

920MHz帯小電力無線システムの高度化に係る技術的条件(案)

- ・パッシブ系電子タグシステムの使用環境の多様化
- ・アクティブ系小電力無線システムの送信時間制限

総務省

平成30年1月26日

現状

- 空中線電力が1W以下のパッシブ系電子タグシステム(パッシブシステム)は、コンテナやパレットに添付したタグを読み取りする際の業務用アプリケーションとして、特定の構内で主にゲート型や据え置き型で設置・運用されることを想定し、平成17年に無線局の種別を「構内無線局」として制度化された。
- 近年、250mWでは読み取りが難しい用途(幅広エリアを一括で読み取る場合やタグが重なっている場合での使用)に対応するため、1Wのハンディ型パッシブシステムが普及し、工場での出荷検品や、在庫管理のための棚卸などで広く活用されている。しかし、1Wのハンディ型パッシブシステムは、現行規定上、一構内に限った使用となっているため、複数店舗をまたがっての使用ができず、また、トラックで荷物を配送する際、工場での出荷検品はできるか、配送先での入庫検品ができない状況となっている。
- 更に、現在、サプライチェーン全体として、工場での生産から消費者への配送まで商品を一括して管理する仕組みが検討されており、今後より一層、パッシブシステムが業務の効率化に活用されることが期待され、一構内に限定されない使用が不可欠である。
- その他、マラソン大会のイベントや移動車両による設備点検等、様々な用途での使用が要望されている。特に、マラソンのタイム計測には、現在アクティブ系小電力無線システムが使用されているが、タグの単価が安いパッシブシステムの使用が要望されている。2020年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会の開催を控え、スポーツ大会等の開催が増加する傾向にあり、構外でも使用できるパッシブシステムの導入が期待されている。



これらの状況を踏まえ、新たな用途や使用場所等を整理し、既存無線局との共用条件について検討を行った。

パッシブ系電子タグシステムの新たな利用用途

1Wパッシブシステムの新たな利用用途

新たな利用用途は、主に物流関連、イベント、列車管理、設備点検、その他(「占有(管理)している場所」以外での利用※)の5つのグループに整理される。

※ 例えば空港は構内であり、空港を管理している業者は免許を取得可能だが、一の航空会社はその場所を明確に管理していないため免許が取得できない。

- ① 物流関連では、主にハンディ型のパッシブシステムによる出荷・トレーサビリティ管理の用途が想定される。
- ② イベント関係では、固定型(マット型や平面型)のパッシブシステムによるマラソン計測や入場管理の用途が想定される。
- ③ 列車管理では、車両基地に出入りする車両を管理する用途が想定される。
- ④ 移動車両による設備点検では、作業車にリーダを設置し、高速道路脇の非常設備(消火器の盗難や有効期限確認)等の点検が想定される。
- ⑤ その他、「占有(管理)している場所」以外での利用が想定される。

1Wパッシブシステムの新たな利用用途

グループ	主な用途	利用者	アンテナの利用場所	アンテナの種類		電波の放射方向
				固定型	ハンディ型	
物流関連	配送業者における出荷・トレーサビリティ管理	コンビニや宅配等の配送業者	路上や配達先駐車場 等	△	◎	任意
	廃棄物の入出荷・トレーサビリティ管理	市町村、廃棄物処理業者	郊外集積所 等	△	◎	任意
	災害派遣時の物品の入出荷・トレーサビリティ管理	自衛隊、物流業者	不定	△	◎	任意
	完成車物流における入出庫33・トレーサビリティ管理	車両運搬業者	路上(キャリヤカー)や港湾(フェリー)	○	◎	任意
イベント	・マラソン大会でのタイム計測 ・備品管理 ・参加者の入退場管理	イベント業者、レンタル業者	競技場、路上、イベント会場、公園、海岸 等	◎	◎	マラソンは上向き又は横向き、その他は任意
列車管理	列車の位置管理	鉄道事業者	線路内	◎	-	横向き
移動車両による設備点検	道路や鉄道設備点検の備品管理	道路管理者、鉄道会社	高速道路、鉄道線路脇	◎	○	横向き
その他	空港等における備品や在庫管理等	航空会社、船舶会社、工事現場	空港、港 等	○	◎	任意
	登山安全確認	市町村	登山口、山小屋	◎	△	上向き、下向き

隣接システム(携帯電話とMCA)への影響

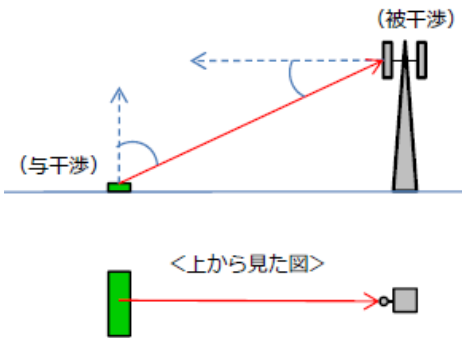
システム要求条件

- 物流関連の用途は、構内無線局として使用している既存のパッシブシステムを、そのまま(同じ技術基準で)構外で使用することが要望されている。
- マラソン計測の用途は、1Wの空中線電力でキャリアセンスや送信時間制御を要しない条件が求められている。
- このため、構内無線局と同じ技術基準とすることを前提に、隣接システム等への影響を確認する。

隣接システム(携帯電話とMCA)への影響

- 従来想定していなかった固定型(マット型)について、情報通信審議会情報通信技術分科会移動通信システム委員会報告(平成23年6月24日)(以下、平成23年委員会報告)のパッシブシステムと比較した。
- 1Wパッシブシステムはハンディ型が増加することが想定されるため、干渉確率シミュレーション(モンテカルロシミュレーション)を実施し、平成23年委員会報告の検討時と比較した。
- 隣接システムに対して、ハンディ型、マット型、平面型アンテナについて実機による試験を行った。

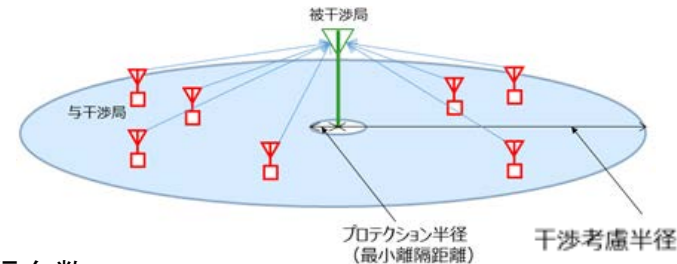
1対1対向モデルイメージ図



モンテカルロシミュレーションイメージ図

パッシブシステムの同時送信台数を算出し、被干渉局における干渉信号の受信電力を算出する。

同時送信台数について、平成23年当時は、平成26年には18万台普及すると予測し算出していたが、現状は3万台弱の普及であったため、それを考慮し算出した結果、平成23年当時より数値が減少している。



