

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（案）

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」

目次

I	検討事項	1
II	委員会及び作業班の構成	1
III	検討経過	1
IV	検討概要	3
第1章	検討の背景	3
第2章	広帯域化に向けた検討	6
2-1	想定される利用事例	6
2-2	諸外国の状況	7
2-3	広帯域化に係る要求条件の検討の前提	8
2-4	送信帯域幅に関する検討	9
2-5	他の無線システムとの共用に関する検討	9
2-5-1	アクティブ系小電力無線システムの普及台数予測	9
2-5-2	同時送信台数の予測	11
2-5-3	隣接周波数帯の他の無線システムとの共用	11
2-5-4	同一周波数帯の他の無線システムとの共用	11
2-6	電波防護指針への適合性	13
第3章	アクティブ系小電力無線システムの新たな技術的条件	15
3-1	一般的条件	15
3-2	技術的条件	17
3-3	測定法	18

I 検討事項

陸上無線通信委員会（以下「委員会」という。）は、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）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」について検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成については、別表 1 のとおり。

なお、検討の促進を図るため、委員会の下に設置された、920MHz 帯電子タグシステム等作業班（以下「作業班」という。）において検討を行った。作業班の構成については、別表 2 のとおり。

III 検討経過

1 委員会

(1) 第 66 回（令和 3 年 6 月 17 日～同年 6 月 22 日（メール検討））

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を行い、作業班の運営方針、検討の進め方及びスケジュール等について確認した。

(2) 第 68 回（令和 3 年 12 月 14 日～同年 12 月 24 日（メール検討））

作業班における検討状況の報告を受け、委員会報告（案）をとりまとめた。また、同報告（案）について、令和 4 年 1 月 22 日から同年 2 月 21 日までの間、意見募集を実施することとした。

(3) 第 71 回（令和 4 年 3 月 4 日～同年 3 月 11 日（メール検討））（TBD）

委員会報告（案）に対する意見募集の結果及び考え方について検討を行い、委員会報告をとりまとめ、情報通信技術分科会に報告することとした。

2 作業班

(1) 第 13 回（令和 3 年 6 月 28 日）

作業班運営方針、作業班での検討の進め方及び今後のスケジュール等を確認し、新たな利用ニーズを踏まえた技術基準案について検討した。

(2) 第 14 回 (令和 3 年 8 月 19 日)

広帯域システムの普及台数予測、他の無線システムとの周波数共用について検討した。

(3) 第 15 回 (令和 3 年 11 月 26 日)

送信帯域幅、広帯域化に係る技術的条件案等について検討した。

(4) 第 16 回 (令和 3 年 12 月 14 日)

陸上無線通信委員会報告(案)をとりまとめ、陸上無線通信委員会に報告することとなった。

IV 検討概要

第1章 検討の背景

920MHz帯アクティブ系小電力無線システムについては、平成20年に950MHz帯を使用する10mWの特定小電力無線局としての技術基準が制度化され、平成23年の920MHz帯の技術基準の制定時には、空中線電力が250mW以下の免許局または登録局（高出力型）、20mW以下または1mW以下の特定小電力無線局（中出力型、低出力型）が規定され、テレメーターやスマートメーターをはじめ、センサーネットワーク等の幅広い分野で活用されている。

平成29年には、IoT社会の本格的な到来に向け、従来よりも低消費電力、広いカバーエリア、低コストを可能とする無線通信システムであるLPWA(Low Power Wide Area)に対応するため、狭帯域周波数の使用方法の見直しや低利得アンテナの利用時における空中線電力の見直し等の必要な技術基準が制度化された。

平成31年には、スマートメーター等の機器のファームウェアの更新や災害・イベント時の局所的なトラヒック増に対応するため、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、送信時間制限の緩和を行う技術基準が制度化された。

令和2年には、混信防止機能として周波数ホッピング（FH：Frequency Hopping）やローデューティサイクル（LDC：Low Duty Cycle）を有し、キャリアセンス不要な無線システムについて必要な技術基準が制度化された。


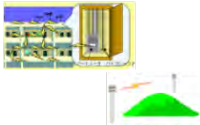

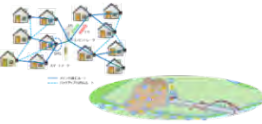
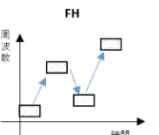
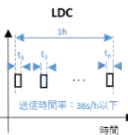
H20. 5	アクティブ系小電力無線局の制度化		<ul style="list-style-type: none"> 空中線電力: 10mW以下 最大通信距離: 数100m程度 電源を内蔵。長い通信距離、センサと連携した高機能化が容易
H23. 12	920MHz帯の技術基準の制度化		<ul style="list-style-type: none"> 20mW以下まで高出力化 簡易無線局(250mW以下)を新設 1mW以下の特小用チャネルの増加
H29. 9	LPWAの導入、簡易無線局の廃止、EIRP・占有周波数帯幅等の規定の見直し		<ul style="list-style-type: none"> 簡易無線局→陸上移動局への変更 低利得アンテナの利用時における空中線電力や占有周波数帯幅の規定の見直し
H31. 3	送信時間総和制限の緩和		<ul style="list-style-type: none"> 送信時間制限の上原値の緩和 (360s/h⇒720s/h以下)* *複数の無線チャネルを切り替えて使用する場合に際る
R2. 9	キャリアセンス不要な無線設備 (FH、LDC)の制度化	 	<ul style="list-style-type: none"> キャリアセンスが不要な、FH (Frequency Hopping) 又はLDC (Low Duty Cycle)の機能を具備した無線設備について制度化

図 1 - 1 920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの制度化の変遷

また、920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの主な用途を図 1 - 2 に示す。

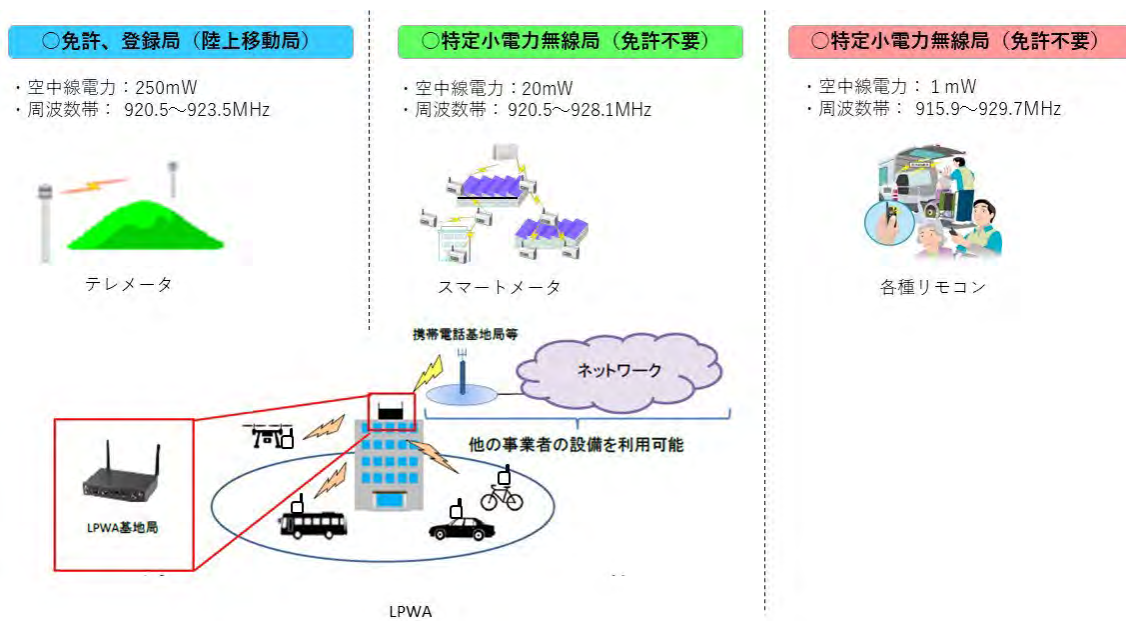


図 1 - 2 920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの主な用途

現行の 920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムに関し、代表的な LPWA の無線システムでは、通信速度は最大で数十 kbps、通信距離は最大で数 km から数十 km で通信を行うものが一般的であり、少量のデータを比較的低頻度で通信を行うセンサーネットワーク等の用途で利用されている。

現行の 920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの規定では、単位チャネル幅は 200kHz とされており、最大で 5 チャンネルまで束ねて、占有周波数帯幅の許容値 1 MHz まで利用することが可能となっているが、映像伝送や比較的大容量なデータ伝送の需要に対応するため、更なる広帯域化が求められている。(図 1-3)

このため、諸外国の制度の検討状況を踏まえ、920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムについて、広帯域化のための技術的条件について検討を行う。



図 1-3 広帯域化のイメージ

第2章 広帯域化に向けた検討

2-1 想定される利用事例

広帯域な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。）については、主に①社会インフラの監視、②農業、水産分野等のスマート化、③高機能端末のファームウェアの更新などの用途での利用が想定されている。

（1）社会インフラの監視

土砂崩れ現場等の監視カメラ映像の送信や河川の監視カメラ映像、水位データの送信等、遠隔地からの大容量データの送信用途で利用が想定されている。

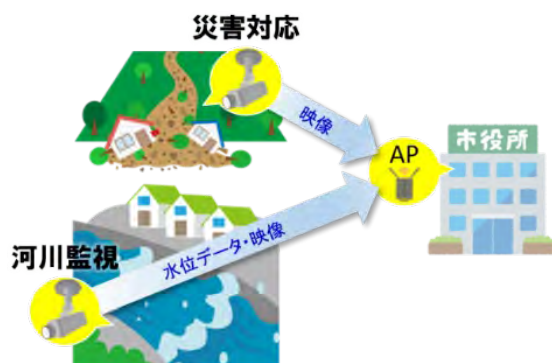


図2-1 社会インフラの監視で利用されるイメージ

（2）農業、水産分野等のスマート化

鳥獣害対策として設置した罾の遠隔監視映像や、果樹園における気温等の各種大容量なセンサーデータ、定置網漁における現場映像等、広域における大容量データの送信用途で利用が想定されている。



