

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

報告概要

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
「920MHz帯小電力無線システムの広帯域化に係る技術的条件」

令和4年3月

陸上無線通信委員会

主査 東京工業大学 名誉教授 安藤 真

920MHz帯電子タグシステム等作業班

主任 慶應義塾大学 三次 仁 作業班構成員 22名

○検討状況

<陸上無線通信委員会>

第66回(令和3年6月17日～同年6月22日)※メールでの検討

…920MHz帯小電力無線システムの広帯域化に係る技術的条件の検討開始の報告

第68回(令和3年12月17日～同年12月24日)※メールでの検討

…920MHz帯小電力無線システムの広帯域化に係る技術的条件の検討結果の報告

第71回(令和4年3月4日～同年3月11日)※メールでの検討

…920MHz帯小電力無線システムの広帯域化に係る技術的条件の意見募集結果の報告、
委員会報告のとりまとめ

<920MHz帯電子タグシステム等作業班>

第13回(令和3年6月28日)…作業班の運営方針、検討の進め方、今後のスケジュール等の確認

第14回(令和3年8月19日)…想定普及台数の見直し、他の無線局との共用に係る考え方の検討

第15回(令和3年11月26日)…送信帯域幅、技術的条件案等の検討

第16回(令和3年12月14日)…作業班報告書取りまとめ

■ 検討背景

920MHz帯の小電力無線システムのうち、アクティブ系システムは、スマートメーターやセンサーネットワークなど、比較的小容量のデータ通信を中心に様々なアプリケーションで利用されている。近年は、低伝送レートの狭帯域通信システムだけでなく、セキュリティカメラ等の映像の伝送や、ロボットなどの高性能端末のファームウェアアップデートといった新たな利用ニーズに対応できる広帯域通信を行う無線システムの需要が高まっており、国際標準規格としてIEEE802.11ah (※1) が策定されるなど、国際的にも需要が高まっている。

このような状況を踏まえ、920MHz帯の小電力無線システムの広帯域化について、情報通信審議会諮問第2009号 (※2) に基づき、既存システムとの周波数共用を図りつつ、送信帯域幅等の必要な技術的条件の検討を行う。

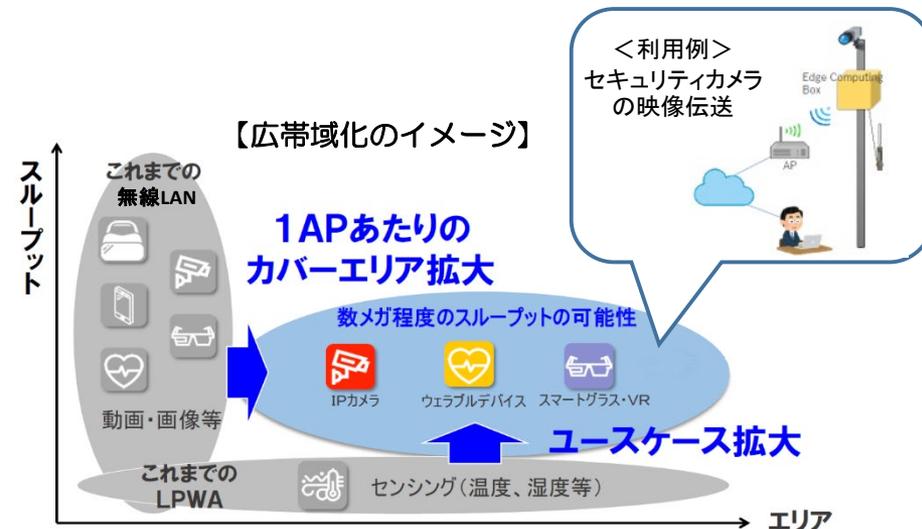
※1 2017年5月にIEEEでの標準規格策定を完了

※2 情報通信審議会諮問第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」(平成14年9月30日諮問)