同時送信台数

平成23年6月24日当時(平成26年度の予測値)

パッシブシステム	1W	12.70台/km ²	10台/半径500m
	250mW	8.60台/km ²	7台/半径500m

今回(2027年度の予測値)

パッシブシステム	1W	4.464台/km ²	4台/半径500m
	250mW	0.902台/m ²	1台/半径500m

1対1対向モデルにおける隣接システム(携帯電話とMCA)への影響

マット型アンテナ(1Wパッシブシステム)から携帯電話システムへの影響

システム組合せNo.	与干渉システム		被干渉システム		伝搬モデル	減衰量が最小となる場合の水平離隔距離(m)	減衰量が最小となる場合の所要改善量(注)			必要水平離隔距離(m)
	機器名	設置高(m)	機器名	設置高(m)			帯域内干渉における改善量(dB)	帯域外干渉における改善量(dB)	所要改善量(dB)	
1	1Wパッシブタグシステム/ マット型アンテナ(1Wパッシブタグリーダー)	1.5/0.01	基地局	40	自由空間	274/72	4.0/-1.4	6.0/0.6	6.0/0.6	595/81
2	1Wパッシブタグシステム/ マット型アンテナ(1Wパッシブタグリーダー)	1.5/0.01	陸上移動中継局 (移動局対向器屋外用)	15	自由空間	33/24	12.5/7.9	15.6/11.0	15.6/11.0	368/99

※ 黒字:平成23年委員会報告パラメータ、赤字:マット型アンテナのパラメータ

マット型アンテナ(1Wパッシブシステム)からMCAシステムへの影響

システム組合せNo.	与干渉システム		被干渉システム		伝搬モデル	減衰量が最小となる場合の水平離隔距離(m)	減衰量が最小となる場合の所要改善量(注)			必要水平離隔距離(m)
	機器名	設置高(m)	機器名	設置高(m)			帯域内干渉における改善量(dB)	帯域外干渉における改善量(dB)	所要改善量(dB)	
1	1Wパッシブタグシステム/ マット型アンテナ(1Wパッシブタグリーダー)	1.5/0.01	MCA中継局	40	自由空間	112/10	-7.0/-8.9	13.1/11.2	13.1/11.2	1944/384
2	1Wパッシブタグシステム/ マット型アンテナ(1Wパッシブタグリーダー)	1.5/0.01	MCA中継局	150	自由空間	1698/73	-16.0/-22.1	4.2/-1.9	4.2/-1.9	3988/0

※ 黒字:平成23年委員会報告パラメータ、赤字:マット型アンテナのパラメータ

マット型アンテナ(1Wパッシブタグシステム)から携帯電話システム上り及びMCAシステム上りへの干渉計算結果は、最も伝搬損失の小さい(厳しい条件)伝搬モデルとなる自由空間伝搬モデルにおいて、平成23年委員会報告における計算値よりも、所要改善量、必要水平離隔距離共に低減される結果となったため、共用可能であると考えられる。

隣接システム(携帯電話)への影響

パッシブシステムから携帯電話システム(LTE上り)への干渉



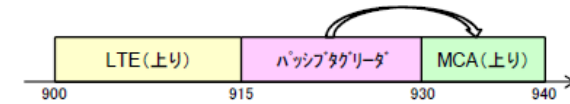
与干渉機器 ※半径500m内の同時送信台数	被干渉機器											
	基地局				小電力レピータ (移動局対向器)		陸上移動中継局 (移動局対向器 屋外型)		陸上移動中継局 (移動局対向器 屋内用一体型)		陸上移動中継局 (移動局対向器 屋内用分離型)	
	自由空間		拡張秦		自由空間		自由空間		自由空間		自由空間	
	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)
パッシブタグリダ ※H23年委員会報告値 1W:10台、250mW:7台	9.60	2.76	-5.80	-11.98	16.42	14.97	9.25	3.42	16.55	15.01	6.63	5.03
パッシブタグリダ 1W:10台	-12.89	-10.89	-21.04	-19.04	10.53	13.63	-16.77	-13.67	10.52	13.62	0.50	3.60
パッシブタグリダ 250mW:7台	9.57	2.57	-5.93	-12.93	15.12	9.22	9.24	3.34	15.30	9.40	5.42	-0.48
パッシブタグリダ 1W:4台、250mW:1台	4.40	-2.34	-18.08	-22.48	9.46	9.87	1.20	-4.49	9.48	9.99	-0.59	0.09
パッシブタグリダ 1W:4台	-16.11	-14.11	-27.36	-25.36	6.20	9.30	-20.22	-17.12	6.34	9.44	-3.50	-0.40
パッシブタグリダ 250mW:1台	4.36	-2.64	-18.63	-25.63	6.68	0.78	1.16	-4.74	6.60	0.70	-3.71	-9.61

※黄色セルは今回検討値でのシミュレーション結果

- LTE基地局への干渉は、伝搬モデルを自由空間にて計算した場合は所要改善量がプラスとなるケースがあるが、より実環境に近い伝搬特性となる経験式(拡張秦式)で計算した場合は、所要改善量がマイナスとなることから共用可能である。
- 小電力レピータ及び陸上移動中継局への干渉の計算結果は、平成23年委員会報告値での計算結果と同等または良化する傾向となっている。所要改善量がプラスとなるケースがあるが、パッシブシステムの製造マージンが数dB、屋内・屋外となる位置関係の場合は壁透過損(10dB程度)が見込まれ、実運用においては遮蔽損、透過損等のその他減衰も見込まれる。
- このため、所要改善量の良化が見込まれる事及び実運用に当たってはパッシブシステムと携帯電話システム(LTE)の小電力レピータ及び陸上移動中継局のアンテナ設置場所及び設置条件(高さ、向き、離隔距離等)を調整する事により、共用可能である。

隣接システム(MCA)への影響

パッシブシステムからMCAシステム(上り)への干渉



与干渉機器 ※半径500m内の同時送信台数	被干渉機器							
	中継局 40m				中継局 150m			
	自由空間		拡張秦		自由空間		拡張秦	
	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)
パッシブタグリーダー ※H23年委員会報告値 1W:10台、250mW:7台	2.08	18.78	-13.80	2.74	-12.90	3.64	-30.85	-14.18
パッシブタグリーダー 1W:10台	-2.27	17.93	-18.38	1.82	-17.48	2.72	-35.24	-15.04
パッシブタグリーダー 250mW:7台	0.09	11.29	-15.67	-4.47	-14.76	-3.56	-32.81	-21.61
パッシブタグリーダー 1W:4台、250mW:1台	-3.33	15.40	-22.53	-4.68	-17.37	0.68	-34.69	-16.86
パッシブタグリーダー 1W:4台	-5.06	15.14	-25.35	-5.15	-19.93	0.27	-37.54	-17.34
パッシブタグリーダー 250mW:1台	-8.16	3.04	-25.73	-14.53	-20.88	-9.68	-37.86	-26.66