図2-2 農業、水産分野等のスマート化で利用されるイメージ

（出典：第13回作業班資料）

(3) 高機能端末のファームウェアの更新

工場内における産業用ロボット、警備用ロボット等のファームウェアの更新等、送信端末数を抑えた上で広域に大容量データを送信する用途で利用が想定されている。

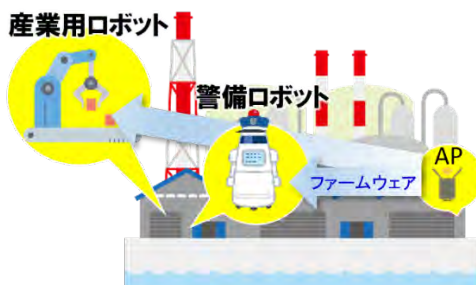
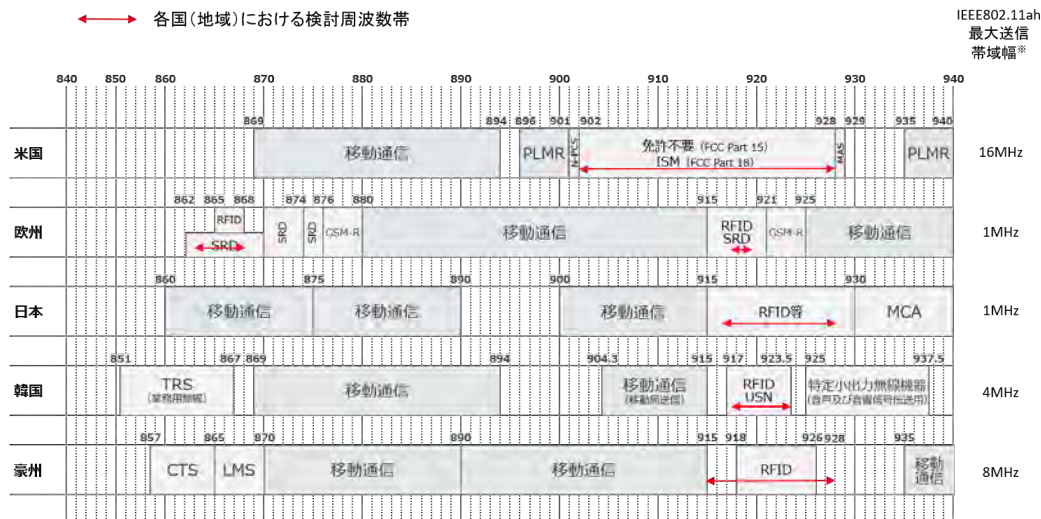


図 2-3 高機能端末のファームウェアの更新で利用されるイメージ
(出典：第 13 回作業班資料)

2-2 諸外国の状況

広帯域システムの一例として、IEEE 802 委員会 (IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee) では、2017 年 5 月に IEEE 802.11ah の規格を策定している。IEEE 802.11ah では、送信帯域幅として、最大 16MHz をサポートしている。

IEEE 802.11ah について、主な各国のプランバンドは図 2-4 のとおりとなっている。



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

※ 出典: IEEE 802.11-2020 (2020年12月)

図 2-4 IEEE 802.11ah の主な各国のプランバンド

2-3 広帯域化に係る要求条件の検討の前提

広帯域システムの導入に当たり、他の無線システムとの共用検討を行う上の前提条件として、今回の検討では、920MHz帯アクティブ系小電力無線システムのうち、免許不要な特定小電力無線局である空中線電力20mW以下の中出力型アクティブ系システムでの導入を対象として検討を実施する。中出力型アクティブ系システムは、現在920.5MHzから928.1MHzまでが割り当てられており、帯域幅の関係から送信帯域幅の拡大には制限がある。

現行の中出力型アクティブ系システムの技術基準は表2-1に示すとおりであり、広帯域システムの各諸元については送信帯域幅以外については現行の中出力型アクティブ系システムの基準と同等であることを前提として検討を実施した。

表2-1 中出力型アクティブ系小電力無線システムの主な技術基準

周波数	920.5MHz~923.5MHz	920.5MHz~928.1MHz
占有周波数帯幅	200kHz × n (n=1~5)	
空中線電力	20mW 以下	
空中線利得	3dBi 以下	
キャリアセンスの受信時間	5ms 以上	128μs 以上
送信時間	4s 以内	400ms 以内
送信後の休止時間	50ms 以上 (送信時間 4s 以内での再送信可)	2ms 以上 (送信時間 400ms 以内での再送信可)
送信時間の総和 (無線設備あたり)	なし	360s/h 以下 (複数の無線チャンネルを切り替えて 使用する場合は 720s/h 以下)
送信時間の総和 (無線チャンネルあたり)	なし	360s/h 以下

※ 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。

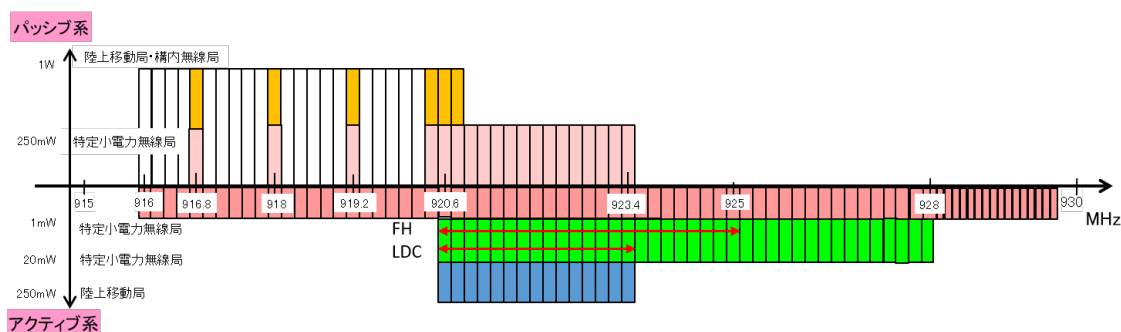


図2-5 920MHz帯小電力無線システムの周波数割当状況

2-4 送信帯域幅に関する検討

IEEE 802.11ah の規格においては、送信帯域幅について 1MHz、2MHz、4MHz、8MHz、16MHz をサポートしている。

今回検討対象とする 20mW 以下のアクティブ系小電力無線システムは、現在、920.5MHz から 928.1MHz までの 7.6MHz の帯域幅であるため、今回の検討では送信帯域幅 4MHz 以下を対象とすることとした。

また、IEEE 802.15.4-2020 標準規格においては、200kHz、400kHz、800kHz、1200kHz の送信帯域幅をサポートしている。

技術的条件を検討するに当たって、無線システム毎に送信帯域幅の設計は異なることから、各無線システムの規格に柔軟に対応するため、単位チャネルの帯域幅 200kHz を最小単位として、 $200\text{kHz} \times n$ (n は自然数) を送信帯域幅の条件とすることが望ましい。今回の検討では最大 4MHz まで検討の対象とすることから n は 1 から 20 の自然数とする。

2-5 他の無線システムとの共用に関する検討

2-5-1 アクティブ系小電力無線システムの普及台数予測

アクティブ系小電力無線システムの隣接周波数を使用する無線システムとして、パッシブ系の小電力無線システム、携帯電話、MCA システムが存在する。

今回検討する広帯域システムは、占有周波数帯幅以外、中出力型アクティブ系システムの基準と同じ諸元を前提としているので、隣接の無線システムとの共用については、アクティブ系小電力無線システム全体の通信トラフィック、つまり、単位面積当たりの端末台数の増加が干渉量を増加する要因となり得る。

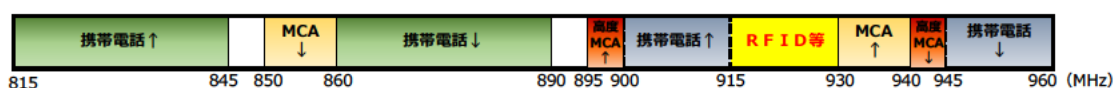


図 2-6 900MHz 帯の利用状況

今後、920MHz 帯において広帯域システムの制度化がなされた場合、従来のシステムの用途に加えて、新たな用途にも利用拡大が想定されるため、国内におけるアクティブ系小電力無線システムの総需要について、あらためて検討する必要がある。

検討にあたっては、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 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。）において検討された普及予測（参考資料 1）の考え方を踏襲し、各分野における需要予測から新たな需要を反映した普及台数予測の見直しを実施した。（参考資料 2）

この結果、広帯域システムの想定普及台数は表 2-2 のとおりであり、10 年後以降

は機器の買換え等により横ばいになることが想定されるため、2035年時における普及予測台数を1,045万台と想定することとした。

平成30年度答申で示されている需要カテゴリーの分類ごとの広帯域システムの2035年における普及台数予測は表2-3のとおり。

表2-2 制度化後の広帯域システムの普及台数予測

単位：台

	1年後	3年後	5年後	10年後
普及予測台数	32万	83万	233万	1,045万

表2-3 2035年における920MHz帯アクティブ系小電力無線システムの普及予測台数

単位：台

需要カテゴリー	中出力型アクティブ系小電力システム普及予測台数 ※平成30年度答申	広帯域システムの普及予測台数
エネルギー関連	75,027,654	6,220,751
インフラ関連	219,900	18,233
工場・製造関連	46,786	3,879
セキュリティ関連	45,395,835	3,763,895
農業・畜産関連	265,387	22,004
ヘルスケア関係	1,860,373	0
物流・流通関係	2,021,897	167,641
自然・環境関係	784,362	65,034
自動車関係	2,274,247	188,564
市場全体	128,457,160	10,450,000

2-5-2 同時送信台数の予測

以上の普及台数予測を前提として、平成30年度答申の考え方と同様に、国内で最も人が密集している地区の人口密度から単位面積当たりの無線機設置数を算出し、中出力型アクティブ系小電力無線システムの送信時間率を乗じて同時送信台数を推定した。推定結果は表2-4のとおり。

平成30年度答申時は推定同時送信台数の少数点以下を四捨五入し、共用検討を実施しており、広帯域システムの導入により、同時送信台数は微増すると推定されるものの、過去の共用検討の結果に影響を及ぼさないと想定される。

