検証軽減手段の適用範囲は限られる

免許人の意思で管理できる追加可能なカップリングロス

	送信電力抑圧	指向性減衰	離隔距離	電波障害遮蔽[3]	ガードバンド	送受タイミング同期 + 周波数同期	周波数同期のみ
ローカル5G 基地局送信	セルサイズ、所望キャパシティに合わせて送信電力調整	自己土地内へエレベーションを規制することで、8x8アレイによる利得(23dB)のoff-axisを得る	セルサイズ、所望キャパシティに合わせて距離減衰量調整	自己土地内に意図的に設置 屋内環境もこれに相当	RB開始Index セル境界の端末に対するリソースブロック配置を規制	公衆回線DL/ULパターンを合わせる 周波数(基準クロック)を合わせる	周波数(基準クロック)を合わせる
	利用可 任意のレベル	利用可 18dB(TBD) ただし、地面反射の考慮必要	利用可 任意の距離	利用可 任意の材質 15dB(n79) [1] 20dB(n257) [1]	利用可 任意ガードバンド TBD	BS⇔端末は無効果 -85dBm [2]	ACLR 45dB[4] (-13dBmより下げられる)
ローカル5G 端末送信	利用可 基地局からの指示に従うため	利用不可 位置関係を管理不能なため	利用可 自己土地内での利用に限定	利用不可 位置関係を管理不能なため	利用可 基地局からの指示に従うため	BS⇔端末は無効果 基地局からの指示に従うため -50dBm [3]	利用可 ACLR 30dB[5] (-50dBmより下げられる)
公衆基地局	管理対象外						
公衆端末							

[1] ITU-R P. 2019-1 Prediction of building entry loss pp.3-5(08/2019)

[2] 3GPP TS 38.104 V15.8.0 (2019-12) NR; Base Station (BS) radio transmission and reception(Release 15) pp.46 6.4.1

[3] 3GPP TS 38.101 V15.8.2 NR; User Equipment (UE) radio transmission and reception; Part 1: Range 1 Standalone p.46 6.3.2

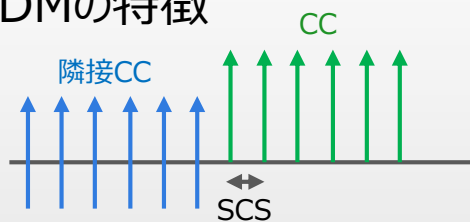
[4] 3GPP TS 38.104 V15.7.0 NR; Base Station (BS) radio transmission and reception(Release 15) pp.50-53 6.6.3 (2019-12)

[5] 3GPP TS 38.101 V15.8.2 NR; User Equipment (UE) radio transmission and reception; Part 1: Range 1 Standalone p.80 6.5.2.4.1 (2019-12)

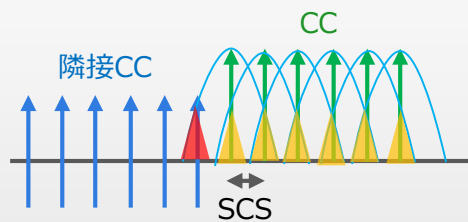
同期による追加効果(1)

送受タイミングを正確に合わせることは、基準クロックを合わせることに相当し、OFDMシステムどうしの場合受信側での見かけ上の干渉を軽減できる^[注1]

OFDMの特徴

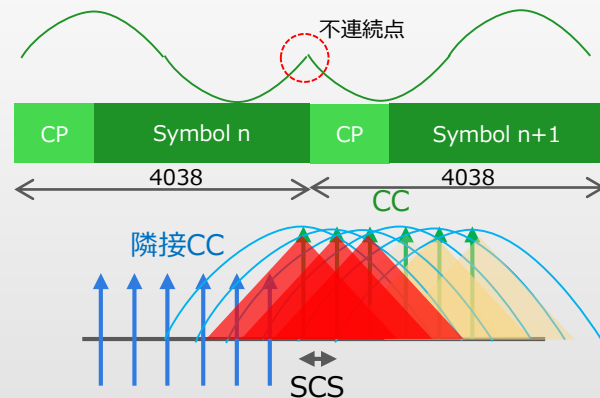


OFDMは隣のサブキャリア間隔が一定で、それぞれ完全に直交しサブキャリア間は干渉しない
隣接のCCラスタ位置及び隣接のSCSが自身のSCSの整数倍であれば、直交する



基準周波数がずれると、サブキャリア間隔がずれ、直交状態が崩れて自身のサブキャリアにも隣接サブキャリアにも干渉を与える

- ▲ 隣接システムへの干渉
- ▲ 自システム内の干渉



左記は、シンボル内でのみ通用。
シンボル間では不連続点が発生し、帯域外スプリアスが広がるためTA^[注2]で厳密なタイミング同期が必要
ただし、不連続点は例えば4384サンプルに1回(1/4038)のためシンボルずれがあっても影響は限定的

