

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
V-High帯公共BB／狭帯域無線システム作業班(第10回)

公共BB(CH1)と狭帯域IoT無線システムとの共用検討(案)

令和7年10月2日

V-High帯公共BB／狭帯域無線システム作業班・アドホックグループ
株式会社国際電気、日本無線株式会社
株式会社スペースタイムエンジニアリング、自営無線通信研究所

1. はじめに
2. 公共BB(CH1)と狭帯域IoT無線システムとの同一周波数
共用条件
 - 2.1 同一周波数共用検討条件の考え方
 - 2.2 共用検討結果(狭帯域IoT無線の与干渉／公共BBの被干渉)[*]
 - 2.3 共用検討結果(狭帯域IoT無線の被干渉／公共BBの与干渉)[*]

参考資料 D/U実測値による同一周波数共用条件の検討条件

[*]: 所要離隔距離の検討の詳細は、第9回作業班で報告済

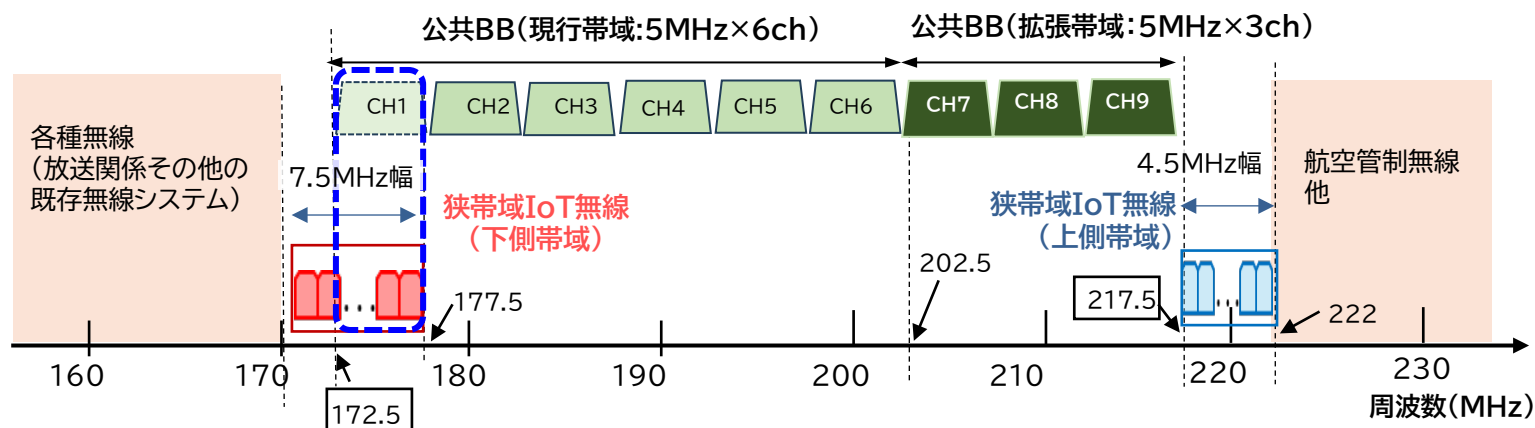
1. はじめに

■本紙では、公共BBと狭帯域IoT無線システムとの共用条件について、同一周波数共用(公共BB:CH1)の場合について、報告する。

○公共BB(CH1)が与干渉・被干渉の場合

- ①公共BB(CH1)【被干渉】 ← 狭帯域IoT無線(下側帯域)【与干渉】
- ②公共BB(CH1)【与干渉】 → 狭帯域IoT無線(下側帯域)【被干渉】

■公共BB及び狭帯域IoT無線の周波数配置

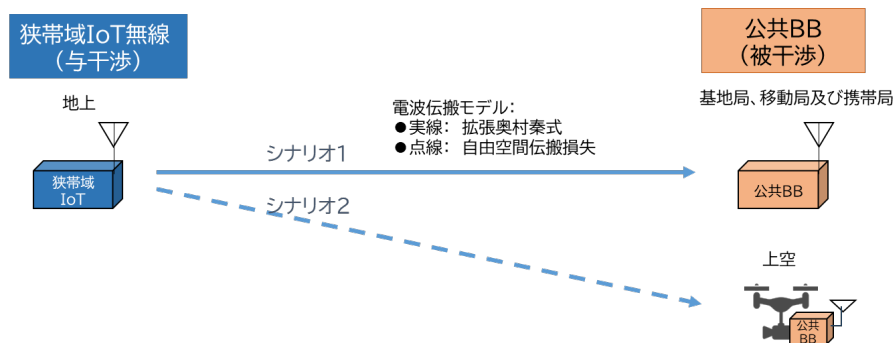


2.1 同一周波数共用検討条件の考え方

第9回作業班資料を再掲