表2-4 同時送信台数の推定結果

単位：台/km²

	平成30年度答申	今回
単位面積当たり推定同時送信台数 [台/km ²]	6.935	6.965
推定同時送信台数（半径500m内） [台]	5.447	5.471

2-5-3 隣接周波数帯の他の無線システムとの共用

今回の干渉検討の前提として、帯域外不要発射の強度の許容値については、従来の中出力型アクティブ系小電力無線システムの基準と変わらないこととしているため、1対1の干渉については、追加の検討は不要と判断した。

また、2-5-2の検討結果から、推定同時送信台数について、平成30年度答申時の値と同等であり、モンテカルロシミュレーションによる干渉確率計算の結果に違いがないため、多数の中出力型アクティブ系小電力無線システムが与干渉となる場合の干渉検討についても、追加の検討は不要と判断した。

以上から、広帯域システムが新たに導入されたとしても、中出力型アクティブ系小電力無線システムと帯域外の他の無線システムとの共用は可能である。

2-5-4 同一周波数帯の他の無線システムとの共用

広帯域システムと周波数を共用するシステムは、パッシブ系小電力無線システム、（高出力型、中出力型）及びアクティブ系小電力無線システム（低出力型、中出力型、高出力型）（この項内において、「従来システム」という。）であるが、中出力型アクティブ系小電力無線システムは、他の無線システムとの干渉を回避するため、キャリアセンス機能を具備することとなっており、電波の発射前に送信帯域内において-80dBm（空中線電力が20mWを超える場合は、その超えた分キャリアセンスレベルを減ずる）を超える他の無線システムの電波を確認した場合は、送信を行わないこととなっている。広

帯域システムもこのキャリアセンスの閾値を維持することとしているため、キャリアセンスが適切に動作する場合においては、他の無線システムとの混信は生じない。

なお、広帯域システムは、共用する周波数帯域を、従来システムより幅広く占有するため、従来システムの送信機会を奪う確率が高くなることが懸念されるが、単位チャンネル当たりの他の無線システムへの与干渉電力が共用システムと比較して低下すること、単位チャンネル当たりのキャリアセンスの閾値が送信帯域幅に反比例して低下すること、送信帯域内において他の無線システムとの衝突確率が上がることから、キャリアセンスを行う時間、送信時間長、送信時間率、次の送信時までの休止時間等について、現行の中出力型アクティブ系小電力システムの基準と同等とすることにより、従来システムが近傍に存在する環境下において送信可能確率（キャリアセンス実施後に送信を行うことができる状態になる確率）は同環境における従来システムより低下する。（図2-7）

よって、広帯域システムの導入による従来システムへの影響は軽微であると考えられる。

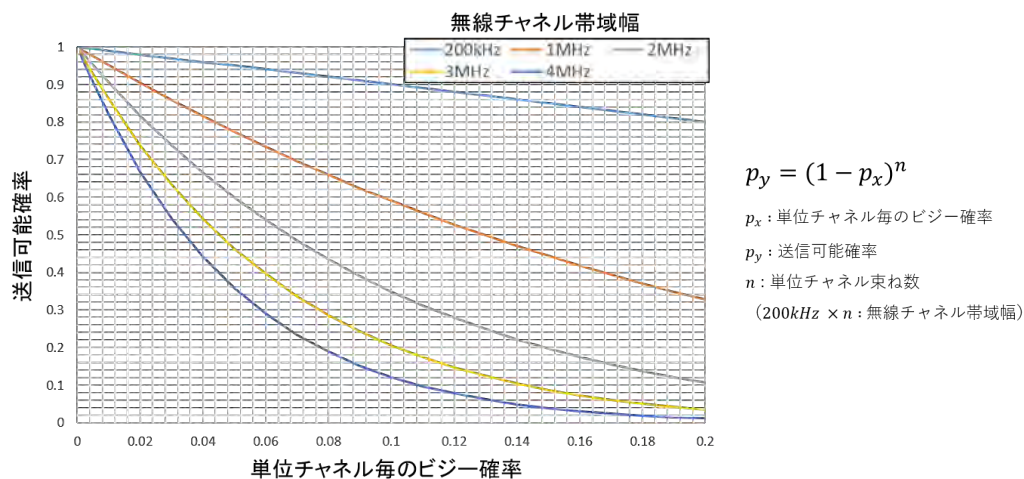


図2-7 単位チャンネル毎のビジー確率と送信可能確率の関係

以上のことから、他の無線システムとの周波数共用は可能と判断される。

2-6 電波防護指針への適合性

電波防護指針では、評価する対象において、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、電波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は、管理環境における指針値を適用し、このような条件が満たされない場合は、一般環境における指針値を適用することとしている。各条件における指針値を、それぞれ表2-5及び表2-6に示す。

表2-5 管理環境の電磁界強度（6分間平均値）の指針値

周波数 f	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]
300MHz - 1.5GHz	$3.54f \text{ (MHz)}^{1/2}$	$f \text{ (MHz)}^{1/2} / 106$	$f \text{ (MHz)} / 300$

表2-6 一般環境の電磁界強度（6分間平均値）の指針値

周波数 f	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]
300MHz - 1.5GHz	$1.585f \text{ (MHz)}^{1/2}$	$f \text{ (MHz)}^{1/2} / 237.8$	$f \text{ (MHz)} / 1500$

920MHz帯における電磁界強度指針値を求めると、表2-7のとおりとなる。

表2-7 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

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、平成29年3月31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小電力無線システムの高度化に係る技術的条件」に記載のとおり、電波防護指針を満足する離隔距離は、表2-8及び表2-9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、今回導入を検討する広帯域システムは、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、同じ計算結果が得られる。

ここで、全ての反射を考慮しない場合をケース1（反射係数1）、大地面の反射を考慮する場合をケース2（反射係数2.56）、ケース2の算出地点付近にビル、鉄塔、金属物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をケース3（反射係数

15.9) とした。なお、ケース 3 の反射係数は、平成 11 年郵政省告示第 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 を加算した値とした。

表 2-8 管理環境において電波防護指針を満足する離隔距離(cm)

ケース 1	ケース 2	ケース 3
1.019	1.630	4.065

表 2-9 一般環境において電波防護指針を満足する離隔距離(cm)

ケース 1	ケース 2	ケース 3
2.279	3.646	9.093

なお、上記の指針は、固定設置する無線設備に適用されるものであり、一般的に想定されうる利用形態を考慮した際には、従来どおり、実運用上の問題は生じないものと考えられる。

移動する無線設備の場合、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 2-10）に適合する必要がある（ただし、平均電力が 20mW を超えない場合は、適用対象外となる。）

表 2-10 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

なお、当該システムの送受信機モジュールをノート PC、携帯電話、タブレット端末等に搭載する際には、組み込んだ状態での比吸収率（総合照射比）の審査が必要となる。

また、植え込み医療機器等への影響については、今回導入を検討する広帯域システムは、送信帯域幅が拡大するが、送信電力、帯域外輻射電力等の諸元は現行システムの範囲内であるため、「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」のうち、「RFID 機器（電子タグの読み取り機）の電波が植え込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針」を準用することが適当と考えられる。ただし、本システムはこれまでの電子タグの読み取り機よりも、送信電力は小さいものの、植え込み型医療機器の装着部位に近づく可能性があることから、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。

第3章 アクティブ系小電力無線システムの新たな技術的条件

3-1 一般的条件

(1) 通信方式

単向通信方式、単信方式、複信方式、半複信方式、同報通信方式

(2) 変調方式

規定しない。

(3) 周波数帯

920.5MHz から 928.1MHz までとする。

(4) 単位チャネル

単位チャネルは、中心周波数が 920.6MHz から 928.0MHz までの 200kHz 間隔の 38 チャネルとする。

(5) 無線チャネル

無線チャネルは、発射する電波の占有周波数帯幅がすべて収まるものであり、単位チャネルまたは必要に応じて 20 までの単位チャネルを束ねたチャネルで構成されるものとする。ただし、複数の無線チャネルを同時に使用しないこと。

(6) 空中線電力

20mW 以下とする。ただし、送信空中線が一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができない場合であって、等価等方輻射電力が 16dBm (3dBi の送信空中線に 20mW の空中線電力を加えたときの値であって、空中線電力の許容偏差を含む。) 以下となるものにあっては、250mW 以下とすることができる。

(7) 空中線利得

3dBi 以下とする。ただし、等価等方輻射電力が 16dBm (3dBi の送信空中線に 20mW の空中線電力を加えたときの値であって、空中線電力の許容偏差を含む。) 以下となる場合は、その低下分を、3dBi を超える送信空中線の利得で補うことができるものとする。

(8) システム設計条件

ア 無線設備の筐体

空中線系を除く高周波部及び変復調部は、容易に開けることができない構造で

あること。

イ キャリアセンス

- (ア) 無線設備は新たな送信に先立ち、キャリアセンスによる干渉確認を実行した後、送信を開始すること
- (イ) キャリアセンスは、128 μ s 以上行うものであること。
- (ウ) キャリアセンスレベルは、電波を発射使用とする周波数が含まれる全ての単位チャンネルにおける受信電力の総和が給電線入力点において-80dBm とし、これを超える場合、送信を行わないものであること。ただし、(6)のただし書により、空中線電力が 20mW を超えるものにあつては、その超えた分キャリアセンスレベルを減ずるものとする。
- (エ) 他の無線設備からの要求（送信しようとする無線チャンネルについて、キャリアセンスを行ったものに限る。）に応答する場合であつて、要求の受信を完了した後 2ms 以内に送信を開始し、当該要求の受信を完了した後 5ms 以内（一のチャンネルのみを使用する場合は 50ms 以内）に完了する送信については、キャリアセンスを要さない。

ウ 送信時間制御

- (ア) キャリアセンス時間 5ms 以上の場合（920.5MHz から 923.5MHz の周波数のみを使用する場合に限る）

電波を発射してから送信時間 4 秒以内にその電波の発射を停止し、かつ、送信休止時間 50ms を経過した後でなければその後送信を行わないものであること。ただし、最初に電波を発射してから連続する 4 秒以内に限り、その発射を停止した後 50ms の送信休止時間を設けずに再送信することができるものとする。なお、上記における再送信は 128 μ s 以上のキャリアセンスを行った後に送信するものとし、かつ、最初に電波を発射してから連続する 4 秒以内に完了することとする。
- (イ) キャリアセンス時間 128 μ s 以上の場合