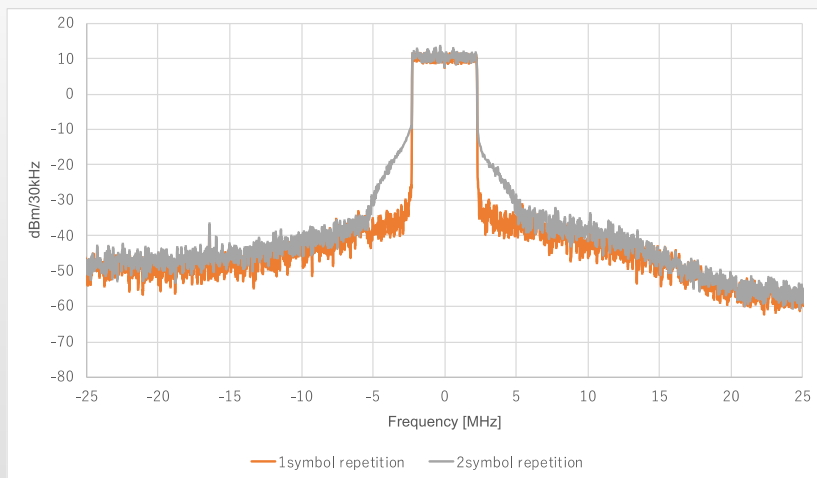
注1:ただし、相互変調歪、IP2,IP3イメージ等の歪は残留

注2:Timing Advanced 端末と基地局間のタイミング同期

同期による追加効果(2)

高度な歪保障を適用アンプでなくても、3GPP規格上のACLR(基地局45dBc、端末35dBc)を全領域で適用可能と思われる

したがって、本検討では周波数同期適用を条件に本数値を隣接チャネル漏洩抑圧値として使用する



シンボル同期例(当社装置測定結果)

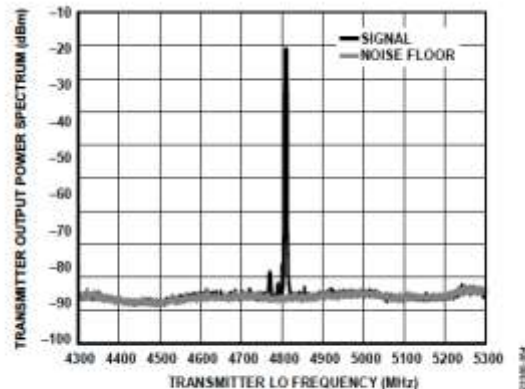


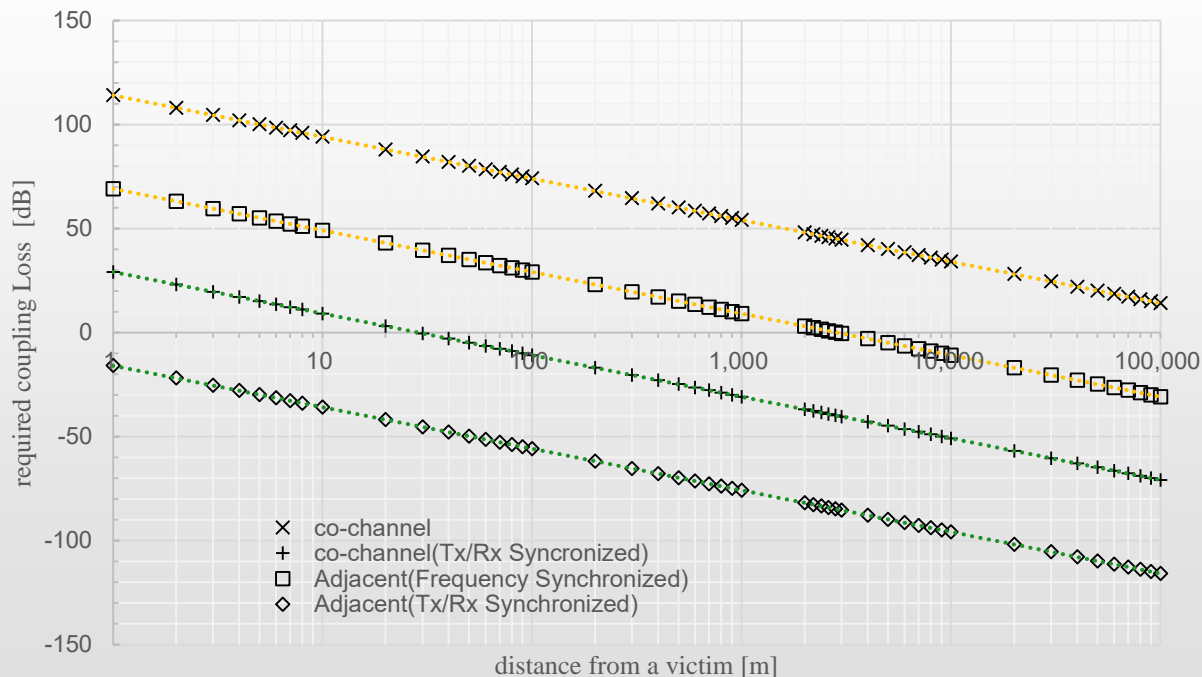
Figure 352. Transmitter Output Power Spectrum, Tx1, 5 MHz LTE, 10 MHz Offset, -10 dBFS RMS, 1 MHz Resolution Bandwidth, $T_j = 25^\circ\text{C}$