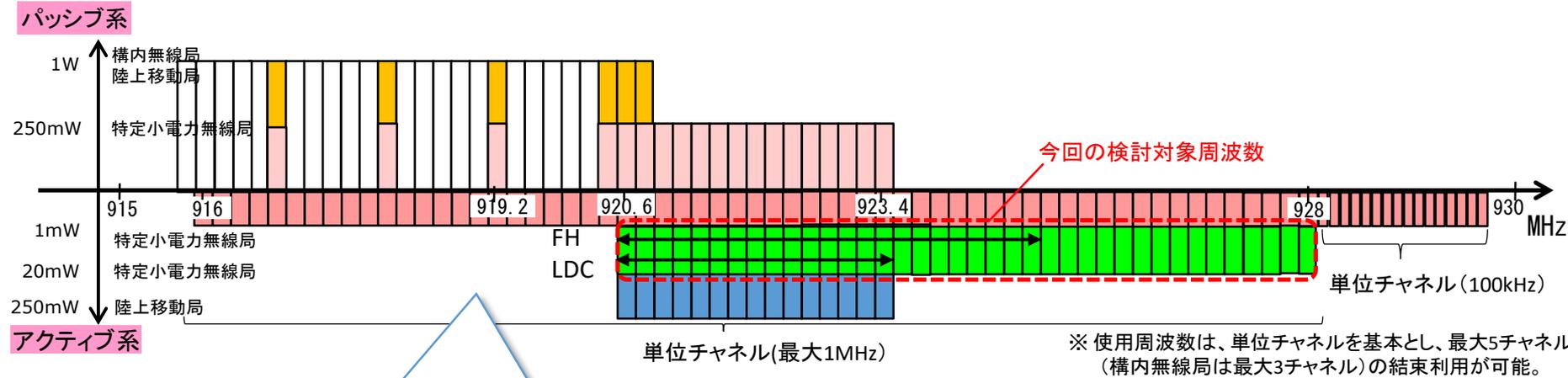
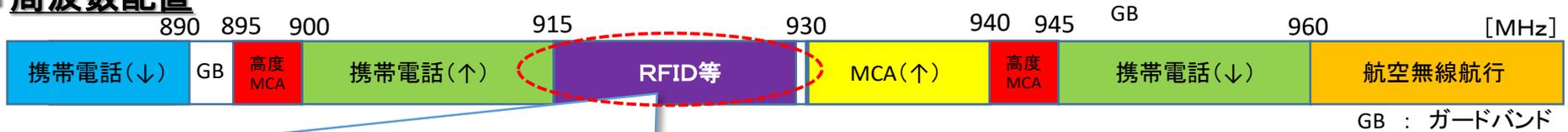
■ 主な検討項目

・送信帯域幅の拡大

セキュリティカメラによる映像伝送等に必要となる伝送速度を実現するために、送信帯域幅上限を現行規定の1MHzから拡大するための検討を行う。



周波数配置



【現行のアクティブ系(特小)の周波数利用】



現在のアクティブ系システムは位置、温度、水位、メータの表示値、機器の異常信号等の少量データの情報を比較的**低周波**で通信するサービスで使われている。

低速通信であるが、消費電力が低く長距離通信が可能であり、商業サービス、物流、インフラ監視等、様々なアプリケーションに利用されている。

LPWAの例	通信速度	~数十kbps
	通信距離	数km ~ 数十km以上

【新たな広帯域の周波数利用】



大容量のインフラ監視データの取得、被災地の映像伝送

通信方式の高度化、使用周波数の広帯域化によって、通信速度の高速化を図るとともに、無線LANの通信距離(100m程度)より長距離化を図る。

これによって、山間部等の遠隔地からでも映像伝送や大容量の監視データや、高機能端末のファームウェアのアップデート等が可能となる。

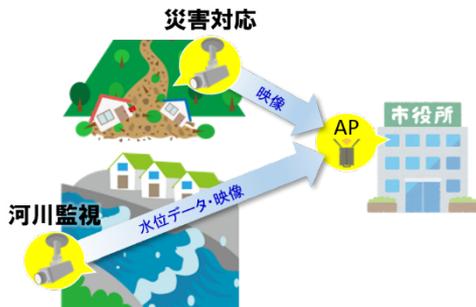
広帯域通信のイメージ	通信速度	~数Mbps
	通信距離	数百m ~ 数km以上

広帯域を使用する920MHz帯アクティブ系小電力無線システム（以下、「広帯域システム」という。）の導入により、これまでのLPWAシステムでは取り扱うことの難しかった大容量のセンサーデータの伝送や、映像伝送、ロボット等の高機能端末のファームウェアの更新等の新たなユースケースでの利用が期待される。