送信装置の 1 時間当たりの送信時間の総和は 360 秒以下とする。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は、送信装置の 1 時間当たりの送信時間の総和は 720 秒以下、各無線チャンネルの 1 時間当たりの送信時間の総和は 360 秒以下とすることができる。

また、電波を発射してから送信時間 400ms 以内にその電波の発射を停止し、送信休止時間 2ms を経過した後でなければ、その後送信を行わないものとする。ただし、送信装置の 1 時間当たりの送信時間の総和が 360 秒以下で、かつ、電波を発射してから送信時間 6ms 以内にその電波の発射を停止する場合は、送信休止時間 2ms は不要とする。

なお、他の無線設備からの要求（送信しようとする無線チャネルについて、キャリアセンスを行ったものに限る。）に応答する場合であって、要求の受信を完了した後 2ms 以内に送信を開始し、当該要求の受信を完了した後 5ms 以内（一の単位チャネルのみを使用する場合は 50ms 以内）に完了する送信については、1 時間あたりの送信時間の総和に含めないこととする。

ただし、920.5MHz から 923.5MHz の周波数のみを使用し、キャリアセンスを 5ms 以上実施する場合は、（8）ウ（ア）の条件によることができる。

（9）混信防止機能

通信の相手方を識別するための符号（識別符号）を自動的に送信し、又は受信するものであること。識別符号の符号長は 32 ビット以上であること。

（10）端末設備内において電波を使用する端末設備

本方式による無線設備が電気通信回線設備の一端に接続されるものである場合にあっては、以下の条件を満たすこと。

ア 端末設備を構成する一の部分と他の部分相互間において電波を使用するものは、32 ビット以上の識別符号を有すること。

イ 特定の場合を除き、使用する電波の空き状態について判定を行い、空き状態の時のみ通信路を設定するものであること。

3-2 技術的条件

（1）送信装置

ア 周波数の許容偏差

$\pm 20 \times 10^{-6}$ 以内であること。ただし、単一の単位チャネルを使用する場合にあっては指定周波数帯によることができることとする。この場合、割当周波数は単位チャネルの中心周波数とし、指定周波数帯の幅は単位チャネルの帯域幅とする。

イ 占有周波数帯幅の許容値

$(200 \times n)$ kHz 以下であること。（n：同時に使用する単位チャネル数で、1 から 20 までの自然数）

ウ 無線チャネルマスク

無線チャネルに隣接する単位チャネル内に放射される電力は -15dBm 以下であること。

エ 空中線電力の許容偏差

上限 20%、下限 80%以内であること。

オ 不要発射の強度の許容値

給電線に供給される不要発射の強度の許容値は、次表に定めるとおりであること。

表 3-1 不要発射の強度の許容値（給電線入力点）

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

※n は同時に使用する単位チャネル数。

(2) 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、次表に定めるとおりであること。

表 3-2 副次的に発する電波の限度

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	-54dBm	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	-54dBm	100kHz
930MHz を超え 1GHz 以下	-55dBm	100kHz
1GHz を超えるもの	-47dBm	1MHz

3-3 測定法

平成 30 年度答申のうち、「中出力型アクティブ系小電力無線システムの技術的条件」（参考資料 5）を適用する。

情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 構成員一覧

(令和4年1月18日現在 敬称略)

氏名	主要現職
主査 安藤 真	東京工業大学 名誉教授
主査代理 豊嶋 守生	国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 研究センター長
委員 森川 博之	東京大学大学院 工学系研究科 教授
専門委員 秋山 祐子	富士通株式会社 モバイルシステム事業本部 モバイルPF開発統括部長
” 飯塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター ICT リサーチ&コンサルティング部 シニア・リサーチディレクター
” 伊藤 数子	特定非営利活動法人 STAND 代表理事
” 河野 隆二	横浜国立大学 大学院 工学研究院 教授 兼 同大学 未来情報通信医療社会基盤センター長
” 児玉 俊介	一般社団法人電波産業会 専務理事
” 齋藤 一賢	日本電信電話株式会社 技術企画部門 電波室長
” 田中 秀一	一般社団法人全国陸上無線協会 専務理事
” 田丸 健三郎	日本マイクロソフト株式会社 技術統括室 業務執行役員 ナショナルテクノロジーオフィサー
” 土田 健一	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 部長
” 日野岳 充	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 専務理事
” 藤井 威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
” 藤野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
” 本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
” 松尾 綾子	株式会社東芝 情報通信プラットフォーム研究所 ワイヤレスシステムラボラトリー 室長
” 三谷 政昭	東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授
” 三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
” 吉田 貴容美	日本無線株式会社 シニアエキスパート

情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会
920MHZ 帯電子タグシステム等作業班 構成員

(令和3年12月14日現在 敬称略)

氏名	所属・役職
三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
遠藤 秀樹	東京ガス株式会社 基盤技術部 次世代技術研究所
兼坂 有美	東京電力パワーグリッド株式会社 電子通信部 アクセス技術グループ FAN チームリーダー (第14回作業班まで)
小谷 玄哉	三菱電機株式会社 コミュニケーション・ネットワーク製作所 無線通信システム部 技術第三課 専任
後藤 宏一郎	東京電力パワーグリッド株式会社 電子通信部 アクセス技術グループ FAN チームリーダー (第15回作業班から)
小西 將之	一般社団法人日本自動認識システム協会 研究開発センター 主任研究員
柴田 喜章	京セラコミュニケーションシステム株式会社 LPWA ソリューション部 副部長
清水 芳孝	日本電信電話株式会社 未来ねっと研究所 波動伝搬研究部
白石 和久	パナソニック システムソリューションズジャパン株式会社 パブリックシステム事業本部 システム開発本部 係長
鈴木 淳	一般財団法人移動無線センター 事業本部 事業企画部 参事
玉井 洋平	セムテックジャパン合同会社 LoRa 技術担当 技術担当課長
中川 仁克	凸版印刷株式会社 DX デザイン事業部 インテグレーションビジネスセンター 部長
中田 幸男	電気興業株式会社 機器統括部 防災システム推進課
西田 肇夫	東芝エネルギーシステムズ株式会社 DX 統括部新規事業開発部 参事 (兼)一般社団法人電波産業会 電子タグ作業班 主任
二宮 照尚	富士通研究所 研究本部 ICT システム研究所 ヘテロスケーラーコンピューティングプロジェクト 特任研究員
野島 友幸	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 技術部 副部長
三島 安博	Apple Japan, Inc. Wireless Design Regulatory Engineer
水野 哲	株式会社デンソーウェーブ AUTO-ID 事業部 技術2部 技術1室
宮永 博史	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 移動通信グループ
山田 隆男	大日本印刷株式会社 情報コミュニケーション製造統括本部 技術ユニット 蕨技術部 第5グループ
横田 純也	ソフトバンク株式会社 渉外本部 電波政策統括室 制度開発室 課長代理
米山 悠介	ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 IoT ソリューション事業部・開発2部・1課 統括課長
李 還幫	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスシステム研究室 総括研究員ワイヤレスネットワーク総合研究センター

參考資料

参考資料 1 アクティブ系小電力無線システムの普及予測（平成 30 年度答申より抜粋）

920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムについて、株式会社矢野経済研究所がまとめた市場調査資料『IoT 時代のセンサーネットワークマーケット 2017』（以下、「IoT 参考文献」という。）をベースに、2035 年頃にアクティブ系小電力無線システムの無線装置台数が最大普及状態になると仮定して普及予測を行った。

なお、本普及予測値は最大普及した際でも電波干渉上、共用に問題がないかを検討するための値として利用するために算出されたものである。

1. アクティブ系小電力無線システムの利用が想定されるアプリケーション

IoT 参考文献の分類に合わせて、以下の 9 分野に分けて整理した。

- ① エネルギー関連
 - エネルギー管理（流通、オフィス、データセンター等）
 - 家庭関連（HEMS、スマートメーター含む）
 - 事務所関連（BEMS 含む）
- ② インフラ関連
 - 道路インフラ（橋梁、トンネル、法面監視、アンダーパス監視など）
 - 下水道・浄水場監視、インフラ設備の稼働データ
- ③ 工場・製造関連
 - 維持管理、品質管理
 - スマート工場、Industrie4.0
 - IT モニタリング（生産設備・機器、重機・建設の遠隔監視）
- ④ セキュリティ関連
 - 機械警備（住宅、非住宅）
 - サービス付高齢者向け住宅、高齢者世帯向けセキュリティでの見守りサービス
- ⑤ 農業/畜産関連
 - 施設園芸、植物工場
 - 営農支援、作業効率化、収穫予測
 - 畜産業（肉牛、乳業、養豚など）での疫病・発情・健康などの固体管理
- ⑥ ヘルスケア関連
 - 見守りサービス、在宅患者モニタリング
 - 簡易 PHR（パーソナルヘルスレコード）
 - メタボ・肥満監視
 - ヘルスケアモニタリング（従業員）
- ⑦ 流通・物流関連

- ヘルスケアモニタリング（ドライバー）
- トラッキング/トレーサビリティ
- ⑧ 自然・環境関連
 - 自然・環境観測（気象、大気汚染、花粉、放射線など）
 - 火山・地震監視
 - 災害監視（河川・港湾・ダム）
 - 防災、危険箇所モニタリング
- ⑨ 自動車関連
 - タイヤ空気圧監視、盗難防止装置
 - 車両運行管理
 - コネクティッドカー、テレマティクス

上述の9分野以外にも利用シーンを考えることができるが、ここでは代表例として、上述の9分野でほぼ市場を網羅していると仮定して、普及予測の算定を行った。

2. アクティブ系小電力無線システムの普及予測

IoT 参考文献には、9分野ごとに2021年（一部2025年）までのIoTセンサーシステム全体の出荷台数予測が記載されている。ただし、有線システムと無線システムを全て含めた予測値となっており、無線方式ごとの内訳などは記載されていない。