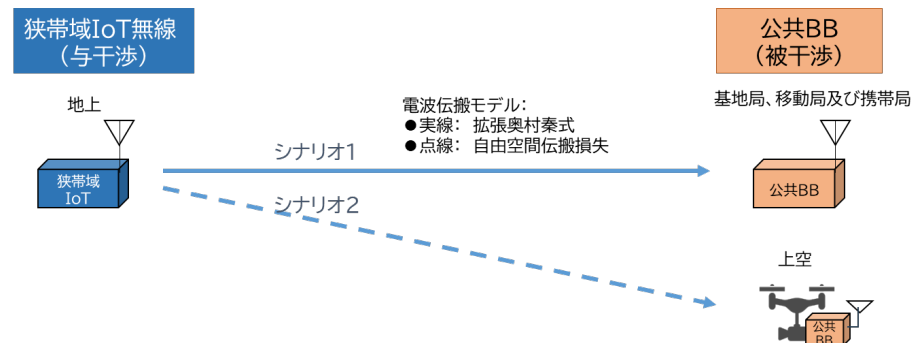
- ① 公共BBと狭帯域IoT無線システム間の同一周波数共用条件については、同一帯域内の自システムとして、以下の手法により、所要離隔距離の検討を行う考え方とした。
 - 手法2：両システム間のD/U実測値により、所要離隔距離を算出した(参考資料3、参考資料4)
- ② 公共BBのCH1との共用条件を検討するため、当該バンドの中央(175MHz)に着目して共用検討を実施した。
- ③ 所要離隔距離を試算する電波伝搬モデルは、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を進めることとした。(下図参照)
 - ここで、所要離隔距離については、双方の空中線利得が最大値(公共BB:10dBi、狭帯域IoT無線:6dBi(下側帯域))の場合が最大(最悪条件)となる。なお、例えば、主に利用が想定される空中線(2dBi)を考慮した場合は、上記に対して、8又は4dBのマージンをそれぞれ有することに相当する。
- ④ 共用条件の検討条件(パラメータ等)を参考資料に示す(第9回作業班資料・再掲)

■干渉シナリオ(D波:公共BB、U波:狭帯域IoT無線)



- シナリオ1: 狭帯域IoT無線(地上) → 公共BB(基地局、移動局) 【拡張奥村泰式】
- シナリオ2: 狭帯域IoT無線(地上) → 公共BB(携帯局(上空)) 【自由空間伝搬損失】

■干渉シナリオ(D波:狭帯域IoT無線、U波:公共BB)



- シナリオ1: 狭帯域IoT無線(地上) → 公共BB(基地局、移動局) 【拡張奥村泰式】
- シナリオ2: 狭帯域IoT無線(地上) → 公共BB(携帯局(上空)) 【自由空間伝搬損失】