<新たな利用が期待されるユースケース>

社会インフラの監視

- ・土砂崩れ現場等の監視
カメラ映像
- ・河川水位の映像・水位
データの伝送 等



農業・水産分野等の スマート化

- ・鳥獣害対策で設置した監視カメラ
映像、センサーデータの伝送
- ・定置網漁における現場映像の伝
送 等



高機能端末の ファームウェア更新

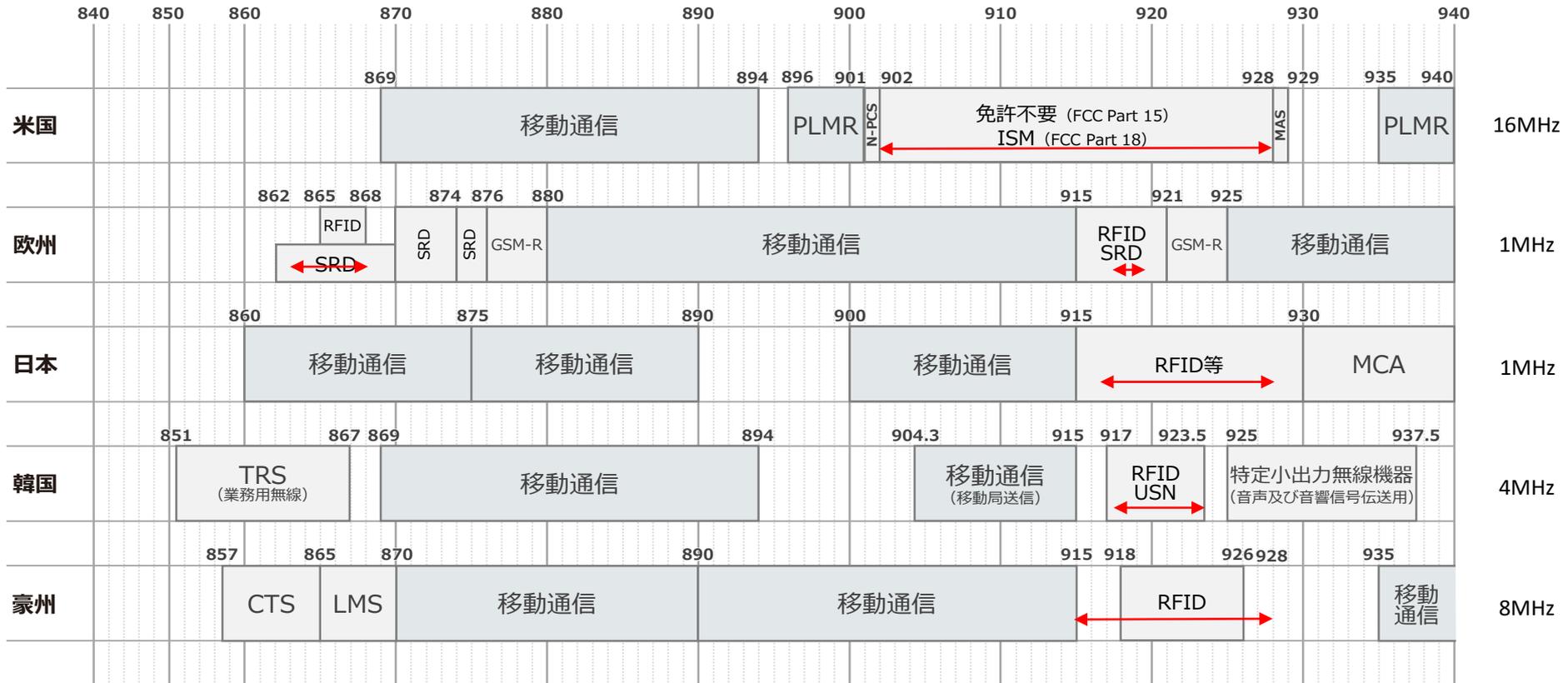
- ・工場内における産業用ロボット、
警備用ロボット等の高機能端末
のファームウェアの更新 等



IEEE802.11標準における802.11ahのチャンネルプランでは、米国、韓国、豪州等で1MHz超の送信帯域（チャンネル）幅が規定されている。

↔ 各国(地域)における検討周波数帯

IEEE802.11ah
最大送信
帯域幅※



略語 **PLMR** : private land mobile radio、**ISM** : Industrial, Scientific, and Medical、**MAS** : Multiple Address Service、**SRD** : Short Range Device、**MCA** : Multi-Channel Access System、**TRS** : Trunked Radio System、**TMR** : Trunked Mobile Radio、**CTS** : Cordless Telephone Service、**LMS** : Land Mobile Service