このIoT全体の出荷台数予測値に対し、2030年に成長率が1となるように外挿して、2035年までのIoT全体の出荷台数予測値を算出し、さらにアプリケーションごとに920MHz帯が使われる割合を仮定して、920MHzの出荷台数を算出した。なお、市場に出荷された無線装置は最大15年間、継続利用されると仮定し、過去15年間の出荷台数を累積して普及台数を算出した。ただし、950MHz帯の台数は加算せず、920MHz帯へ周波数移行した2011年以降の出荷台数の累積値としている。

市場全体のアクティブ系小電力無線システムの普及予測は参表1-1になる。2035年にノード数が市場に最大普及状態になると仮定すると、総数は約1億4000万台と算出される。

参表 1-1 アクティブ系小電力無線システムの総ノード数普及予測

（単位：台）

	2017年	2020年	2025年	2030年	2035年
エネルギー関連	6,507,892	15,500,251	36,610,181	61,657,324	78,976,478
インフラ関連	16,543	31,800	88,740	164,480	231,474
工場・製造関連	4,872	12,214	32,508	43,757	46,786
セキュリティ	16,343,904	25,769,144	41,293,746	46,876,081	47,785,089

関連					
農業・畜産関連	53,419	99,364	273,617	578,035	869,586
ヘルスケア関連	40,060	75,072	377,738	1,542,363	2,862,112
物流・流通関連	11,170	79,149	778,318	1,855,363	2,888,424
自然・環境関連	40,582	93,195	294,644	577,913	825,644
自動車関連	316,576	568,555	1,215,333	1,883,564	2,393,944
市場全体	23,335,016	42,228,742	80,964,823	115,178,880	136,879,537

他システムへの干渉を検討するために、送信出力別の総ノード数の普及予測も行う。平成 23 年委員会報告の予測では、屋内で利用するものは 1mW 局を主に使い、工場やビルでの監視や自動検針など、電波環境の悪い場所や長距離伝送が必要な場所で利用するものは 20mW 局や 250mW 局を主に使うなど、アプリケーションが必要とする通信距離に応じて送信出力を使い分けると仮定していたが、現在の市場では、通信距離とは無関係に、20mW 局が主に利用されている。

今回は、市場での利用状況に合わせて、1mW 局はアクティブタグ、250mW 局は LPWA の集計局を主に想定して算出した。2035 年の送信出力別の普及予測台数は参表 1-2 のようになる。

参表 1 - 2 2035 年 送信出力別の総ノード数普及予測

分野	全体	1mW 局	20mW 局	250mW 局
エネルギー関連	78,976,478	0	75,027,654	3,948,824
インフラ関連	231,474	0	219,900	11,574
工場・製造関連	46,786	0	46,786	0
セキュリティ関連	47,785,089	0	45,395,835	2,389,254
農業・畜産関連	279,355	0	265,387	43,479
ヘルスケア関連	2,862,112	858,634	1,860,373	143,106
物流・流通関連	2,888,424	866,527	2,021,897	0
自然・環境関連	825,644	0	784,362	41,282
自動車関連	2,393,944		2,274,247	119,697
市場全体	136,879,537	1,725,161	128,457,160	6,697,216

3. アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数

参表 1-2 の普及予測をもとに、アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数を算出した（参表 1-3）。

平成 23 年委員会報告までの予測では、家庭市場と大型建造物市場に分けて、それぞれの建物の密集度の高いエリアに対してノード密度を算出していた。しかし、現在は 2 つの市場に明確に分けられないアプリケーションも増えてきたため、今回の予測では市場を分割せず、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した。この際、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した。さらに、各アプリケーションで典型的なシステム構成を想定し、平均送信頻度を算出した。

ただし、送信時間総和の上限を送信時間率 10%から 20%に緩和することを想定し、20mW 局の⑦時間率は、平成 23 年委員会報告の予測値の 2 倍に増やして算出した。

参表 1-3 アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数予測（2035 年）

	項目	1mW	20mW	250mW	単位	備考
①	日本の総ノード台数（2035 年）	1,725,161	128,457,160	6,697,216	台	送信出力別台数予測より
②	豊島区の人口密度（2015 年）	22,372.48			世帯 /km ²	2015 年 10 月の人口密度ランキング 1 位である東京都豊島区の人口密度
③	日本の人口（2015 年）	127,094,745				2015 年 10 月の国勢調査結果より
④	人口比に基づくノード密度	304	22,612	1,179	台/km ²	①×②÷③
⑤	1 台当りの平均送信頻度	1.944	0.766	0.774	回/分	
⑥	1 回当りの送信時間	0.010			秒/回	100kbps 127 バイトの packets で計算
⑦	時間率	0.033	0.013	0.013	%	⑤×⑥÷60
⑧	同時通信の平均台数	0.100	2.931	0.155	台/km ²	④×⑦
⑨	標準偏差 σ	0.316	1.712	0.393		$\sqrt{(\text{④} \times \text{⑦}) \times (1 - \text{⑦})}$ ※二項分布
⑩	閾値（平均 +2.33884 σ ）	0.839	6.935	1.074	台/km²	2.33884 : 正規分布における 99%値

以上より、最も密集した地区におけるアクティブ系小電力無線システムの同時送信台数は、以下の通りと想定される。

参表 1-4 アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数

システム名	同時送信台数 (台/km ²)
高出力型アクティブ系小電力無線システム (250mW)	1.074
中出力型アクティブ系小電力無線システム (20mW)	6.935
低出力型アクティブ系小電力無線システム (1mW)	0.839

参考資料2 広帯域システムの普及予測

広帯域システムについて、平成30年度答申において参照しているIoT参考文献、株式会社シード・プランニングが発行している市場調査資料『2017-2018年度版 IoT・M2M通信モジュール／サービスの市場展望』（以下、「広帯域参考文献1」という。）及びIoT Analytics社が発行している『State of the IoT 2018: Number of IoT device now at 7B -Market accelerating』（以下、「広帯域参考文献2」という。）の情報を基に、平成30年度答申と同様に2035年頃にアクティブ系小電力無線システムの無線装置台数が最大普及状態になると仮定して普及予測を行った。

また、920MHz電子タグシステム等作業班においては、広帯域システムの利用事例としてIEEE 802.11ahのシステムの事例のみ取り扱ったことから、当該システムのユースケースを基にして普及予測を行った。

平成30年度答申の分類分けを踏襲し、広帯域システムの各ユースケース（参考資料3を参照）を次の9分野に分けて整理した。

1. 広帯域システムの利用が想定されるアプリケーション

- ① エネルギー関連
 - オフィス内エネルギーマネジメント
- ② インフラ関連
 - インフラの管理業務
 - インフラの老朽化監視
- ③ 工場・製造関連
 - 工場内バックボーン
 - 工場内の見回り
- ④ セキュリティ関連
 - ホームセキュリティ
 - 防犯カメラ
- ⑤ 農業/畜産関連
 - 鳥獣害対策
- ⑥ ヘルスケア関連
 - （該当なし）
- ⑦ 流通・物流関連
 - モビリティでの安全管理（※自動車の運転に関連）
- ⑧ 自然・環境関連
 - ドローン利用（※災害時が対象）
 - 河川監視

- 災害時の中継
 - ⑨ 自動車関連
 - コンテンツシンクロ（※車載 AV 機器が対象）
 - プッシュ通知（※自動車対象）
- ※ 利用用途のうち、ファームウェアアップデートは全ての分野で共通して需要があるため、分類分けは行わない。

2. アクティブ系小電力無線システムの普及予測

広帯域参考文献2には、アンライセンス帯で運用される IoT 無線システムとして、1GHz 帯以下で利用される LPWA は登場後 10 年で IoT 無線システム全体の 12%を占めるといふ予測が示されている。広帯域参考文献1に示されている Wi-Fi 系統の IoT 無線（2.4/5GHz 及び 11ah を含む広帯域システム）の運用局数の予測を基に 10 年後の運用局数を 8708 万局と見積もり、また、広帯域参考文献2で示されている上記の割合 12%が Wi-Fi 系統の IoT 無線全体に占める割合について同等であると仮定し、制度化の 10 年後には広帯域システムの出荷台数は 1,045 万台と想定した。

また、「900MHz 帯を使用する新たな無線利用に係る調査の結果と今後の予定」（令和 2 年 3 月 13 日、総務省）に基づき、デジタル MCA の周波数移行後の周波数帯（845MHz～860MHz 及び 930MHz～940MHz）の新たな無線利用について検討が進められており、同帯域での広帯域システムの利用も検討されていることから、920MHz 帯における広帯域システムの普及台数は 10 年後に最大になると仮定し、2035 年における普及台数は 1,045 万台と想定する。

平成 30 年度答申の普及予測台数の各分野の比率と、広帯域システムの分野毎の普及予測台数の比率が同じになることを想定すると、2035 年における中出力型アクティブ系小電力無線システムの普及予測は参表 2-1 のとおりとなる。

参表 2-1 アクティブ系小電力無線システムの総ノード数普及予測

(単位：台)

	平成 30 年度答申における中出力型アクティブ系小電力無線システムの普及予測台数 (2035 年)	広帯域システムの分類 毎の比率	広帯域システムの分類 毎の普及予測台数 (2035 年)
エネルギー関連	75,027,654	0.59529	6,220,751
インフラ関連	219,900	0.00174	18,233
工場・製造関連	46,786	0.00037	3,879
セキュリティ関連	45,395,835	0.36018	37,63,895
農業・畜産関連	265,387	0.00211	22,004
ヘルスケア関連	1,860,373	0	0
物流・流通関連	2,021,897	0.01604	167,641
自然・環境関連	784,362	0.00622	65,034
自動車関連	2,274,247	0.01804	188,564
市場全体	128,457,160	1.00000	10,450,000

※：ファームウェアアップデートは全分野に渡り需要があるため、普及台数全体の 5/6 (83.333%) を占めると仮定する。

3. アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数

広帯域システムのユースケース毎に実環境における映像及びセンサーデータの頻度及びトラフィック量を見積もり、これを基に送信時間率を算出した。(参表 2-2)

参表 2-1 の普及予測をもとに、アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数を算出した。(参表 2-3)