2.2 同一周波数共用検討結果（狭帯域IoT無線の与干渉／公共BBの被干渉）

■ 同一周波数共用検討結果（D波:公共BB、U波:狭帯域IoT無線）

第9回作業班資料を再掲

●手法2により、両システム間のD/U実測値により算出した、所要離隔距離を以下に示す。

条件 公共BB：空中線利得10dBi(最大値)、2dBi、狭帯域IoT無線：空中線利得 6dBi(最大値)、2dBi

【D波】被干渉・公共BB(CH1)			【U波】与干渉・狭帯域IoT無線(下側隣接帯域)				伝搬 モデル	干渉 シナリオ #
無線局種別	変調方式 (1次変調)	空中線 利得 [dBi]	所要離隔距離(m)					
			FSK		OFDM			
			空中線利得:6dBi	空中線利得:2dBi	空中線利得:6dBi	空中線利得:2dBi		
基地局	QPSK	10	900		840		拡秦	#1
	16QAM		1,400		1,300			
	64QAM		2,000		1,900			
	QPSK	2		320		300	拡秦	#1
	16QAM			470		440		
	64QAM			690		650		
移動局 (可搬型基地局)	QPSK	10	280		260		拡秦	#1
	16QAM		410		390			
	64QAM		610		570			
	QPSK	2		99		97	拡秦	#1
	16QAM			150		140		
	64QAM			220		200		
移動局 (可搬型基地局以外)	QPSK	10	240		220		拡秦	#1
	16QAM		350		330			
	64QAM		510		480			
	QPSK	2		93		91	拡秦	#1
	16QAM			130		120		
	64QAM			180		170		
携帯局(上空)	QPSK	10	12,200		10,900		自由	#2
	16QAM		24,300		21,700			
	64QAM		48,400		43,200			
	QPSK	2		2,000		1,800	自由	#2
	16QAM			3,900		3,500		
	64QAM			7,700		6,900		

凡例 “拡秦”: 拡張奥村秦モデル、“自由”: 自由空間伝搬損失

2.2 同一周波数共用検討結果（狭帯域IoT無線の与干渉／公共BBの被干渉）

■同一周波数共用検討まとめ（D波:公共BB、U波:狭帯域IoT無線）

- 公共BBと狭帯域IoT無線システムが同一周波数干渉となる場合の共用条件(手法2)にあっては、上記のとおりである。

公共BBが移動局の場合において、所要離隔距離が300～600m程度であるが、例えば、両システムで主に利用が想定される空中線(2dBi)を考慮した場合は、実効的に、所要離隔距離が100～200m程度に短縮が見込まれる結果にある。

なお、公共BBの上空利用にあっては、それぞれの空中線の垂直面指向性の俯角損失により、干渉の軽減が見込まれる。

- 狭帯域IoT無線は、常時送信は行わないことから、両システム共に移動運用であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用可能と考えられる。

また、公共BBが、狭帯域IoT無線と近い場所であっても、公共BBの受信電力が高く、良好な回線品質が確保されていれば、干渉の影響は許容されるものと想定される。

2.3 同一周波数干渉 共用検討結果(公共BBの与干渉／狭帯域IoT無線の被干渉)

6

■ 同一周波数共用検討結果 (D波:狭帯域IoT無線、U波:公共BB)

第9回作業班資料を再掲

●手法2により、両システム間のD/U実測値により算出した、所要離隔距離を以下に示す。

条件 公共BB：空中線利得10dBi(最大値)、2dBi、狭帯域IoT無線：空中線利得 6dBi(最大値)、2dBi

【D波】被干渉：狭帯域IoT無線			【U波】与干渉：公共BB(CH1)			伝搬 モデル	干渉 シナリオ #
帯域等	空中線利得 [dBi]	変調方式	局種等	所要離隔距離 [m]			
				空中線利得			
				10dBi	2dBi		
下側*1	6	FSK	基地局	8,900		拡張奥村 秦式	#1
		OFDM		7,300			
	2	FSK			4,100		
		OFDM			3,400		
下側*1	6	FSK	移動局 (可搬型基地局)	1,900		拡張奥村 秦式	#1
		OFDM		1,600			
	2	FSK			900		
		OFDM			700		
下側*1	6	FSK	移動局 (可搬型基地局以外)	1,600		拡張奥村 秦式	#1
		OFDM		1,300			
	2	FSK			800		
		OFDM			600		
下側*1	6	FSK	携帯局*2 (1W、上空)	100km超		自由空間 伝搬損失	#3
		OFDM		100km超			
	2	FSK			38,500		
		OFDM			27,300		
下側*1	6	FSK	携帯局*2 (5W、上空)	100km超		自由空間 伝搬損失	#3
		OFDM		100km超			
	2	FSK			86,100		
		OFDM			60,900		

*1: 172.5MHz～177.5MHz

*2: 陸上から3海里を超える範囲を除く。3海里以遠は、5W以下

2.3 同一周波数干渉 共用検討結果(公共BBの与干渉／狭帯域IoT無線の被干渉)

■同一周波数共用検討まとめ (D波:狭帯域IoT無線、U波:公共BB)