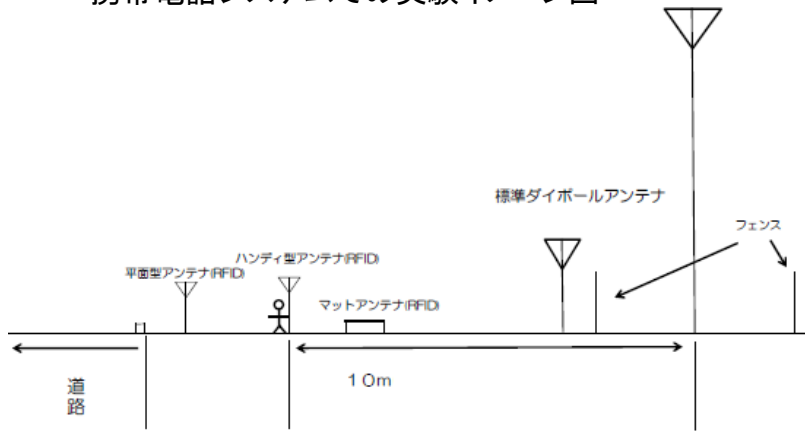
※黄色セルは今回検討値でのシミュレーション結果

MCA中継局への干渉は、伝搬モデルを自由空間にて計算した場合は所要改善量がプラスとなるケースがあるが、より実環境に近い伝搬特性となる経験式(拡張秦式)で計算した場合は、所要改善量がマイナスとなることから共用可能である。

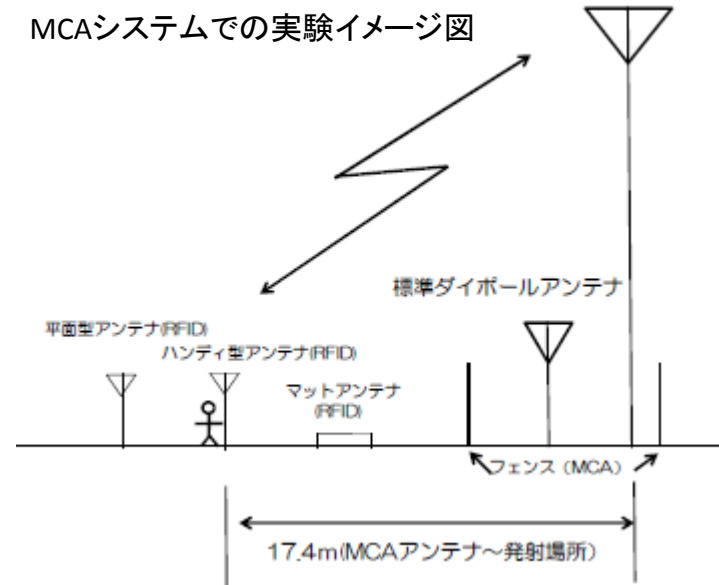
パッシブシステムから隣接システム(携帯電話とMCA)に対する干渉評価技術試験

携帯電話基地局及びMCA中継局に対して、干渉評価技術試験を行うため、パッシブシステムの電波発射状態において、携帯電話基地局及びMCA中継局事業者がスループット低下や感度抑圧の影響が発生していないか監視を行った結果、影響は見られなかった。

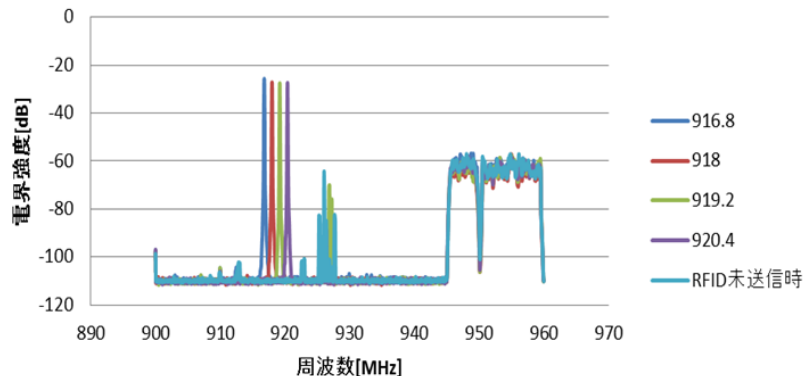
携帯電話システムでの実験イメージ図



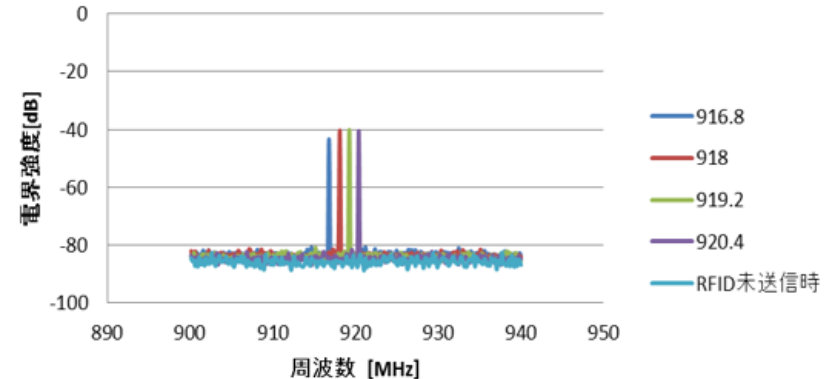
MCAシステムでの実験イメージ図



マット型パッシブシステムによる電波発射・未発射時の携帯電話システム付近におけるスペクトルアナライザの受信データ表示



マット型パッシブシステムによる電波発射・未発射時のMCAシステム付近におけるスペクトルアナライザの受信データ表示



同一周波数帯域を使用するアクティブシステムへの影響

パッシブシステムからアクティブシステムへの影響

パッシブシステムが構外で使用可能となると、同一周波数帯を使用するアクティブシステムへ近接する確率が増えるため、パッシブシステムの利用用途(①物流関連、②イベント、③列車管理、④移動車両による設備点検)ごとに、アクティブシステム(特にスマートメーター)への影響を検討した。