平成 30 年度答申を踏襲し、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した。この際、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した。さらに、各アプリケーションで典型的なシステム構成を想定し、平均送信頻度を算出した。

参表 2-2 広帯域システムの分野ごとの送信時間率（想定）

項目	1. ファーム アップデート	2. ホームセ キュリティ	3. コンテン ツシンクロ	4. オフィス 内エネルギー マネジメント	5. 工場内パ ックボーン	6. 工場内見 回り	7. 鳥獣害対 策	8. 防犯カメ ラ	9. インフラ の管理業務	10. ドローン 利用	11. インフラ 老朽化監視	12. プッシュ 通知	13. モゼリテ ィでの安全管 理	14. 河川監視	15. 災害時の 中継
トラフィック 見積 A: 大容量デ ータ伝送 B: センサー データ伝送 A:Bの割合	年1回 A: 1MB B: 127B (IAPあたり A+B=5台)	年1回 A: HD画質 B: 127B A:B=2:14	2週1回 A: 5MB(10時 間) ⇒5.5MB B: 0 1AP:1台 (A:B=1:0仮 定)	月1回 A: HD静止画 B: 127B A:B=1:11	6ヶ月1回 A: FHD静止 画 B: 127B A:B=1:30	月1回 A: 1MB+FHD 静止画 B: 127B A:B=1:30	年6回 A: HD静止画 B: 127B A:B=1:4	月1回 A: HD静止画 B: 0 1AP:5台 (A:B=1:0仮 定)	月1回 A: 500kbps (FHD静止画 相当) B: 0 1AP:10台 (A:B=1:0仮 定)	毎秒(60回/ 分): 災害時 (年1回1時 間と仮定) A: SVGA静止 画 B: 127B A:B=1:1	6ヶ月1回 A: HD静止画 B: 127B A:B=2:20	1時間1回 A: SXGA静止 画 B: 0 車1台:1台 (A:B=1:0仮 定)	週1回 A: HD 5FPS 動画(10秒) B: 127B A:B=1:1	年1回 A: HD 1FPS 動画(10秒) B: 127B A:B=1:2	(2週/年) 1時間1回 A: HD静止画 B: 127B A:B=1:1
A. 1台の平 均送信頻度 [回/分]	1.903E-06	1.903E-06	1.984E-04	2.240E-05	3.734E-06	2.240E-05	1.142E-05	2.240E-05	2.240E-05	0.007	3.734E-06	0.017	9.921E-05	1.903E-06	0.001
A. データサ イズ [byte]	1.100k	440k	5.500k	440k	770k	1.870k	440k	440k	770k	220k	440k	660k	22.000k	4.400k	440k
A. データレ ート [kbps]	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	500	1.800	1.800	1,800.000	1,800.000	1,800.000	1,800.000
A. 1回送信 時間[秒/回]	4.889	1.956	24.444	1.956	3.422	8.311	1.956	1.956	12.320	0.978	1.956	2.933	97.778	19.556	1.956
A. 送信時間 率 [%]	1.550E-05	6.201E-06	0.008	7.301E-05	2.130E-05	3.103E-04	3.721E-05	7.301E-05	4.600E-04	0.011	1.217E-05	0.081	0.016	6.201E-05	0.002
B. 1台の平 均送信頻度 [回/分]	1.903E-06	1.903E-06	1.984E-04	2.240E-05	3.734E-06	2.240E-05	1.142E-05	2.240E-05	2.240E-05	0.007	3.734E-06	0.017	9.921E-05	1.903E-06	0.001
B. データサ イズ [byte]	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
B. データレ ート [kbps]	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
B. 1回送信 時間 [秒/回]	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04	5.644E-04
B. 送信時間 率 [%]	1.790E-09	1.790E-09	1.867E-07	2.107E-08	3.512E-09	2.107E-08	1.074E-08	2.107E-08	2.107E-08	6.443E-06	3.512E-09	1.568E-05	9.333E-08	1.790E-09	6.030E-07
Aの割合	1.000	0.125	1.000	0.083	0.032	0.032	0.200	1.000	1.000	0.500	0.091	1.000	0.500	0.333	0.500
平均時間率 [%]	1.550E-05	7.767E-07	0.008	6.104E-06	6.903E-07	1.003E-05	7.450E-06	7.301E-05	4.600E-04	0.006	1.109E-06	0.081	0.008	2.067E-05	0.001

参表 2 - 3 広帯域システムの同時送信台数予測 (2035 年)

項目	備考	1. ファームアップデート	2. ホームセキュリティ	3. コンテンツシンクロ	4. オフィス内エネルギーマネジメント	5. 工場内バックホーン	6. 工場内見回り	7. 鳥獣害対策	8. 防犯カメラ	9. インフラの管理業務	10. ドローン利用	11. インフラ老朽化監視	12. ブッシュ通知	13. モビリティでの安全管理	14. 河川監視	15. 災害時の中継	広帯域システム	中出力アクティブ系小電力無線システム (平成 30 年度答申)	中出力アクティブ系小電力無線システム全体	
①	総ノード数 [台]	(8,708,333)	1,881,947	94,282	6,220,751	1,940	1,940	22,004	1,881,947	9,116	21,678	9,116	94,282	167,641	21,678	21,678	10,450,000	128,457,160	138,907,160	
②	豊島区人口密度 [人/km ²]	22,230																22372,480		
③	日本の人口 [人]	125,960,000																127,094,745		
④	人口比に基づくノード密度 [台/km ²]	①×②/③	1536,887	332,135	16,639	1097,867	0,342	0,342	3,883	332,135	1,609	3,826	1,609	16,639	29,586	3,826	3,826	22612,000		
⑤	平均時間率 [%]	参表 2-2 参照	1.550E-05	7.767E-07	8.083E-03	6.104E-06	6.903E-07	1.003E-05	7.450E-06	7.301E-05	4.600E-04	5.584E-03	1.109E-06	0.081	0.008	2.067E-05	0.001	0.013		
⑥	同時送信平均台数 [台/km ²]	④×⑤	2.383E-04 (A)	2.580E-06 (B)	0.001 (C)	6.701E-05 (D)	2.364E-09 (E)	3.434E-08 (F)	2.893E-07 (G)	2.425E-04 (H)	7.400E-06 (I)	2.136E-04 (J)	1.785E-08 (K)	0.014 (L)	0.002 (M)	7.908E-07 (N)	3.998E-05 (O)	0.0181 (P) ※ (A) ~ (O) の和	2.931 (Q)	2.949 ※ (P) + (Q)
⑦	標準偏差	$\sqrt{[(④ \times ⑤) \times (1 - ⑤)]}$	0.015	0.002	0.037	0.008	4.862E-05	1.853E-04	0.001	0.016	0.003	0.015	1.336E-04	0.116	0.049	0.001	0.006	0.1345	1.712	1.7172
⑧	閾値 [台/km ²]	⑥×2.33884* ⑦ (正規分布による 99%値)	0.036	0.004	0.087	0.019	1.137E-04	4.335E-04	0.001	0.037	0.006	0.034	3.125E-04	0.286	0.117	0.002	0.015	0.333	6.935	6.965
	エリア内台数 [台]	⑧×半径 500m 面積	0.029	0.003	0.068	0.015	8.931E-05	3.404E-04	0.001	0.029	0.005	0.027	2.454E-04	0.224	0.092	0.002	0.012	0.2613	5.447	5.471

以上より、広帯域システム導入により、最も密集した地区における中出力型アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数は、以下のとおり平成 30 年度答申時より微増となると想定される。

参表 2-4 中出力型アクティブ系小電力無線システムの同時送信台数

システム名	同時送信台数 (台/km ²)
中出力型アクティブ系小電力無線システム (平成 30 年度答申時)	6.935
中出力型アクティブ系小電力無線システム (広帯域システム導入後)	6.965

参考資料3 広帯域システムの想定ユースケース

1. ファームウェアアップデート

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは IoT 機器などにおけるセキュリティアップデートに必要なバッチファイル通信。 ・ セキュリティ対策のためのファームウェア配信頻度はメーカーに依存するが、一部の IoT 機器でも採用が進んでいる Android では、直近3年では、1回/年のアップデートを実施していることから、1回/年と想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 差分ではなく、ファームウェア全体を配信することになる。 ・ 組み込み機器が想定されるため、ファームウェアのデータサイズはそこまで大容量とはならないと想定されるため、1MB 程度と想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1km の伝搬範囲内に5台程度のカメラやセンサーが存在していると想定。 ・ 用途により配信されるデータの容量には大きな違いはないと想定。

2. ホームセキュリティ

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは、不在時において、不審者が玄関や勝手口における不審な行動を起こしたことをセンサーが検知して作動するモデル。日中の時間帯においてはインターホンとの併用を想定。 ・ 未遂も含めて、車上荒らしや侵入につながる行動の検知は1回/年と想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 窓の破壊を検知する振動検知センサーや不法侵入を検知するマグネットセンサーなどを想定。 ・ 映像の解像度については、不審人物の確認、通知が目的であるため、HD 品質程度で十分。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 家庭内に設置された防犯センサーと入口に設置されたカメラ2台を想定。 ・ 用途により配信されるデータの容量には大きな違いはないと想定。 ・ 1家庭における設置数から、カメラ：センサーの想定比率を2:14。

3. コンテンツシンクロ

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは、車載 AV 機器内のコンテンツデータの同期を想定。 ・ 有料音楽配信サブスクリプションサービスをモデルとして、2回/月と想定。 ・ 夜間にデータ同期することを想定しているため、送信時間は22時から8時までの10時間を想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1回の同期により、1ファイルの音楽データの送受信を行うことが想定される。1ファイル当たり5MBと想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ アクセスポイント1台当たり端末1台の接続を想定。

4. オフィス内エネルギーマネジメント

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは、オフィス内の電気・ガス等の使用量をモニタリングするセンサーから1回/日データを収集することを想定。 ・ 夜間等の監視カメラ映像の送信に利用。1回/月程度の頻度で動作する想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電気・ガス等の使用量のデータ送信については文字データの送信と同程度。 ・ 監視カメラは異常検知のみに利用するため、HD程度の解像度の静止画で十分。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ センサーデータについてはオフィスフロアをアクセスポイント1台でカバーし、11台の端末と接続する想定。 ・ 監視カメラは建物の入口に1台設置する想定。 ・ カメラ用途: センサー用途の想定比率は1:11。