- 公共BBと狭帯域IoT無線システムが同一周波数干渉となる場合の共用条件(手法2)にあつては、上記のとおりである。
公共BBが移動局の場合において、所要離隔距離が1.3～1.9km程度であるが、例えば、両システムで主に利用が想定される空中線(2dBi)を考慮した場合は、実効的に、所要離隔距離が600m～900m程度に短縮が見込まれる結果にある。
- また、狭帯域IoT無線システムが、公共BBと近い場所であっても、狭帯域IoT無線システムの受信電力が高く、良好な回線品質が確保されていれば、干渉の影響は許容されるものと想定される。
- 公共BBは主に災害時等での利用が想定されており、狭帯域IoT無線システムが同種の場面で近接利用される場合は、公共BBからの干渉を許容する必要がある。他方、平時においては、公共BBは常時接続を行わないシステムであることから、共用可能と想定される。

参 考 資 料

D/U実測値による同一周波数共用条件の検討条件

参1. D/U実測値による同一周波数共用条件の検討条件 (D波:公共BB、U波:狭帯域IoT無線)

参1.1 D/U測定の概要(D波:公共BB、U波:狭帯域IoT無線)(同一周波数干渉)

狭帯域IoT無線システムと公共BBの同一数周波数共用条件 (D/U実測結果:参1.1及び下表)をもとに、所要離隔距離を試算した。 (注)令和5技術試験事務・成果(京都大学大学院情報学研究科 原田研究室)

●D/U特性実測結果(希望波受信入力電力:-70dBm、所要回線品質BER=1×10⁻⁶)

D波	U波(狭帯域IoT無線)	D/U(dB)	備 考
公共BB (QPSK)	FSK(100Kbps、400kHz幅)	11	FECあり
	FSK(300Kbps、400kHz幅)	12	FECあり
	OFDM(600Kbps、400kHz幅)	11	FECあり

FEC: 畳み込み符号

- 公共BB(QPSKの場合)と周波数が完全に重なる離調周波数において、D/U=12dB以下(狭帯域IoT無線:FSK)、11dB以下(狭帯域IoT無線:OFDM)が得られた。
- 公共BBの変調方式が16QAM及び64QAMの場合は、変調方式に対応する所要CNRに相当する値を考慮した、D/U=18dB及び24dB(狭帯域IoT無線:FSK)、17dB及び23dB(狭帯域IoT無線:OFDM)となる。

参1.2 D/U実測値による所要離隔距離の検討条件(同一周波数干渉)

ここでは、公共BB(希望波)の受信電力(D波)を一般的に運用されている「-70dBm」とし、近端からの狭帯域IoT無線(U波)の同一周波数干渉波入力電力(下側帯域:250mW)に対し、所要D/U モデルを想定し、公共BBの所要回線品質(BER=1×10⁻⁶)が得られる干渉雑音レベルを求め、所要離隔距離を算出した。

- 干渉波(U)による等価的な干渉雑音電力は、所要D/U 値から定まる値に対して、雑音電力の増加分を考慮して、3dB減とした。
- 狭帯域IoT無線システムから公共BBへの与干渉軽減手段として、干渉抑圧フィルタの使用することを前提に、所要離隔距離を算出した。

所要離隔距離の試算条件を以下に示す。

区分		試算条件
被干渉条件 (公共BB)	変調方式	QPSK、16QAM、64QAM
	空中線利得 ^(※1)	10 dBi ^(※2)
	給電線損失	基地局:0dB、移動局及び携帯局:0dB
	空中線高	基地局:30m、移動局(可搬型基地局):3m、移動局(可搬型基地局以外):1.5m (携帯局(上空):-) ^(※3)
	受信入力電力	-70dBm想定
与干渉条件 (狭帯域IoT無線)	空中電電力	下側帯域:250mW(max)
	変調方式	FSK、OFDM
	空中線利得 ^(※1)	下側帯域:6dBi ^(※2)
	給電線損失	0dB
	空中線高	3m(下側帯域:上空なし)
試算条件 ^(※5)	所要D/U	狭帯域IoT無線がFSKの場合 : 12dB(QPSK)、18dB(16QAM)、24dB(64QAM) 狭帯域IoT無線がOFDMの場合 : 11dB(QPSK)、17dB(16QAM)、23dB(64QAM)
	干渉雑音電力 ^(※4)	狭帯域IoT無線がFSKの場合 : -85dBm(QPSK)、-91dBm(16QAM)、-97dBm(64QAM) 狭帯域IoT無線がOFDMの場合 : -84dBm(QPSK)、-90dBm(16QAM)、-96dBm(64QAM)