	懸念点	対処方法・解決策
物流関連	荷物の配達時に、ハンディ型のパッシブシステムをマンション入り口や道路脇で使用する場合、マンションに設置されているスマートメーターへの影響が懸念される。	1回の操作は1分以下と見込まれ、特定の場所に長時間とどまり作業するものではなく、電波の送信時間も短時間であるため、影響の度合いは小さく共用可能。
イベント	マラソン計測で、固定型(マット型)パッシブシステムを使用する場合、常時、電波が発射されるため、近傍にアクティブシステムが存在すると長時間影響を受けることが懸念される。	<ul style="list-style-type: none">マラソン計測は、競技者が通過した際に確実にタグを読み取る必要があるため、電波は常時発射しておく必要がある。しかし、アンテナ設置場所は中間地点やゴール地点に特定され、大会時間のうち競技者が通過する時間に限定して使用することで、影響は地理的・時間的に限定的となる。このため、アンテナを設置する周辺環境や使用時間の調整を図るなど、RFIDに関する一定の知識・技能を身につけた技術者が操作することで適切な運用が可能となる。また、パッシブシステムがアクティブシステムへ与える影響は、両者が使用するチャンネルの関係により異なる。このため、民間規格において、使用するチャンネルの優先順位付けを行う等、運用ルールを規定することが適当である。上記のような措置を講じることにより共用可能。
列車管理	車両基地や踏切脇に固定型(平面型)アンテナを設置し、列車に向け横向きに電波を発射することが想定され、対向面にアクティブシステムがある場合は、影響を受ける可能性が想定される。	他システム(レーダー)で列車を感知した際に電波を発射するため、常時発射は行わないこと、また、前方向にしか電波を出さないよう設置の工夫を行うことにより、共用可能。
移動車両	作業車に設置したリーダーから電波を常時発射し、高速道路脇の非常電話、照明灯、非常設備(消火器の盗難や有効期限確認)等の管理を行うことが想定される。	特定の場所にとどまって常時発射することは想定されないため共用可能。

パッシブシステムの技術基準(案)

- 物流関係は、既存の1Wパッシブシステムをそのまま構外で使用できれば、メーカーは新たな開発が不要で、かつ利用者も新規購入が不要となり、経済的メリットが大きく、広く普及が期待される。このため「構内無線局」と同じ技術基準とする「陸上移動局」を新たに策定することとする。
- マラソン計測の用途は、陸上移動局(免許局)の技術基準で満足するが、適切な運用を行うには無線従事者資格を要することが適切と考えられるため、陸上移動局(免許局)については無線従事者資格を有することとする。
- その他の用途についても、以下の技術基準で満足する。

	追加する新たな技術基準の無線局		パッシブ系電子タグシステム		
	陸上移動局(免許局)	陸上移動局(登録局)	構内無線局(免許局)	構内無線局(登録局)	特定小電力無線局
周波数帯	916.7~920.9MHz		916.7~920.9MHz		916.7~923.5MHz
チャンネル数等	916.8、918.0、919.2、920.4MHz	916.8、918.0、919.2、920.4、920.6、920.8MHz	916.8、918.0、919.2、920.4MHz	916.8、918.0、919.2、920.4、920.6、920.8MHz	計19チャンネル 916.8、918.0、919.2、920.4~923.4MHzの200kHz間隔
無線チャンネル	200kHz	200kHz × n (n=1~3)	200kHz	200kHz × n (n=1~3)	200kHz × n (n=1~5)
等価等方輻射電力	36dBm		36dBm		27dBm
空中線電力	1W以下		1W以下		250mW以下 EIRPが27dBm以下となるものは、500mW以下とすることができる
空中線利得	6dBi以下		6dBi以下		3dBi以下
	EIRPが36dBm以下の場合は、低下分を利得で補うことができる		EIRPが36dBm以下の場合は、低下分を利得で補うことができる		EIRPが27dBm以上の場合は、超えた分を利得で減じ、27dBm以下の場合は低下分を利得で補うことができる
キャリアセンス時間	不要	5ms以上	不要	5ms以上	①5ms以上 ②128 μs以上
キャリアセンスレベル		-74dBm		-74dBm	-74dBm(10mW以下の場合は-64dBm) 空中線電力が250mW以上の場合は、-74dBmから超えた分を減じた値
最大送信時間		4秒		4秒	①4秒 ②400ms(総和360s/h以下)
送信時間後の停止時間		50ms以上		50ms以上	①50ms以上 ②2ms以上(送信時間6ms以下の場合は0秒)
周波数の許容偏差	±20 × 10 ⁻⁶ 以内 ただし、単一の単位チャンネルを使用する場合にあっては、単位チャンネルの幅を指定周波数帯の幅とし、周波数の許容偏差は上記の規定を適用しないことができる。(免許局を除く)				

電波防護指針への適合性等について

電波法施行規則第21条の3では、電波のエネルギー量と生体への作用との関係が定量的に明らかにされており、これに基づき、システムの運用形態に応じて、電波防護指針に適合するようシステム諸元の設定に配慮する必要がある。1Wパッシブシステム(空中線利得6dBi、空中線電力1.00W(最大4.0W)、最大EIRP4.0W)について検討を行う。

表1 920MHzにおける電磁界強度(6分間平均値)の指針値

条件	電界強度の実効値 E [V/m]	磁界強度の実効値 H [A/m]	電力密度 S [mW/cm ²]
条件P	107.374	0.286	3.067
条件G	48.075	0.128	0.613

条件P: 評価する対象が、電波利用の実情が認識されていると共に、防護対象を特定することができる状況下であり、注意喚起など必要な措置可能であり、電波利用の実情が認識され防護指針の主旨に基づいた電波利用を行うことが可能な場合

条件G: 条件Pを適用し、このような条件が満たされない場合

表2 電波防護指針の限界距離の計算
(空中線利得6dBi、空中線電力1.00W、最大EIRP4.0W)

条件	反射係数	電波防護指針の限界距離
全ての反射を考慮しない場合	1	22.7cm
大地面の反射を考慮する場合	2.56	45.5cm
算出地点にビル、鉄塔、金属導体等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合	10.2	90.9cm

離隔距離は表2の通りであり、出力が大きい場合等において、安全施設を設けるなど、電波防護指針に適合するよう適切に処置することが必要である。

構外利用が可能となると、ハンディ型パッシブシステムが増えることが想定されるが、操作者が約2m以内の距離内にある商品や機器に貼付されているパッシブタグとの通信することが想定されており、920MHz帯パッシブタグシステムの送信時間は短く(登録局の場合は、時間制限は4秒)、再読み取り等を行う場合でも、一度の運用で十数秒程度の電波発射時間であり、表1の指針で示される平均時間6分に比べて非常に短く、その利用形態を鑑みると特段支障がないと考えられる。なお、ハンディ型パッシブシステムは、屋内、屋外を問わず使用され、移動する無線局に該当することが想定されるため、電波法施行規則第21条の3の適用除外の扱いとなる。

タイム計測用のマット型アンテナについては、競技者はマットの上をすぐに走り去ってしまうため、その利用形態を鑑みると特段支障がないと考えられる。但し、観客やマラソンの運営者などがマット型アンテナ近傍に長時間滞在する可能性があるため、人が立ち入れないよう周知するとともに現場において適切に管理することが必要である。

無線局の種別について(参考)