5. 工場内バックボーン

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは、工場内の異常検知用のセンサー群のバックホール回線での利用や、 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各種センサー類の通信量は文字データの送信と同程度。 ・ 監視カメラは異常状況 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工場内の工作機械1台につきセンサー1台の想定。経済産業省特定設備機械統計調査によ

<p>センサーで検知した異常の状況を映像として送信することを想定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・頻度として1回／6か月を想定。 	<p>の把握が目的であるため、FHD 程度の解像度の静止画が必要。</p>	<p>ると、1事業所あたりの金属加工設備は60台であることから、60台のセンサーが設置され、2台のアクセスポイントで工場内をカバーすると仮定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・監視カメラは工場内を俯瞰する位置に設置。1アクセスポイント当たり1台接続すると仮定。 ・カメラ用途: センサー用途の想定比率は1:30。
--	---------------------------------------	--

6. 工場内の見回り

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・想定される利用シーンは、非常時における現場作業員の遠隔連絡(現場状況の映像伝送を含む。)及び対応マニュアル等のドキュメントをサーバなどからアクセスするモデル。 ・工場内にセンサーを多数設置。 ・現場の判断のみで対応できない事象の発生頻度は1回／月程度と想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種センサー類の通信量は文字データの送信と同程度。 ・監視カメラは異常状況把握が目的であるため、FHD 程度の解像度の静止画が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサー設置数は「5. 工場内バックボーン」と同様60台と仮定し、1アクセスポイントに接続するセンサー数は30と仮定。 ・監視カメラは作業員が携帯するタブレット等のカメラの使用を想定するため1台。 ・カメラ用途: センサー用途の想定比率は1:30。

7. 鳥獣害対策

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・想定される利用シーンは、罾等に設置したセン 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサーデータは動作情報のみであり、大容 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサー設置数は1か所につき罾の作動検知

<p>サーからの検知情報を 受けた際に、必要に応じ て現場の映像データを プル型で取得するモデ ル。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象の害獣の出没する 期間における検知頻度 は最大1回/月。 ・対象の害獣の活動停止 時期も踏まえると検知 頻度は6回/年程度と 想定。 	<p>量のデータ伝送は行わ ない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・監視カメラのデータは センサー検知時に確認 する内容（害獣の種類、 大きさ、頭数等）を踏ま えると HD 程度の解像 度の静止画で十分。 	<p>に1台、罾の付近での 生態把握用の熱源検知 用センサー2台、カメ ラと連動して画角を調 整するセンサー1台の 計4台を想定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・監視カメラは1か所に つき1台を想定。 ・カメラ用途:センサー用 途の想定比率は1:4。
---	---	--

8. 防犯カメラ

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・想定される利用シー ンは、カメラ映像により異 常を検知した際に、アラ ームを含めた映像デー タのデータフレームを 伝送することを想定。 ・カメラが異常を検知す る頻度は1回/月を想 定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アラームは場所等を示 す、カメラのID等の文 字データのみ。 ・監視カメラのデータは センサーの誤検知の判 断、発生している事象 の特定を目的に使用す るため、高解像度は不 要。HD程度の解像度の 静止画を想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・データフレームによる 大容量データ伝送の み。 ・1アクセスポイントに つき5台程度の接続を 想定。

9. インフラの管理業務

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・想定される利用シー ンは、アクセスポイントを 搭載した車が適宜停車 し、周辺の範囲内に存在 するセンサーからデー タを収集するモデル。 ・比較的容量の大きなセ 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサーに蓄積された データを定期的に取得 する。1センサー当た りの送信データレート は500kbps、データ量は FHD 静止画相当を想 定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1アクセスポイントに つき10台程度のセンサ ーの接続を想定。

<p>ンサーデータを収集する想定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・定期的なインフラの監視の頻度を踏まえ、1回／月程度を想定。 		
--	--	--

10. ドローン利用

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・想定される利用シーンは、災害時下における2.4GHz帯Wi-Fiが混雑した場合の代替通信手段を想定。 ・ドローンに搭載されたカメラから操縦に必要な映像が毎秒届く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャイロセンサーや高度計などのセンサーデータを伝送する。 ・操縦に必要な低画質映像を伝送する。上空撮影等により取得した高画質な映像データはメモリに保存し、着陸後に取得する。 ・操縦に必要な映像は、状況判断が可能なSVGA程度の画質のデータを圧縮して送信する想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1台のドローンに複数のデータを取得するセンサー1台と操縦用のカメラ1台が設置されている想定。 ・大容量データ（映像）とセンサーデータの比率は1:1の想定。

11. インフラ老朽化監視

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・想定される利用シーンは、カメラ映像及びセンサーデータによりインフラの見回りを遠隔で実現するモデル。 ・設備点検の頻度は、実情を踏まえ、1回／6か月を想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサーは振動や水分量などを収集し、伝送する。 ・カメラは過去のデータとの差分や異常箇所の早期判別を行うため、画角や拡大に堪える画質としてFHD品質の静止画をデータとして取得することを想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・利用シーンの1例としてトンネルが考えられるが、監視地点から両方向のカメラ（2台）と100m間隔でのセンサーの設置が想定される。 ・大容量データ（映像）とセンサーデータの比率は2:20と想定。

	<p>操縦に必要な映像は、状況判断が可能な SVGA 程度の画質のデータを圧縮して送信する想定。</p>	
--	--	--

12. プッシュ通知

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは、アクセスポイントの通信範囲に入った車載端末に対してプッシュで情報を配信するコンテンツ配信サービス。車両のメンテナンス情報等の配信を想定。 ・ 合わせて車載センサーが取得したデータ（走行距離等）の収集も行う。 ・ コンテンツの配信対象となる車両は1台／1時間と想定されるため、通信頻度は1回／1時間程度と想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 車載センサーは走行距離や最終メンテナンス日時等の情報を保有し、伝送する。 ・ 配信コンテンツの内容は SXGA 画質程度の静止画を想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 静止画データの送信が主となるため、大容量データとセンサーデータの比率は 1:0 と想定。

13. モビリティの安全管理

通信頻度	1回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは、バスや電車等について営業時間外である夜間等の停車時に1日の運行情報や異常運転前後の映像記録を取得するモデル。 ・ データ収集は1回／週 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運行情報はタイヤの回転数や運行時間などの少量の文字データ程度。 ・ 危険な運転が行われた前後それぞれ10秒間の動画を想定。状況把握が目的のため、HD 画質 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 車両1台当たりに搭載しているセンサーとカメラはそれぞれ1台ずつであり、大容量データとセンサーデータの比率は 1:0 と想定。

の頻度を想定。	で 5fps 程度の動画を想定。	
---------	------------------	--

14. 河川監視

通信頻度	1 回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは、河川が危険な水位になる傾向を示した場合に事前の確認と対策のため、カメラの映像を取得するモデル。 ・ 国土交通省「河川事業概要 2018」において、10 年間で過半数の自治体において、水害、土砂災害が 10 回以上生じていることから、通信頻度は 1 回／年と想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ センサーは水位データを取得し伝送。 ・ カメラからは、状況判断を可能にするため、1fps の 10 秒間の HD 動画を伝送することを想定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水位を検知するセンサーは誤検知防止のため 1 か所につき 2 台設置を想定。 ・ カメラは 1 か所に 1 台設置の想定のため、大容量データとセンサーデータの比率は 1:2 と想定。

15. 災害時の中継

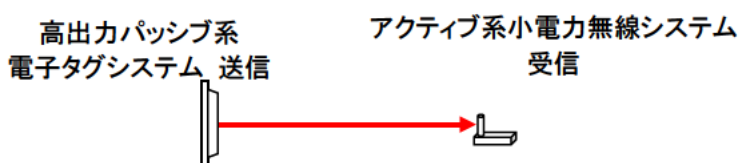
通信頻度	1 回あたりの通信量	用途の比率
<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される利用シーンは、災害時等において崖など定期的な状況確認が必要な個所において、カメラの映像を 1 時間に 1 回程度送信し、現場の状況を定期的に災害対策本部に伝送するモデル。 ・ 消防庁の平成 29 年度のデータでは災害対策本部の設置について、1 自治体につき年間で最大 2 回設置される可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・ センサーは温度、湿度等の環境データを取得し伝送。 ・ カメラからは、現場の映像データを伝送する。状況判断を可能にするため、拡大に堪えうる FHD 画質の静止画を伝送することを想定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ センサーとカメラはそれぞれ 1 か所につきそれぞれ 1 台ずつの組み合わせを想定するため、大容量データとセンサーデータの比率は 1:1 と想定。

<p>がある。</p> <ul style="list-style-type: none">・災害に警戒する期間を1週間と仮定し、14日／年の頻度で1回／1時間の通信を想定。		
---	--	--

参考資料4 アクティブ系小電力無線システムとパッシブ系電子タグシステムとの共用検討（平成30年度答申より抜粋）

アクティブ系小電力無線システムとパッシブ系電子タグシステム間で、それぞれの干渉電力がキャリアセンスレベル以下となる所要離隔距離を計算した。なおキャリアセンスレベルは、アクティブ系小電力無線システムは-80dBm、パッシブ系電子タグシステムは-74 dBmとしている。

高出力型パッシブ系電子タグシステムの送信がアクティブ系小電力無線システムの受信への干渉モデルを参図4-1に示す。



参図4-1 高出力型パッシブ系電子タグシステムからアクティブ系小電力無線システムへの干渉モデル

高出力型パッシブ系電子タグシステムの送信がアクティブ系小電力無線システムのキャリアセンスレベル以下となる所要離隔距離を計算した結果を参表4-1に示す。

参表4-1 高出力型パッシブ系電子タグシステムの送信電力の影響による所要離隔距離

①主波の影響

高出力型パッシブ系電子タグシステム 送信	① 送信電力(EIRP)	dBm	36.0	② + ③
	② 送信電力(給電点)	dBm	30.0	
	③ アンテナ利得	dBi	6.0	
アクティブ系小電力無線システム 受信	④ アンテナ利得	dBi	3.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-80.0	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	119.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)		m	23127	