トランシーバー出力例[6]

干渉計算のパラメータ (n79/ 4.7GHz)

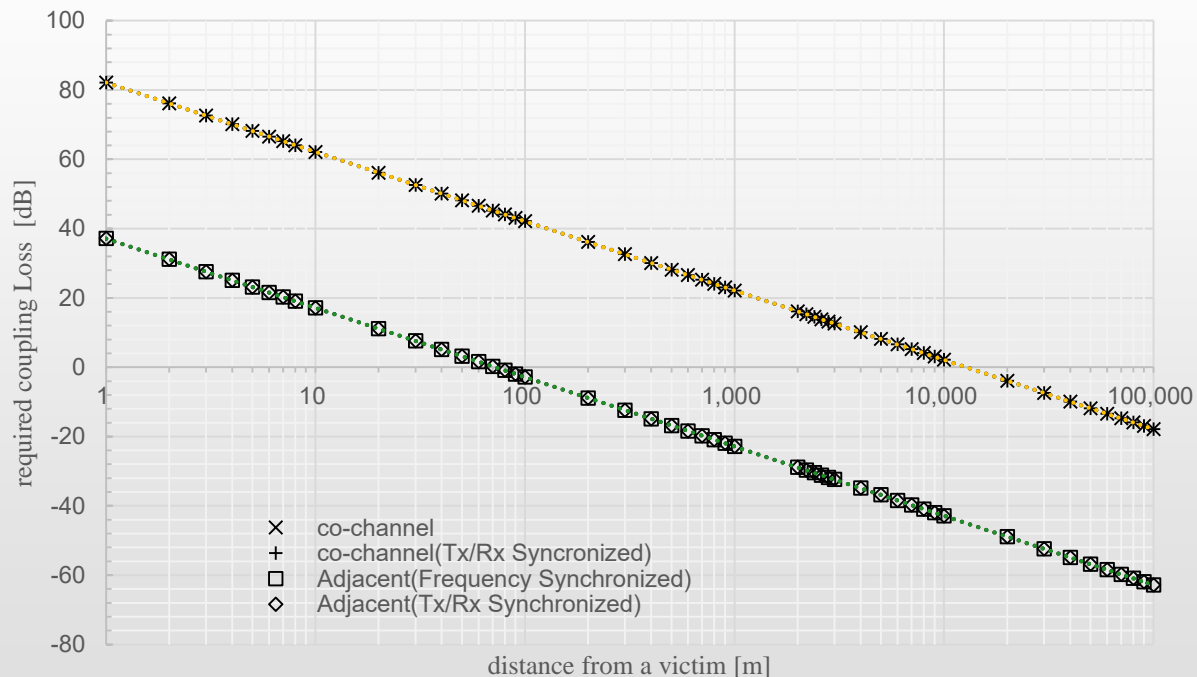
① 基地局(与干渉)から基地局(被干渉)	MCL: 160dB	② 基地局(与干渉)から端末(被干渉)	EIRP: 128dB
送信EIRP	25dBm/MHz(内、アンテナ利得20dB)	送信EIRP	25dBm/MHz(内、アンテナ利得20dB)
送信EIRP(Tx OFF時) ^[2]	-85dBm/MHz (内、アンテナ利得20dB)	ACLR	-45dB以下 ^[4] (-13dBmを下回ること)
ACLR	-45dB以下 ^[4] (-13dBmを下回ること)	受信アンテナ利得	0dBi(基地局受信、フィーダーロス含む)
受信アンテナ利得	20dBi(基地局受信、フィーダーロス含む)	人体ロス	8dB(端末)
人体ロス	0dB	許容干渉電力	-111dBm/MHz (IN=-6, NF=9)
許容干渉電力	-115dBm/MHz (IN=-6, NF=5)		
③ 端末(与干渉)から基地局(被干渉)	MCL: 133dB	④ 端末(与干渉)から端末(被干渉)	MCL: 101dB
送信EIRP	6dBm/MHz (空、中線電力 23dBm/47.9MHz 2User/TTI)	送信EIRP	6dBm/MHz (内、空中線電力 23dBm/47.9MHz 2User/TTI)
ACLR	-30dB以下 ^[5] (-50dBmを下回ること)	送信EIRP(Tx OFF時) ^[5]	-67dBm/MHz(-50dBm/47.9MHz)
受信アンテナ利得	20dBi(基地局受信、フィーダーロス含む)	ACLR	-30dB以下 ^[5] (-50dBmを下回ること)
人体ロス	8dB(端末側)	受信アンテナ利得	0dBi(端末受信、フィーダーロス含む)
許容干渉電力	-115dBm/MHz (IN=-6, NF=5)	人体ロス	16dB(2端末)
		許容干渉電力	-111dBm/MHz (IN=-6, NF=9)