送信帯域幅の条件については、IEEE 802.11ah標準規格及びIEEE 802.15.4-2020標準規格の規定を考慮し、200kHz幅の単位チャンネルを最大20束ねた4MHzまでとし、束ねる単位チャンネル数は1～20の自然数とする。

現行の技術基準で規定済み

<IEEE 802.11ah標準規格の規定>

送信帯域幅	束ねる単位チャンネル数
1MHz	5
2MHz	10
4MHz	20
8MHz	40
16MHz	80

<IEEE 802.15.4-2020標準規格の規定>

送信帯域幅	束ねる単位チャンネル数
200kHz	1
400kHz	2
800kHz	4
1.2MHz	6

今回の検討対象周波数帯が920.5MHz～928.1MHzの7.6MHz幅であるため8MHz以上は検討から除外

今回の検討対象

各無線システムの規格に柔軟に対応できるようにするため、束ねる単位チャンネル数は1～20の自然数とする。ただし、920.5MHz～923.5MHz限定で使用するシステムについては帯域幅が3MHzであるため、束ねる単位チャンネル数は最大15となる。

他の無線システムとの共用に係る検討の前提として、広帯域システムのパラメータについては、**占有周波数帯域幅を最大4MHzとするほかは、既存の920MHz帯アクティブ系小電力無線システム（中出力型）の基準と同じ**とすることを前提として検討を行った。

920MHz帯アクティブ系小電力無線システム（中出力型）の現行の技術基準※1			
周波数	920.5-923.5MHz	920.5-928.1MHz	
無線チャネル占有周波数帯幅	200kHz×n (n=1~5)		広帯域システムでは最大4MHz (n=20) まで拡大を検討
空中線電力	20mW以下 (13dBm)		
空中線利得	3dBi以下		
隣接チャネル漏洩電力	-15dBm以下		
帯域外不要発射	周波数帯	不要発射の強度の許容値（平均電力）	参照帯域幅
	710MHz以下	-36dBm	100kHz
	710MHzを超え900MHz以下	-55dBm	1MHz
	900MHzを超え915MHz以下	-55dBm	100kHz
	915MHzを超え930MHz以下 (無線チャネルの中心からの離調が(200+100×n) kHz以下を除く。)	-36dBm	100kHz
	930MHzを超え1GHz以下	-55dBm	100kHz
	1GHzを超え1.215GHz以下	-45dBm	1MHz
1.215GHzを超えるもの	-30dBm	1MHz	
周波数共用方式	キャリアセンス		
キャリアセンスの受信時間	5ms以上	128μs~5ms	
送信時間	4s以内※2	400ms以内	
休止時間	50ms以上※3	2ms以上※3	
送信時間の総和 (無線設備あたり)	—	360s/h以下 (Duty 10%) <small>(複数の無線チャネルを切り替えて使用する場合に限り、720s/h以下)</small>	
送信時間の総和 (チャネルあたり)	—	360s/h以下	

※1 キャリアセンス不要（ローデューティサイクル及び周波数ホッピング方式）のシステムの基準については省略。

※2 4s以内の再送信（当該時間内に停止する再送信に限る。）の場合は特定の休止時間は不要。

※3 再送信等に関する特例あり。

- 920MHz帯アクティブ系小電力無線システム（中出力型）の同時送信台数の想定について、新たに広帯域システムが導入されることにより、ユースケースが拡大し、平成30年5月15日の情報通信審議会一部答申（「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「920MHz帯小電力無線システムの高度化に係る技術的条件」）（以下、「平成30年度答申」という。）の想定から増加することが見込まれる。
- 平成30年度答申時の同時送信台数の考え方を踏襲し、再計算を行ったところ、平成30年度答申時の同時送信台数の想定結果と大きな差異は認められなかった。
- 以上より、他の無線システムとの確率干渉計算の結果は平成30年度答申時の結果を踏襲することとした。

平成30年度答申時の同時送信台数の考え方

- 人口密度に比例して全てのアクティブ系小電力無線システムが利用されると仮定
- 最も人口密度の高い東京都豊島区の人口密度からノード密度を算出
- 利用用途毎に典型的なシステム構成を想定し、平均送信頻度を仮定
- 平均送信頻度と1回当たりの送信時間から送信時間率を算出
- ノード密度及び送信時間率から単位面積当たりの同時送信台数の平均値及び標準偏差を算出し、正規分布における99%値を導出

アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数想定

平成30年度当時

250mW	1.074台/km2	1台/半径500m
20mW	6.935台/km2	5台/半径500m
1mW	0.839台/km2	1台/半径500m

今回（広帯域システムの追加に伴う見直し）

250mW	見直しの対象外	
20mW	6.965台/km2	5台/半径500m
1mW	見直しの対象外	

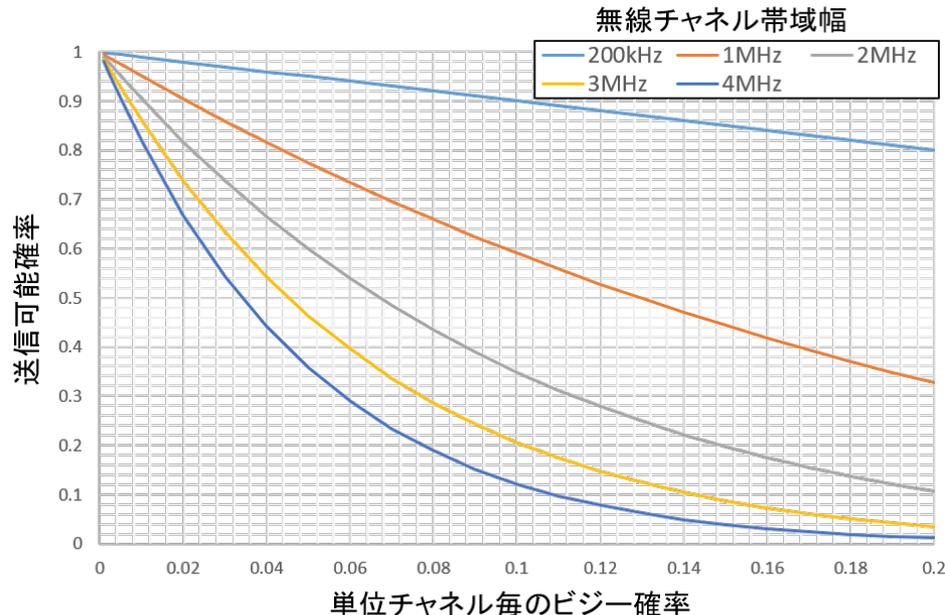
広帯域システムの導入によって、同時送信台数は微増となることが想定されるが、平成30年度答申にて報告されている他の無線システムとの確率干渉計算評価の結果には影響を及ぼさない。

<携帯電話システム及びMCAシステムとの共用>

- 広帯域システムの導入による920MHz帯小電力無線システム（中出力型）の同時送信台数への影響は軽微であると考えられることから、携帯電話システム及びMCAシステムとの共用については平成30年度答申の結果を踏襲する。

<アクティブ系小電力無線システム・パッシブ系小電力無線システムとの共用>

- 広帯域システムは、送信帯域内においてキャリアセンスを実施することにより、他のアクティブ系小電力無線システム、パッシブ系小電力無線システムとの混信を回避する。
- 従来のアクティブ系小電力無線システム（中出力型）と同じ送信時間、休止時間、送信時間率、キャリアセンス閾値等の基準を適用することにより、キャリアセンスにより送信機会を得る確率は従来のアクティブ系小電力無線システム（中出力型）より低くなり、広帯域システムが支配的に帯域を占有することはないと判断される。



電波防護指針への適合性等について

電波防護指針では、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。

<固定設置の場合>

- 中出力型アクティブ系小電力無線システムの送信諸元として、空中線電力20mW、空中線利得3dBiとした場合、電界強度指針値（表1）を満足する離隔距離は、表2のようになる。
- これは、常時送信（休止なし）と仮定した場合の計算結果であり、今回検討する広帯域システムは、占有周波数帯幅が拡大するが、送信電力、帯域外輻射電力等の諸元は現行システムと変わらないため、同じ結果が得られる。

<移動する場合>

- 人体の近傍（20cm）以内で使用が想定されるものについては、人体における比吸収率の許容値（表3）に適合する必要がある（ただし、平均電力が20mW以下の場合は適用外となる。）
- また、植え込み医療機器等への影響については、「各種電波利用機器の電波が植え込み型医療機器等へ及ぼす影響を防止するための指針」に準じた運用を行うことが適当と考えられるが、当該システムの導入に当たっては、実機等による動作検証を行うことが望ましい。