無線局の種別及び定義※1	陸上移動局 陸上を移動中又はその特定しない地点に停止中運用する無線局(船上通信局を除く。)をいう	簡易無線局 簡易無線業務を行う無線局をいう。	構内無線局 構内無線業務を行う無線局をいう。
業務の分類及び定義※2	陸上移動業務 基地局と陸上移動局(陸上移動受信設備(第八号の三の携帯受信設備を除く。))を含む。次条第一項第六号において同じ。)との間又は陸上移動局相互間の無線通信業務(陸上移動中継局の中継によるものを含む。)をいう。	簡易無線業務 簡易な無線通信業務であつて前号に該当しないものをいう。	構内無線業務 一の構内において行われる無線通信業務をいう。
無線局の目的※3	公共業務用、一般業務用	簡易無線業務用	一般業務用
移動範囲※4	陸上移動業務の局の開設の目的を達成するのに必要な範囲	申請者が希望する範囲	陸上の一の構内
海上での使用※5	港則法(昭和23年法律第174号)第2条で定める港の区域内	不可	不可
申請書の単位※6	免許局:送信装置ごと 登録局:包括登録可	免許局:送信装置ごと 登録局:包括登録可	免許局:二以上の送信設備を含めて単一の無線局として申請可 登録局:包括登録可
無線従事者資格の有無※7	原則必要。 (パッシブシステムは、免許局は「第三級陸上特殊無線技士」以上を有し、登録局は不要とすることを想定している。)	不要	不要
電波利用料	600円(個別)、450円(包括)	600円(個別)、450円(包括)	600円(個別)450円(包括)

※1 電波法施行規則第4条、※2 電波法施行規則第3条、※3 RFIDの使い方を考慮した場合に想定される目的を記載、※4 電波法関係審査基準、※5 電波法関係審査基準、※6 無線局免許手続規則第2条、※7 電波法施行規則第33条。アクティブシステムは「電波法施行規則第33条の規定に基づく無線従事者の資格を要しない簡易な操作」(郵政省告示第240号(平成2年4月27日))に無線従事者資格は不要と規定。

無線従事者資格について(参考)

電波を利用して通信を行う際に誤った操作を行うと、他の通信に混信・妨害を与えてしまうため、無線設備を操作するためには、原則として電波に関する一定の知識・技能を身につけ、総務大臣の免許を受けて無線従事者になる必要がある。無線従事者資格を有する者が行うことができる無線設備の操作の範囲は、電波法施行令第3条において定められている。

電波法第39条(無線設備の操作)

第40条の定めるところにより無線設備の操作を行うことができる無線従事者(義務船舶局等の無線設備であつて総務省令で定めるものの操作については、第四十八条の二第一項の船舶局無線従事者証明を受けている無線従事者。以下この条において同じ。)以外の者は、無線局(アマチュア無線局を除く。以下この条において同じ。)の無線設備の操作の監督を行う者(以下「主任無線従事者」という。)として選任された者であつて第4項の規定によりその選任の届出がされたものにより監督を受けなければ、無線局の無線設備の操作(簡易な操作であつて総務省令で定めるものを除く。)を行つてはならない。ただし、船舶又は航空機が航行中であるため無線従事者を補充することができないとき、その他総務省令で定める場合は、この限りでない。

電波法施行規則第33条 (簡易な操作)

法第39条第1項本文の総務省令で定める簡易な操作は、次のとおりとする。ただし、第34条の2各号に掲げる無線設備の操作を除く。

一～五 略

六 次に掲げる無線局(適合表示無線設備のみを使用するものに限る。)の無線設備の外部の転換装置で電波の質に影響を及ぼさないものの技術操作

(1)～(2) 略

(3) 簡易無線局

(4) 構内無線局

アクティブ系小電力無線システムの送信時間総和制限の緩和

- 現在、電力会社向けスマートメータ通信システムは、国内8電力会社で20mW以下のアクティブ系小電力無線システム(アクティブシステム)が使用され、無線マルチホップ方式が主方式として採用されている。平時はメーター検針値とネットワーク制御用のパケットを送受信しているが、セキュリティ対策や機能追加等のためデータサイズが大きいファームウェアを更新する際は、現状、送信時間総和(1時間あたり360秒(Duty 10%))の規定のため、更新に時間を要し、また、システム運用コストの増加要因となっている。
- また、新たな用途として、大規模イベント開催中や災害発生確率が高い時に、多数の情報を集中モニタリングしたいとの要望が有り、日常的に大量のデータが発生する訳ではないが、特定の条件下で送信時間総和の上限を超える試算が出ている。



これら課題解決を行うため、より柔軟な通信利用を確保するための方策及び既存無線局との共用条件について検討を行った。

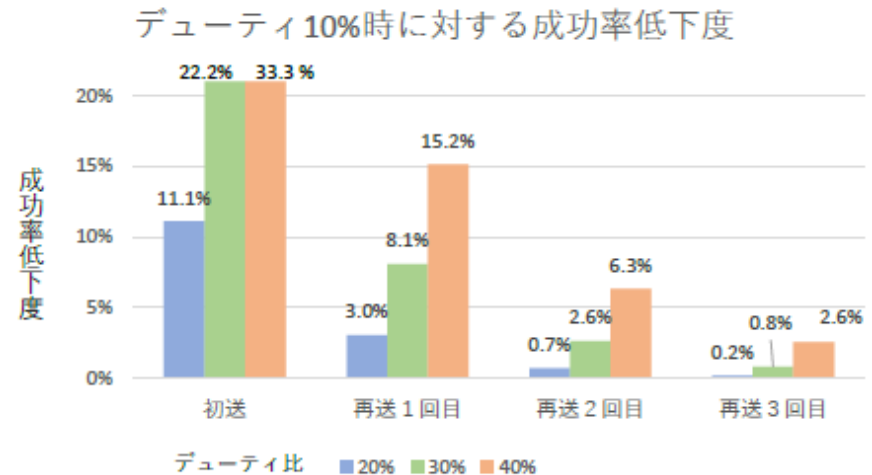
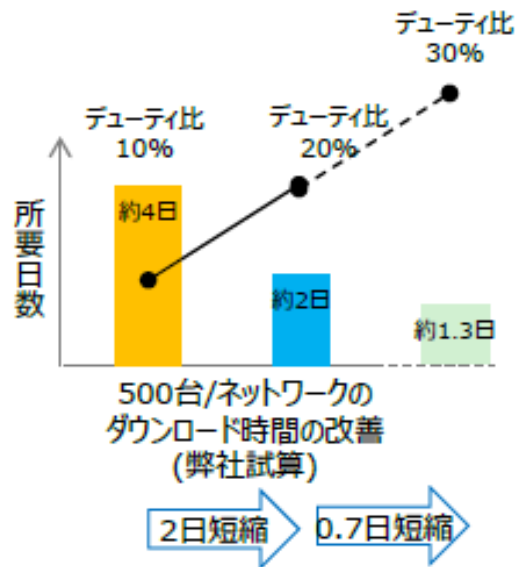
より柔軟な通信利用を確保するための方策①