① 4.7GHz 最悪値計算 (基地局から基地局)



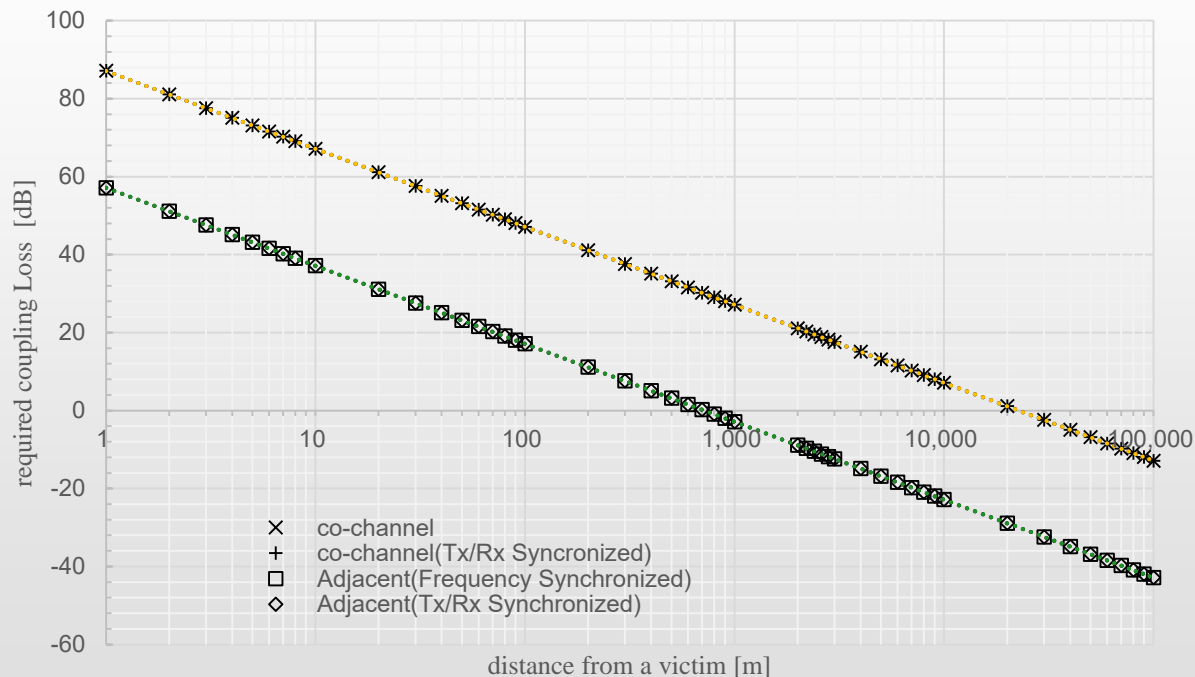
n79 BS-BS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル	74dB
同一チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (周波数同期)	29dB

② 4.7GHz 最悪値計算 (基地局から端末)