<その他>

- 同一の筐体に収められた他の無線設備が同時に複数の電波を発射する機能を有する場合にあっては、総務大臣が別に告示する方法により算出した総合照射比が1以下でなければならない。

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]
管理環境	107.374	0.286	3.067
一般環境	48.075	0.128	0.613

管理環境：人体が電磁界にさらされている状況が認識され、電波の放射源を特定できるとともに、これに応じた適切な管理が行える条件。

一般環境：人体が電磁界にさらされている状況の認識や適性管理が期待できず、不確定な要因があるケース。

表3 局所比吸収率の指針値（100kHz-6GHz）

条件	任意の組織10g当りの比吸収率 (W/kg)	
	人体（四肢、両手を除く）	人体四肢（両手を除く）
管理環境	10	20
一般環境	2	4

表2 電波防護指針の限界距離の計算

（空中線電力20mW、空中線利得3dBi、最大EIRP 16dBm）

条件	反射係数	電波防護指針の限界距離 (cm)	
		管理環境	一般環境
全ての反射を考慮しない場合	1	1.019	2.279
大地面の反射を考慮する場合	2.56	1.630	3.646
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	15.9 (*)	4.065	9.093

※平成11年告示第300号に基づき、水面等大地面以外の反射を考慮する場合の反射係数に6dBを加算した値

		新基準（現行基準に追加）		（参考）現行基準※1		
周波数	920.5-923.5MHz	920.5-928.1MHz	920.5-923.5MHz	920.5-928.1MHz		
無線チャネル占有周波数帯幅	200kHz×n (n=1~15)	200kHz×n (n=1~20)	200kHz×n (n=1~5)			
空中線電力	20mW以下（13dBm）		20mW以下（13dBm）			
空中線利得	3dBi以下		3dBi以下			
隣接チャネル漏洩電力	-15dBm以下		-15dBm以下			
帯域外不要発射	周波数帯	不要発射の強度の許容値（平均電力）	参照帯域幅	周波数帯	不要発射の強度の許容値（平均電力）	参照帯域幅
	710MHz以下	-36dBm	100kHz	710MHz以下	-36dBm	100kHz
	710MHzを超え900MHz以下	-55dBm	1MHz	710MHzを超え900MHz以下	-55dBm	1MHz
	900MHzを超え915MHz以下	-55dBm	100kHz	900MHzを超え915MHz以下	-55dBm	100kHz
	915MHzを超え930MHz以下 （無線チャネルの中心からの離調が（200+100×n）kHz以下を除く。）	-36dBm	100kHz	915MHzを超え930MHz以下 （無線チャネルの中心からの離調が（200+100×n）kHz以下を除く。）	-36dBm	100kHz
	930MHzを超え1GHz以下	-55dBm	100kHz	930MHzを超え1GHz以下	-55dBm	100kHz
	1GHzを超え1.215GHz以下	-45dBm	1MHz	1GHzを超え1.215GHz以下	-45dBm	1MHz
	1.215GHzを超えるもの	-30dBm	1MHz	1.215GHzを超えるもの	-30dBm	1MHz
周波数共用方式	キャリアセンス		キャリアセンス			
キャリア毎の受信時間	5ms以上	128μs以上	5ms以上	128μs~5ms		
送信時間	4s以内※2	400ms以内	4s以内※2	400ms以内		
休止時間	50ms以上※3	2ms以上※3	50ms以上※3	2ms以上※3		
送信時間の総和（無線設備あたり）	-	360s/h以下 (Duty 10%) <small>（複数の無線チャネルを切り替えて使用する場合に限り、720s/h以下）</small>	-	360s/h以下 (Duty 10%) <small>（複数の無線チャネルを切り替えて使用する場合に限り、720s/h以下）</small>		
送信時間の総和（チャネルあたり）	-	360s/h以下	-	360s/h以下		

今回の検討において、キャリアセンスの受信時間については上限は不要と整理

※1 キャリアセンス不要（ローデューティサイクル及び周波数ホッピング方式）のシステムの基準については省略。
 ※2 4s以内の再送信（当該時間内に停止する再送信に限る。）の場合は特定の休止時間は不要。
 ※3 再送信等に関する特例あり。