※1: ただし、空中線電力の低減や給電線損失無しを補う分の増加は認められる

※2: 表中の値は、最大値を示す。ここで、公共BB及び狭帯域IoT無線ともに、主に使用が想定される移動局及び携帯局(上空)にあっては、空中線利得:2dBi が見込まれる。

※3: 空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を計算した(自由空間伝搬損失式を適用)

※4: 等価干渉雑音電力=受信入力電力(-70dBm)-所要D/U値-3dB

※5: 空中線利得を含まず

第9回作業班資料(参考資料4)を再掲

参2. D/U実測値による同一周波数共用条件の検討条件 (D波:狭帯域IoT無線、U波:公共BB)

参2.1 D/U測定の概要(D波:狭帯域IoT無線、U波:公共BB)(同一周波数干渉)

狭帯域IoT無線システムと公共BBの同一数周波数共用条件(D/U実測結果:参2.1及び下表)をもとに、所要離隔距離を試算した。 (注)令和5技術試験事務・成果(京都大学大学院情報学研究科 原田研究室)

●D/U特性実測結果(希望波受信入力電力:-70dBm、所要回線品質PER=10%)

D波(狭帯域IoT無線)	U波	D/U(dB)	備考
FSK(100Kbps、400kHz幅)	公共BB (QPSK)	1	FECなし
FSK(300Kbps、400kHz幅)		2	FECなし
OFDM(600Kbps、400kHz幅)		5	FECなし

- 公共BB(U波)に対して、D/U=2dB以下(狭帯域IoT無線:FSK)、5dB以下(狭帯域IoT無線:OFDM)が得られた。
- OFDMでは、実運用では、誤り訂正(FEC)の適用を想定しているため、実効的にさらに数dB程度以上の改善量が期待される(例えば6dB^(※)程度のFEC改善を見込むと、-1dB(=5dB-6dB)が期待される)。

※:SUN FSKの受信感度の規定におけるFEC有・無の差(6dB)を参考とした(参照: IEEE 802.15.4-2020 項19.6.7)

参2.2 D/U実測値による所要離隔距離の検討条件(同一周波数干渉)

ここでは、狭帯域IoT無線システム(希望波)の受信電力(D波)を「-70dBm」とし、近端からの公共BB(U波)の同一干渉波入力電力(5W(上側:1W))に対し、所要D/Uモデルを想定し、狭帯域IoT無線の所要回線品質(PER=10%)が得られる干渉雑音レベルを求め、所要離隔距離を算出した。

● 干渉波(U)による等価的な干渉雑音電力は、所要D/U値から定まる値に対して、雑音電力の増加分を考慮して、3dB減とした。

所要離隔距離の試算条件を以下に示す。

区分		試算条件
被干渉条件 (狭帯域IoT無線)	変調方式	FSK、OFDM
	空中線利得 ^(※1)	下側帯域:6dBi ^(※2)
	給電線損失	0dB
	空中線高	3m(下側帯域:上空なし)
	受信入力電力	-70dBm想定
与干渉条件 (公共BB)	空中電電力	基地局:20W、移動局:5W、携帯局(上空):1W ^(※6)
	変調方式	QPSK
	空中線利得 ^(※1)	10dBi ^(※2)
	給電線損失	基地局:0dB、移動局及び携帯局:0dB
	空中線高	基地局:30m、移動局(可搬型基地局):3m、移動局(可搬型基地局以外):1.5m 携帯局(上空):- ^(※3)
試算条件 ^(※5)	所要D/U	FSKの場合:2dB(FECなし)、OFDMの場合:-1dB(FECあり:想定値)
	干渉雑音電力 ^(※4)	FSKの場合:-75dBm(FECなし)、OFDMの場合:-72dB(FECあり:想定値)

※1: ただし、空中線電力の低減や給電線損失無しを補う分の増加は認められる

※2: 表中の値は、最大値を示す。ここで、公共BB及び狭帯域IoT無線ともに、主に使用が想定される移動局及び携帯局(上空)にあつては、空中線利得:2dBiが見込まれる。

※3: 空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を計算した(自由空間伝搬損失式を適用)

※4: 等価干渉雑音電力=受信入力電力(-70dBm)-所要D/U値-3dB

※5: 空中線利得を含まず ※6: 陸上から3海里を超える範囲を除く。3海里以遠は、5W以下