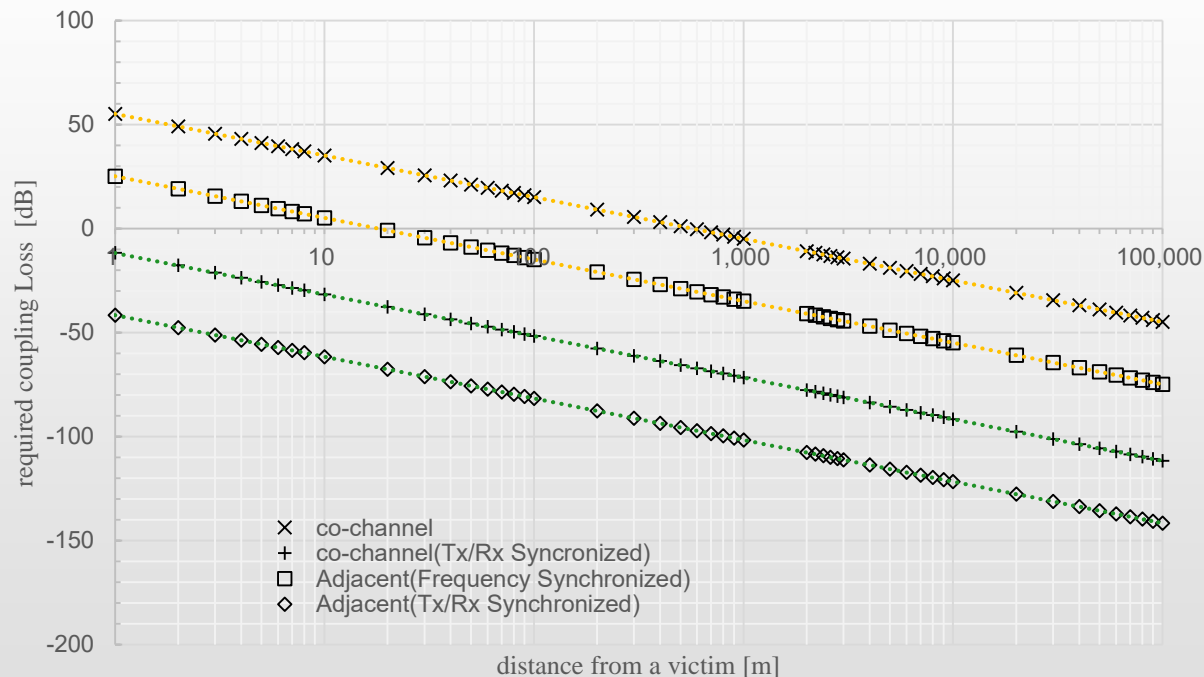
n79 BS-MS	所要追加ロス @100m
同一チャネル	42dB
同一チャネル (送受タイミング同期)	42dB(効果なし)
隣接チャネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャネル (周波数同期)	--

③ 4.7GHz 最悪値計算 (端末から基地局)



n79 MS-BS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル	47dB
同一チャンネル (送受タイミング同期)	47dB(効果なし)
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	17dB(効果なし)
隣接チャンネル (周波数同期)	17dB

④ 4.7GHz 最悪値計算 (端末から端末)



n79 MS-MS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル	15dB
同一チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (周波数同期)	--

自己土地敷地境界100mにおける最悪値計算結果のまとめ

- ローカル5G間(同一チャンネル)の共用は送信タイミング同期有り無しに関わらず厳しい結果となりました。
- 隣接チャンネル間では、ローカル5G基地局へ、他5G端末が近接した時に最も干渉を受けます。基地局と端末間の干渉のため、送受タイミング同期の効果は得られず、他5G端末の送信電力を抑えることもできない厳しい状況になります。

n79 BS-BS	所要追加ロス @100m	n79 BS-MS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル/同期	74dB/ --	同一チャンネル/同期	42dB/ 42dB
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--	隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (周波数同期)	29dB	隣接チャンネル (周波数同期)	--

n79 MS-BS	所要追加ロス @100m	n79 MS-MS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル/同期	47dB/ 47dB	同一チャンネル/同期	15dB
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	17dB(効果なし)	隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (周波数同期)	17dB	隣接チャンネル (周波数同期)	--

n257 BS-BS	所要追加ロス @100m	n257 BS-MS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル/同期	54dB	同一チャンネル/同期	50dB/50dB
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--	隣接チャンネル (送受タイミング同期)	5dB(効果なし)
隣接チャンネル (周波数同期)	9dB	隣接チャンネル (周波数同期)	5dB

n257 MS-BS	所要追加ロス @100m	n257 MS-MS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル/同期	51dB/51dB	同一チャンネル/同期	47dB
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	21dB(効果なし)	隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (周波数同期)	21dB	隣接チャンネル (周波数同期)	17dB