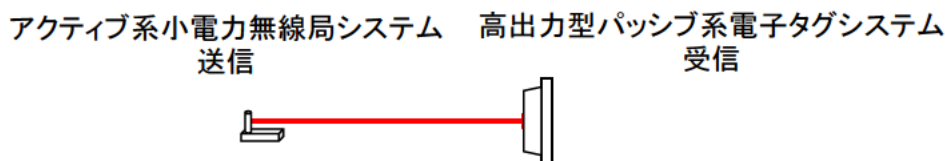
②隣接チャネル漏洩電力の影響

高出力型パッシブ系電子タグシステム 送信	① 隣接チャネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	6.5	② + ③
	② 隣接チャネル漏洩電力(給電点)	dBm/200kHz	0.5	
	③ アンテナ利得	dBi	6.0	
アクティブ系小電力無線システム 受信	④ アンテナ利得	dBi	3.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-80.0	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	89.5	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)		m	775	

③次隣接チャネル漏洩電力の影響

高出力型パッシブ系電子タグシステム 送信	① 次隣接チャネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-20.0	② + ③
	② 次隣接チャネル漏洩電力(給電点)	dBm/200kHz	-26.0	-29dBm/100kHz→-26dBm/200kHz
	③ アンテナ利得	dBi	6.0	
アクティブ系小電力無線システム 受信	④ アンテナ利得	dBi	3.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-80.0	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	63.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)		m	37	

アクティブ系小電力無線システムの送信が、高出力型パッシブ系電子タグシステムの受信への干渉モデルを参図 4-2 に示す。



参図 4-2 アクティブ系小電力無線システムから高出力型パッシブ系電子タグシステムへの干渉モデル

低出力アクティブ系小電力無線システム（1mW）が高出力型パッシブ系電子タグシステムのキャリアセンスレベル以下となる所要離隔距離を計算した結果を参表 4-2 に示す。

参表 4-2 低出力アクティブ系小電力無線システムの送信電力の影響による所要離隔距離

①主波の影響

アクティブ系小電力無線システム	① 送信電力(EIRP)	dBm	3.0	② + ③
送信	② 送信電力(送信機出力)	dBm	0.0	
	③ アンテナ利得	dB i	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム	④ アンテナ利得	dB i	6.0	
受信	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	83.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)			m	367

②隣接チャネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線システム	① 隣接チャネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-23.0	② + ③
送信	② 隣接チャネル漏洩電力(送信機出力)	dBm/200kHz	-26.0	
	③ アンテナ利得	dB i	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム	④ アンテナ利得	dB i	6.0	
受信	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	57.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)			m	18

③次隣接チャネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線システム	① 次隣接チャネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-30.0	② + ③
送信	② 次隣接チャネル漏洩電力(送信機出力)	dBm/200kHz	-33.0	-36dBm/100kHz→-33dBm/200kHz
	③ アンテナ利得	dB i	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム	④ アンテナ利得	dB i	6.0	
受信	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	50.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)			m	8

中出力アクティブ系小電力無線システム（20mW）が高出力型パッシブ系電子タグシステムのキャリアセンスレベル以下となる所要離隔距離を計算した結果を参表 4-3 に示す。

参表 4-3 中出力アクティブ系小電力無線システムの送信電力の影響による所要離隔距離

①主波の影響

アクティブ系小電力無線システム 送信	① 送信電力(EIRP)	dBm	16.0	② + ③
	② 送信電力(送信機出力)	dBm	13.0	
	③ アンテナ利得	dBi	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム 受信	④ アンテナ利得	dBi	6.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	96.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)	m		1637	

②隣接チャネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線システム 送信	① 隣接チャネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-12.0	② + ③
	② 隣接チャネル漏洩電力(送信機出力)	dBm/200kHz	-15.0	
	③ アンテナ利得	dBi	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム 受信	④ アンテナ利得	dBi	6.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	68.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)	m		65	

③次隣接チャネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線システム 送信	① 次隣接チャネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-30.0	② + ③
	② 次隣接チャネル漏洩電力(送信機出力)	dBm/200kHz	-33.0	-36dBm/100kHz → -33dBm/200kHz
	③ アンテナ利得	dBi	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム 受信	④ アンテナ利得	dBi	6.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	50.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)	m		8	

高出力アクティブ系小電力無線システム(250mW)が高出力型パッシブ系電子タグシステムのキャリアセンスレベル以下となる所要離隔距離を計算した結果を参表4-4に示す。

参表 4-4 高出力アクティブ系小電力無線システムの送信電力の影響による所要離隔距離

①主波の影響

アクティブ系小電力無線システム 送信	① 送信電力(EIRP)	dBm	27.0	② + ③
	② 送信電力(送信機出力)	dBm	24.0	
	③ アンテナ利得	dBi	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム 受信	④ アンテナ利得	dBi	6.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	107.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)	m		5809	

②隣接チャネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線システム 送信	① 隣接チャネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-2.0	② + ③
	② 隣接チャネル漏洩電力(送信機出力)	dBm/200kHz	-5.0	
	③ アンテナ利得	dBi	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム 受信	④ アンテナ利得	dBi	6.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	78.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)	m		206	

③次隣接チャネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線システム 送信	① 次隣接チャネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-23.0	② + ③
	② 次隣接チャネル漏洩電力(送信機出力)	dBm/200kHz	-26.0	-29dBm/100kHz → -26dBm/200kHz
	③ アンテナ利得	dBi	3.0	
高出力型パッシブ系電子タグシステム 受信	④ アンテナ利得	dBi	6.0	
	⑤ キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-74.0	
	キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失	dB	57.0	① + ④ - ⑤
所要離隔距離(自由空間)	m		18	

高出力型パッシブ系電子タグシステムとアクティブ系小電力無線システム間について

て計算し、まとめた一覧を参表4-5に示す。

参表4-5 パッシブ系電子タグシステムとアクティブ系小電力無線システム間の所要離隔距離

単位:m

		→高出力型パッシブ系電子タグシステム (受信機入力)	→アクティブ系小電力無線システム (受信機入力)
キャリアセンスレベル		-74dBm	-80dBm
高出力型パッシブ系電子タグシステム→ (給電点送信電力)	主波 30dBm		23,127
	隣接チャネル漏洩電力 0.5dBm/200kHz		775
	次隣接チャネル漏洩電力 -26dBm/200kHz		37
アクティブ系小電力無線システム→ (給電点送信電力)	主波 0dBm	367	
	隣接チャネル漏洩電力 -26dBm/200kHz	18	
	次隣接チャネル漏洩電力 -33dBm/200kHz	8	
	主波 13dBm	1,637	
	隣接チャネル漏洩電力 -15dBm/200kHz	65	
	次隣接チャネル漏洩電力 -33dBm/200kHz	8	
	主波 24dBm	5,809	
	隣接チャネル漏洩電力 -5dBm/200kHz	206	
	次隣接チャネル漏洩電力 -26dBm/200kHz	18	

キャリアセンスレベルを満足する所要離隔距離を考慮した場合は、主波、隣接チャネル漏洩電力、次隣接チャネル漏洩電力のいずれにおいても、高出力型パッシブ系電子タグシステムの送信電力の影響による所要離隔距離の方が、アクティブ系小電力無線システムの送信電力の影響による所要離隔距離よりも大きくなっている。

参考資料5 中出力型アクティブ系小電力無線システムの測定方法（平成30年度答申より抜粋）

（1）占有周波数帯幅

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力は、スペクトルアナライザ等を用いて給電線入力点にて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の0.5%となる周波数帯幅を測定すること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

また、指定周波数帯による場合は、単位チャンネル内の上限及び下限の周波数において測定し、占有周波数帯幅が指定周波数帯にあることを確認すること。

（2）送信装置の空中線電力

平均電力で規定されている電波型式の測定は平均電力を、尖頭電力で規定されている電波型式の測定は尖頭電力を、給電線入力点において測定すること。連続送信波によって測定することが望ましいが、パースト波にて測定する場合は、パースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を求め、送信時間率の逆数を乗じて平均電力を求めることが適当である。また、尖頭電力を測定する場合は尖頭電力計等を用いること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

（3）送信装置の不要発射の強度

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときのスプリアス成分の平均電力（パースト波にあつては、パースト内の平均電力）を、スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。なお、精度を高めるために分解能帯域幅を狭くして測定可能だが、この際はスプリアス領域発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

（4）隣接チャンネル漏えい電力

標準符号化試験信号を入力信号として加えた変調状態とし、規定の隣接する単位チャンネル内の漏えい電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定する。なお、指定周波数帯による場合は、単位チャンネル内の上限及び下限の周波数において測定すること。また、バースト波にあつてはバースト内の平均電力を求めること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(5) 受信装置の副次的に発する電波等の限度

スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。なお、精度を高めるために分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、副次発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(6) 送信時間制御

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数に設定し掃引周波数幅を 0Hz(ゼロスパン)として測定する。送信時間が規定の送信時間以下であること及び送信休止時間が規定の送信休止時間以上であることを測定する。測定時間精度を高める場合はスペクトルアナライザのビデオトリガ機能等を使用し、送信時間と送信休止時間の掃引時間を適切な値に設定すること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

(7) キャリアセンス

ア 標準信号発生器から規定の電力を連続的に加え、スペクトルアナライザ等により送信しないことを確認する。

イ 上記の標準信号発生器の出力を断にして送信を開始するまでの時間が、規定の必須キャリアセンス時間以上であることを確認する。

ウ また、標準信号発生器の出力断の時間が規定の必須キャリアセンス時間未満の場合は送信しないことを確認する。

なお、指定周波数帯による場合及び送信周波数として複数の単位チャンネルを使用する場合は、無線チャンネル内の任意の周波数において動作することを確認すること。

また、イにおいては、標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断の時間を送信休止時間程度に設定した無変調波の繰り返しパルス信号等を用いることができる。また、ウにおいては、標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断時間を必須キャリアセンス時間未満に設定した無変調の繰り返しパルス信号を用いることができる。