- アクティブシステムは、制度導入時(平成23年の950MHz帯からの移行時)に、パッシブシステムとの共用を考慮するチャンネルを除き、送信時間・休止時間及びキャリアセンス時間を統一してフレーム単位の公平性を高めるとともに、Dutyを10%以下に制限して複数のシステムの時間軸上の共用率を高めることとしている。
- このため、アクティブシステム間の運用に配慮し、より柔軟な通信利用を確保するため、以下3つの方策案について、現行規定と比較し検討を行った。
- 結果、案①の複数の無線チャンネルを切り替えて使用する場合に限り、送信装置あたりのDutyを緩和することとする。

検討案	課題解決の可否		メリット	デメリット
	スマートメーター	その他		
案① 複数の無線チャンネルを切り替えて使用する場合に限り、送信装置あたりのDutyを緩和する。	○	○	<ul style="list-style-type: none"> • 複数の無線チャンネルを使用することで、システム間の干渉確率は減少する。 • 複数チャンネルを使用し干渉を回避するシステムの普及が見込まれ、周波数上の供用率が高まる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 送信装置のDutyが増加することにより、周辺地域では干渉確率が増加する。
案② Dutyの単位時間を変更する(現行の1時間から2時間にするなど)	×	○	<ul style="list-style-type: none"> • 2時間あたりの干渉確率は現行と同じ。 	<ul style="list-style-type: none"> • 1時間あたりの送信装置のDutyが現行より増加する場合は、周辺地域では干渉確率が増加する。 • スマートメーターのファームウェアの更新は数日を要するため、数時間単位のDuty計算では課題解決ができない。
案③ 占有帯域を広げて対応する	△	△	<ul style="list-style-type: none"> • チャンネル当たりの電力密度が低くなるので他システムが干渉を回避するための離隔距離が小さくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 占有帯域が広がるため、干渉を受けるチャンネルが増える。 • 受信のフィルタ幅が広がることにより、受信感度(S/N比)、ブロッキング特性、隣接チャンネル選択度が悪化する。また、ネットワーク設計の見直しが必要になることがある。 • 複数の無線チャンネルを切り替えて使うシステムの場合、使えるチャンネルの選択の余裕が小さくなる。

より柔軟な通信利用を確保するための方策②

- 送信装置あたりDuty10%を超えるような通信ニーズに対応するためDutyを緩和すると、アクティブシステム間の時間軸上の供用率が現状より低減される。このため、周波数上の供用率を高めることを条件に、複数の無線チャンネルを切り替えて使用する場合に限定して緩和することとする。
- なお、Dutyを緩和すると、スマートメーターのファームウェアの更新時間は短くなるが、周辺の無線局への影響が大きくなる。
- このため、緩和の程度については、Dutyを20%にした時と30%にした時のファームウェア更新時間と、Duty10%時に対する通信成功率の低下度を勘案し、最適と考えられる20%とすることとする。
- なお、その際の無線チャンネルあたりの上限は、10%とすることとする。



※周辺局への影響(成功率)がデューティ比に比例するとして簡易計算

隣接システム(携帯電話とMCA)への影響

隣接システム(携帯電話とMCA)への影響

アクティブシステムのDutyを緩和すると、隣接システムへ与える干渉量が変わるため、モンテカルロシミュレーションを実施し、情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会報告(平成23年6月24日)の検討時と比較した。

※ SEAMCAT(モンテカルロ手法を用いた無線システム間の干渉調査を行うためのソフトウェアツール)を利用

<シミュレーションにおける半径500m内の与干渉局の同時送信台数>

平成23年当時、アプリケーションの通信距離に応じて送信出力を選定すると仮定しており、1mW局の割合が多くなると予測していたが、現状は、通信距離に関係なく、20mW局が主に利用されている。今回は、市場での利用に合わせて、1mW局はアクティブタグ、250mW局はLPWAの基地局を主に想定して算出している。

平成23年6月24日当時(2024年の予測値)

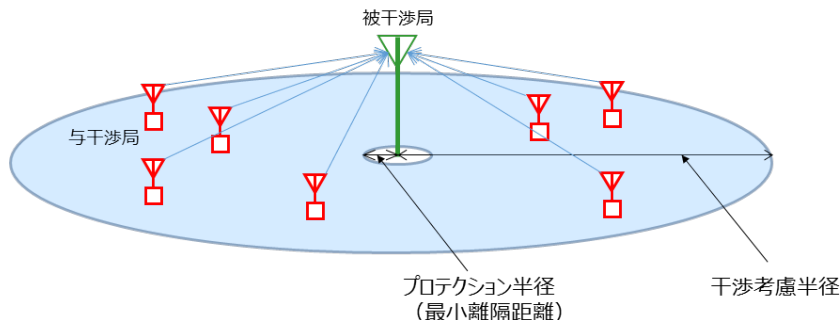
アクティブ系小電力無線システム	250mW	1.14台/km ²	1台/半径500m
	20mW	3.91台/km ²	3台/半径500m
	1mW	16.69台/km ²	13台/半径500m



今回(2035年の予測値)

アクティブ系小電力無線システム	250mW	1.074台/km ²	1台/半径500m
	20mW	6.935台/km ²	5台/半径500m
	1mW	0.839台/km ²	1台/半径500m