まとめ

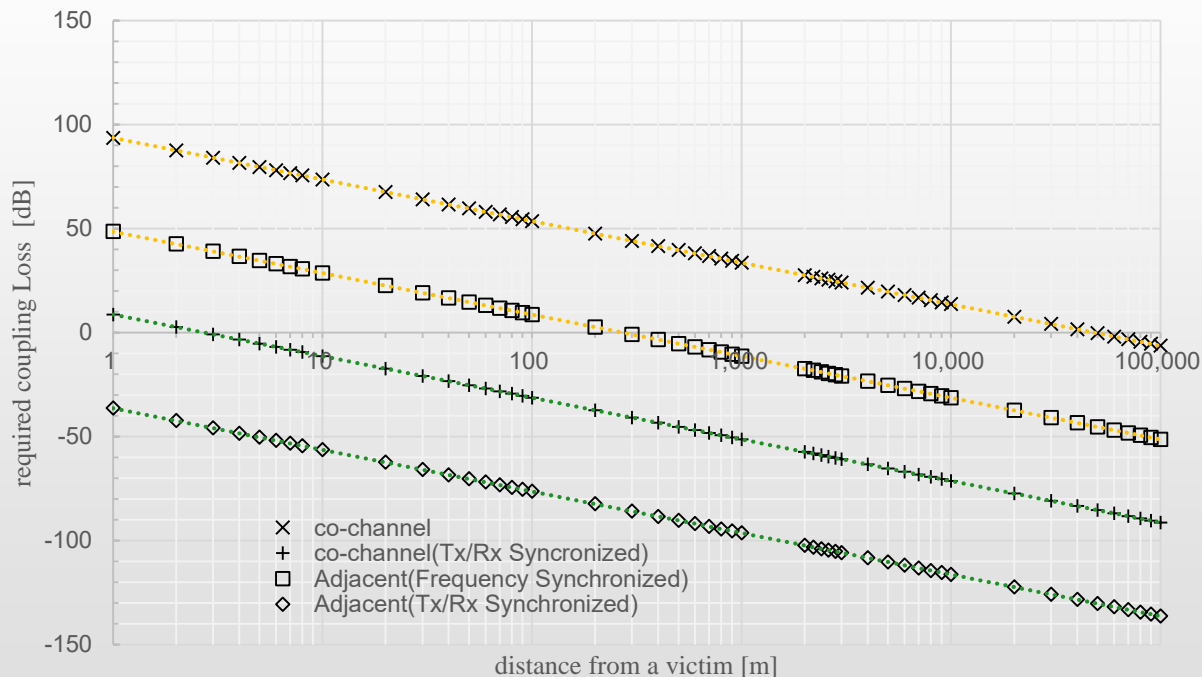
1. ローカル 5 Gで調整対象区域を作らないためには大きな自己制限を必要とします。密集利用を可能にするためにも共用方法について更なる深堀が必要と考えます。一例として、
 - 同一システムであるローカル5Gどうしでの許容干渉量(I/N基準)の見直し
 - ローカル 5 G間でのFFR(Fractional Frequency Reuse)の導入手段検討
2. 公衆通信事業者様との間で同期していても干渉が発生するケースがあります。
 - 自己土地内での公衆事業者様の端末とローカル 5 G基地局間で干渉が発生することがあります。この場合、工場、物流倉庫などの自動運転施設内への公衆端末持ち込み制限などで回避できますが、その在り方については議論が必要と思われます。
 - 自己土地であっても第三者の立ち入りがある公開用地内に公衆基地局を設置した場合、公衆基地局とローカル5G端末との間で干渉が発生することがあります。この場合、ローカル 5 Gと自己土地内の公衆基地局との間で何らかの調整が必要と思われます。

以降ご参考

最悪値計算の条件(n257/ 28GHz)