<モンテカルロシミュレーションのイメージ図>

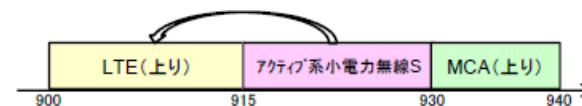


設定条件

- ・ 計算ソフトウェア: SEAMCAT5.0.1
- ・ 試行回数: 20,000回
- ・ 干渉考慮半径: 500m
- ・ 最小離隔距離: 5m

隣接システム(携帯電話)への影響

アクティブシステムからLTE上りへの干渉



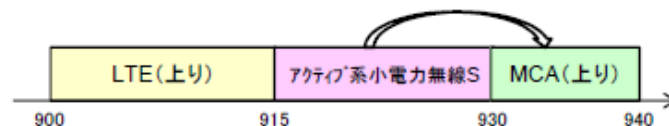
与干渉機器 ※半径500m内の同時送信台数	被干渉機器											
	基地局				小電力レピータ (移動局対向器)		陸上移動中継局 (移動局対向器 屋外型)		陸上移動中継局 (移動局対向器 屋内一体型)		陸上移動中継局 (移動局対向器 屋内分離型)	
	自由空間		拡張秦		自由空間		自由空間		自由空間		自由空間	
	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)
アクティブ系小電力システム ※H23年委員会報告値 250mW:1台、20mW:3台、1mW:13台	13.47	-1.94	-2.40	-22.58	19.31	1.84	13.02	-3.75	19.41	1.75	8.94	-8.35
アクティブ系小電力システム 250mW:1台	4.38	-2.62	-18.52	-25.52	6.62	0.72	1.06	-4.84	6.45	0.55	-3.67	-9.57
アクティブ系小電力システム 20mW:3台	7.10	-10.90	-8.22	-26.22	11.34	-5.56	5.81	-11.09	11.49	-5.41	1.63	-15.27
アクティブ系小電力システム 1mW:13台	11.57	-19.43	-3.87	-34.87	18.27	-11.63	11.75	-18.15	18.37	-11.53	7.74	-22.16
アクティブ系小電力システム 250mW:1台、20mW:5台、1mW:1台	11.00	-1.79	-6.30	-22.16	15.14	2.22	9.55	-3.36	15.15	2.12	5.09	-7.99
アクティブ系小電力システム 250mW:1台	4.38	-2.62	-18.52	-25.52	6.62	0.72	1.06	-4.84	6.45	0.55	-3.67	-9.57
アクティブ系小電力システム 20mW:5台	8.53	-9.47	-6.85	-24.85	13.72	-3.18	8.08	-8.82	13.77	-3.13	3.72	-13.18
アクティブ系小電力システム 1mW:1台	4.34	-26.66	-18.55	-49.55	6.52	-23.38	1.14	-28.76	6.53	-23.37	-3.53	-33.43

※黄色セルは今回検討値でのシミュレーション結果

- LTE基地局への干渉は、伝搬モデルを自由空間にて計算した場合は所要改善量がプラスとなるケースがあるが、より実環境に近い伝搬特性となる経験式(拡張秦式)で計算した場合は、所要改善量がマイナスとなることから共用可能である。
- 小電力レピータ及び陸上移動中継局への干渉の計算結果はH23年委員会報告値での計算結果と同等または良化する傾向となっている。なお所要改善量がプラスとなるケースがあるが、アクティブ系小電力無線システムの製造マージンが数dB、屋内・屋外となる位置関係の場合は壁透過損(10dB程度)が見込まれる。また実運用においては遮蔽損、透過損等のその他減衰も見込まれる。
- このため、所要改善量の良化が見込まれる事及び実運用に当たってはアクティブ系小電力無線システムと携帯電話システム(LTE)の小電力レピータ及び陸上移動中継局のアンテナ設置場所及び設置条件(高さ、向き、離隔距離等)を調整する事により、共用可能である。

隣接システム(MCA)への影響

アクティブシステムからMCA上りへの干渉



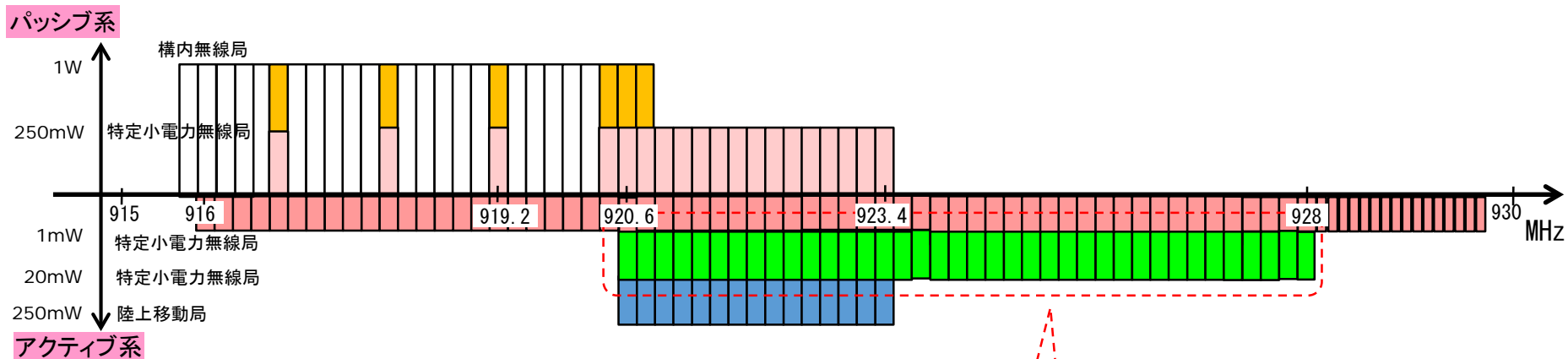
与干渉機器 ※半径500m内の同時送信台数	被干渉機器							
	中継局 40m				中継局 150m			
	自由空間		拡張秦		自由空間		拡張秦	
	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)	帯域内 (dB)	帯域外 (dB)
アクティブ系小電力システム ※H23年委員会報告値 250mW:1台、20mW:3台、1mW:13台	3.84	4.13	-12.77	-12.49	-10.96	-8.90	-28.89	-26.03
アクティブ系小電力システム 250mW:1台	-8.16	3.04	-25.76	-14.56	-20.87	-9.67	-37.87	-26.67
アクティブ系小電力システム 20mW:3台	-3.41	-3.21	-17.27	-17.07	-17.62	-17.42	-35.49	-35.29
アクティブ系小電力システム 1mW:13台	2.58	-10.22	-15.03	-27.83	-12.62	-25.42	-30.73	-43.53
アクティブ系小電力システム 250mW:1台、20mW:5台、1mW:1台	0.16	4.46	-15.42	-12.24	-13.81	-8.70	-31.39	-25.88
アクティブ系小電力システム 250mW:1台	-8.16	3.04	-25.76	-14.56	-20.87	-9.67	-37.87	-26.67
アクティブ系小電力システム 20mW:5台	-1.34	-1.14	-16.30	-16.10	-15.97	-15.77	-33.96	-33.76
アクティブ系小電力システム 1mW:1台	-8.20	-21.00	-25.79	-38.59	-20.92	-33.72	-37.92	-50.72

※黄色セルは今回検討値でのシミュレーション結果

アクティブ系小電力無線システムからMCA中継局への干渉は、伝搬モデルを自由空間にて計算した場合は所要改善量がプラスとなるケースがあるが、より実環境に近い伝搬特性となる経験式(拡張秦式)で計算した場合は、所要改善量がマイナスとなることから共用可能である。

アクティブ系小電力無線システムの送信時間総和の技術基準(案)