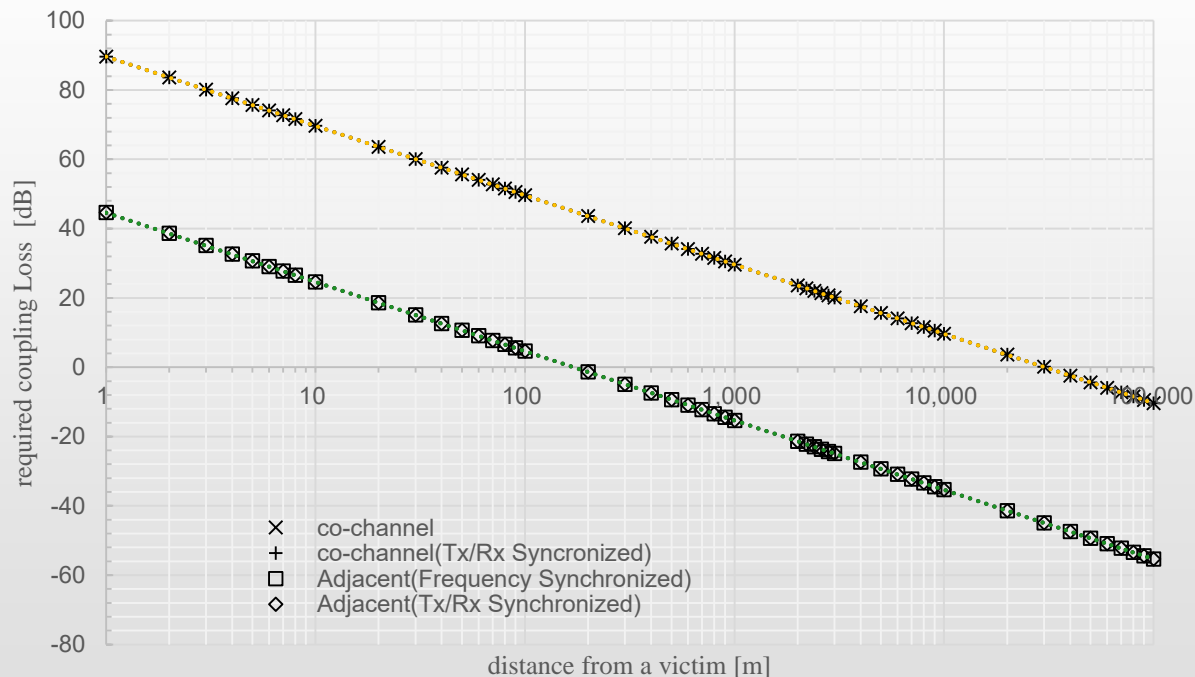
① 基地局(与干渉)から基地局(被干渉)	MCL: 155dB	② 基地局(与干渉)から端末(被干渉)	MCL:151dB
送信EIRP(アンテナ利得23dBi)	25dBm/MHz	送信EIRP(アンテナ利得23dBi)	25dBm/MHz
送信EIRP(Tx OFF時) ²⁾	-85dBm/MHz (内、アンテナ利得20dB)	ACLR	-45dB以下 ⁴⁾ (-13dBmを下回ること)
ACLR	-45dB以下 ⁴⁾ (-13dBmを下回ること)	受信アンテナ利得	20dBi(端末受信)
受信アンテナ利得	20dBi(基地局受信、フィーダーロス含む)	人体ロス	4dB(端末)
人体ロス	0dB	許容干渉電力	-110dBm/MHz (IN=-6, NF=10)
許容干渉電力	-110dBm/MHz (IN=-6, NF=10)		
③ 端末(与干渉)から基地局(被干渉)	MCL: 152dB	④ 端末(与干渉)から端末(被干渉)	MCL:148dB
送信EIRP(アンテナ利得20dBi)	26dBm/MHz (空中線電力 23dBm/47.5MHz 2ue/TTI)	送信EIRP(アンテナ利得20dBi)	26dBm/MHz (空中線電力 23dBm/47.5MHz 2ue/TTI)
ACLR	-30dB以下 ⁵⁾ (-50dBmを下回ること)	送信EIRP(Tx OFF時) ⁵⁾	-67dBm/MHz(-50dBm/47.9MHz)
受信アンテナ利得	20dBi(基地局受信、フィーダーロス含む)	ACLR	-30dB以下 ⁵⁾ (-50dBmを下回ること)
人体ロス	4dB	受信アンテナ利得	20dBi(端末受信)
許容干渉電力	-110dBm/MHz (IN=-6, NF=10)	人体ロス	8dB
		許容干渉電力	-110dBm/MHz (IN=-6, NF=10)

① 28GHz 最悪値計算 (基地局から基地局)



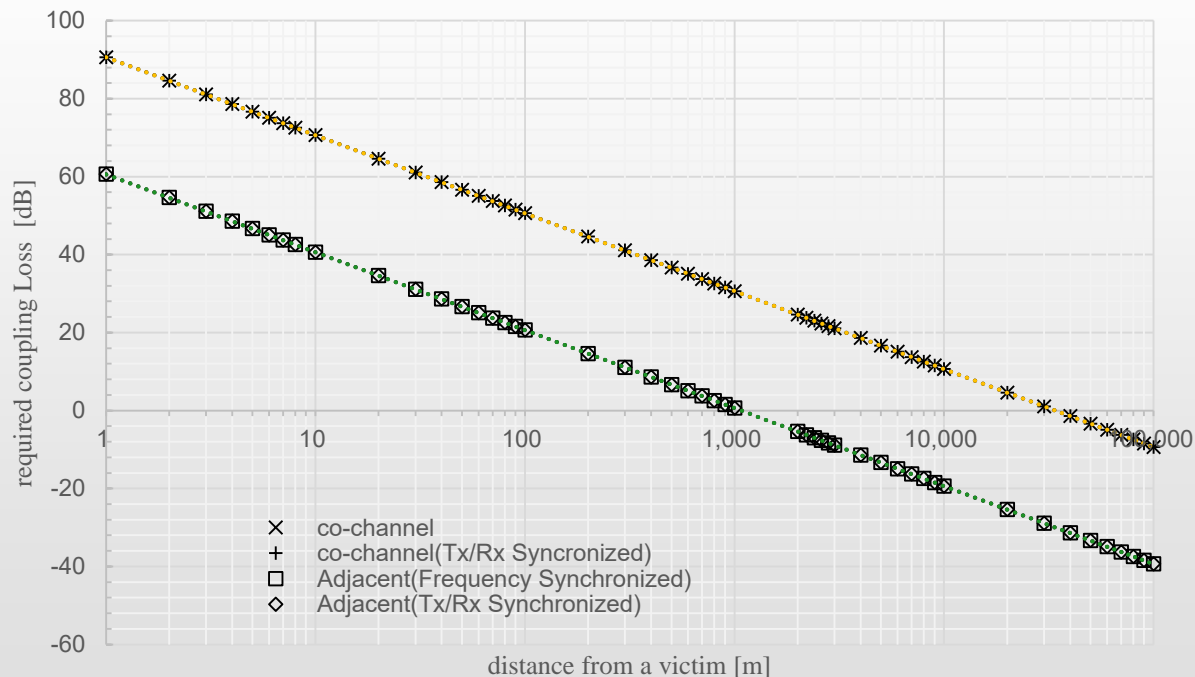
n257 BS-BS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル	54dB
同一チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (周波数同期)	9dB