周波数配置とアクティブ系小電力無線システムの技術基準案



アクティブ系小電力無線システムの技術基準

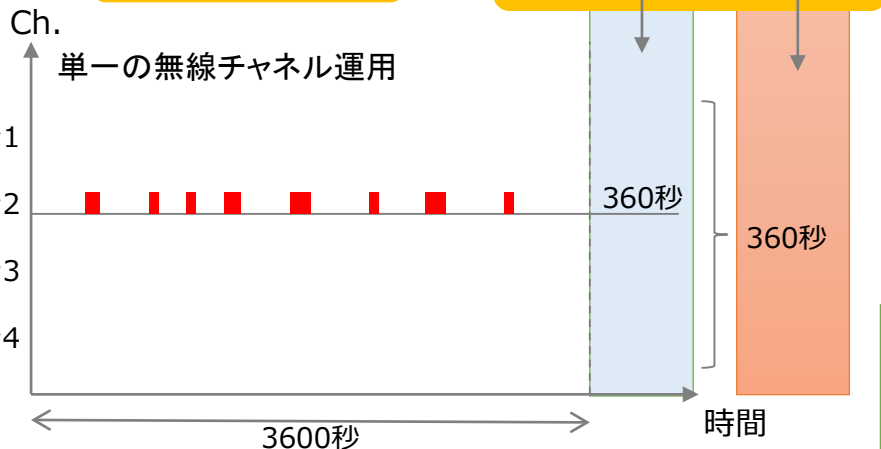
局種等	陸上移動局 250mW以下		特定小電力無線局 20mW以下		特定小電力無線局 1mW以下	
	920.5MHz-923.5MHz		920.5MHz-923.5MHz	920.5MHz-928.1MHz	915.9MHz-928.1MHz	928.1MHz-929.7MHz
キャリアセンス	5ms以上	128μs以上5ms未満	5ms以上	128μs以上5ms未満	—	—
送信時間	4s以内	400ms以内	4s以内	400ms以内	100ms以内	50ms以内
休止時間	50ms以上	2ms以上	50ms以上	2ms以上	100ms以上	50ms以上
送信時間の総和	—	360s/h以下	—	360s/h以下 <i>ただし、複数の無線チャンネルを切り替えて使用する場合に限り、送信装置当たり720s/h以下、無線チャンネル当たり360s/h以下とする。</i>	3.6s/h以下	—

省令改正前後での送信時間総和制限の運用イメージ

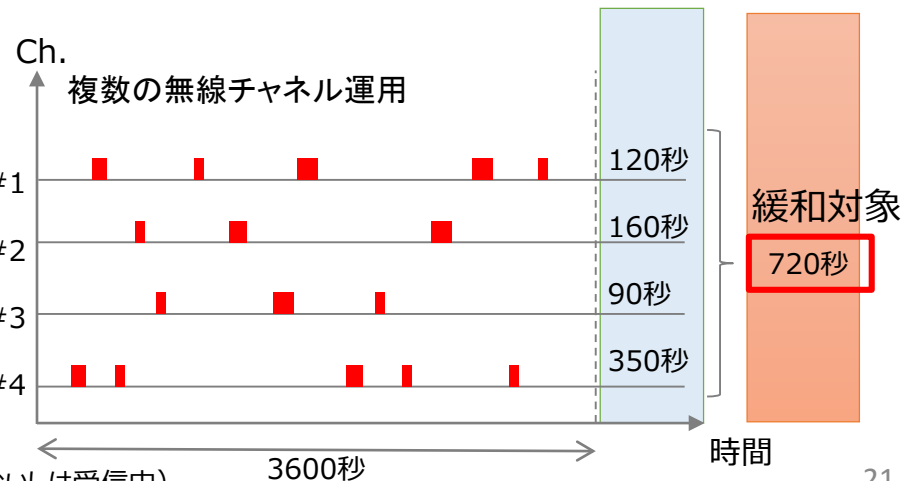
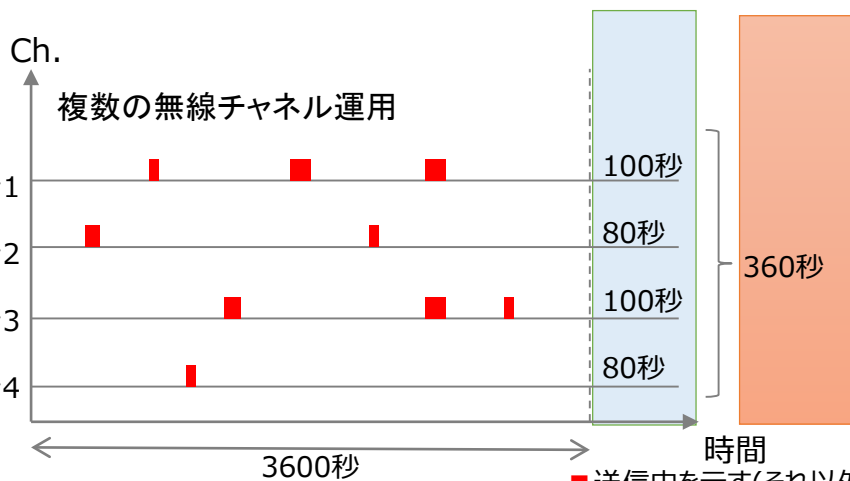
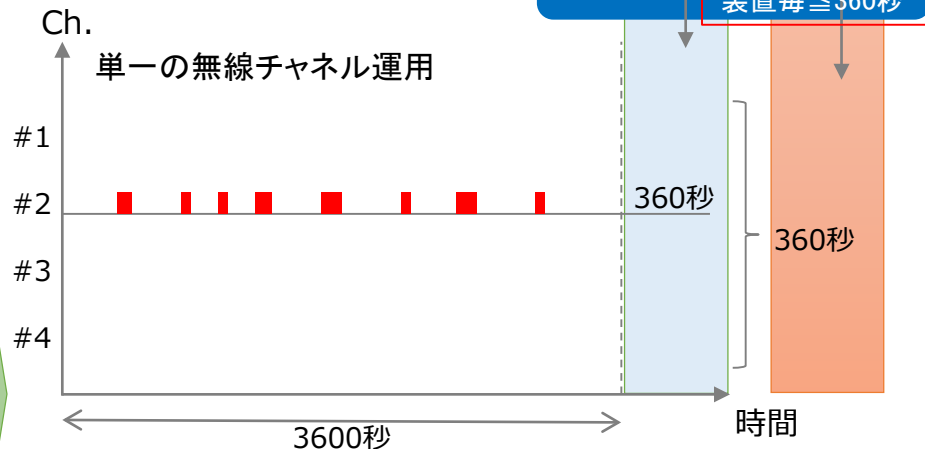
■技術基準の見直し(案)

送信装置あたりの送信時間総和は現行規定と同じ、1時間あたり360秒以内(Duty 10%)とする。ただし、周波数の利用効率を上げるため、複数の無線チャンネルを切り替えて使用する場合に限り、送信装置あたりの送信時間制限を1時間あたり720秒(Duty 20%)に緩和する。なお、その際の無線チャンネルあたりの送信時間制限は1時間あたり360秒(Duty 10%)とする。

現行



制度改正(案)



■ 送信中を示す(それ以外は休止ないしは受信)