② 28GHz 最悪値計算 (基地局から端末)



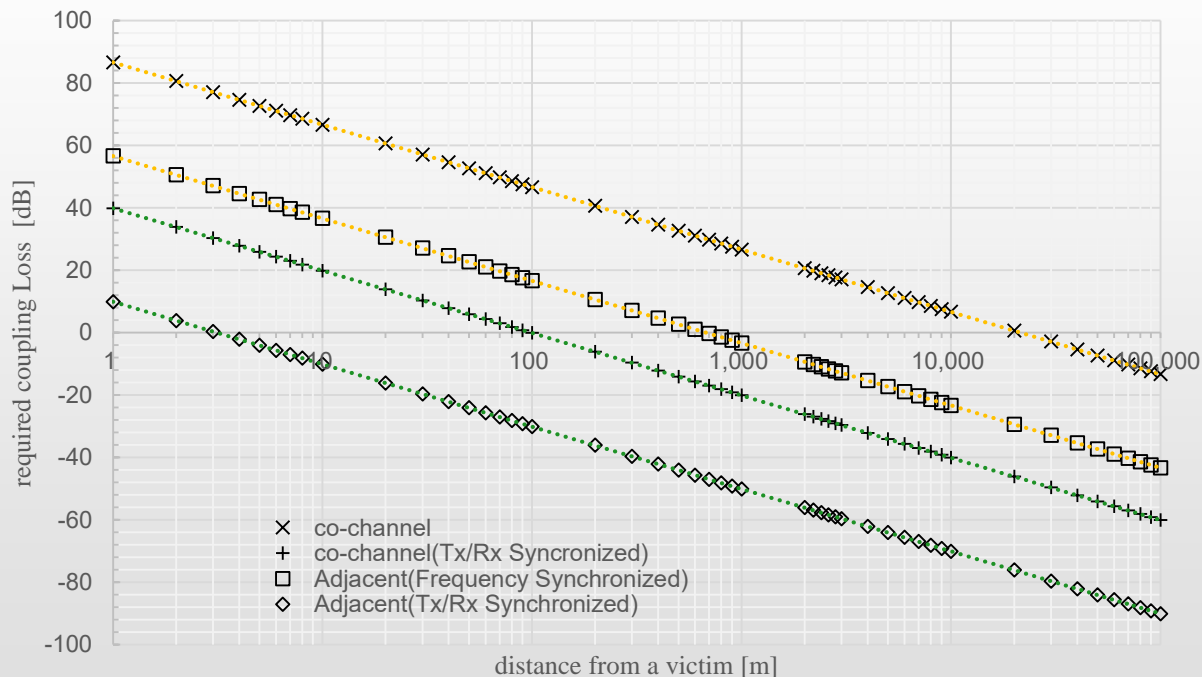
n257 BS-MS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル	50dB
同一チャンネル (送受タイミング同期)	50dB(効果なし)
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	5dB(効果なし)
隣接チャンネル (周波数同期)	5dB

③ 28GHz 最悪値計算 (端末から基地局)



n257 MS-BS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル	51dB
同一チャンネル (送受タイミング同期)	51dB(効果なし)
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	21dB(効果なし)
隣接チャンネル (周波数同期)	21dB

④ 28GHz 最悪値計算 (端末から端末)



n257 MS-MS	所要追加ロス @100m
同一チャンネル	47dB
同一チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (送受タイミング同期)	--
隣接チャンネル (周波数同期)	17dB