

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）



## 目次

I	審議事項	1
II	委員会及び作業班の構成	1
III	審議経過	1
IV	審議概要	3
	第1章 電子タグシステム等の概要	3
	1.1 920MHz 帯電子タグシステム等の現状	3
	1.3 新たな利用形態	10
	第2章 高度化に向けた検討	16
	2.1 狭帯域の周波数利用等への対応	16
	2.2 新たな電波型式への対応	18
	2.3 送信時間制限への対応	19
	2.4 小型端末への対応	22
	2.5 他の無線システムとの共用に関する検討	25
	2.6 識別符号	26
	2.7 電波防護指針への適合性等	26
	2.8 その他	29
	第3章 920MHz 帯電子タグシステム等の新たな利用に向けた技術的条件	31
	3.1 高出力型パッシブ系電子タグシステムの技術的条件	31
	3.2 中出力型パッシブ系電子タグシステムの技術的条件	36
	3.3 高出力型アクティブ系小電力無線システムの技術的条件	39
	3.4 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	44
	3.5 低出力型アクティブ系小電力無線システムの技術的条件	48
	第4章 今後の検討課題	51
	4.1 アクティブ系小電力無線システムの送信時間制限の見直しへの対応	51
	4.2 パッシブ系電子タグシステムの使用環境の多様化への対応	51
	4.3 電気通信サービスへの対応	51
V	審議結果	52
別表1	情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 構成員一覧	53
別表2	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 920MHz 帯電子タグシステム等作業班 構成員	54
参考資料1		55
参考資料2		60
参考資料3		68



## I 審議事項

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高度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 920MHz 帯電子タグシステム等作業班（以下「作業班」という。）を設けて検討を行った。作業班の構成については、別表 2 のとおり。

## III 審議経過

### 1 委員会

#### (1) 第 33 回（平成 28 年 11 月 10 日）

920MHz 帯小電力無線システムの高度化に向けた検討を開始することとし、検討の進め方及びスケジュールについて審議を行った。また、検討を促進させるため作業班を設置した。

#### (2) 第 35 回（平成 29 年 2 月 6 日）

作業班における検討状況の報告を受け、陸上無線通信委員会報告（案）について審議を行い、陸上無線通信委員会報告（案）をとりまとめた。また、陸上無線通信委員会報告（案）について、意見募集を実施することとした。

#### (3) TBD

TBD

### 2 作業班

#### (1) 第 1 回（平成 28 年 11 月 24 日）

検討事項及び検討の進め方を確認し、新たな利用ニーズについて検討を行った。

#### (2) 第 2 回（平成 28 年 12 月 6 日）

技術基準の見直し案について検討を行った。

#### (3) 第 3 回（平成 28 年 12 月 20 日）

技術基準の見直し案及び測定法について検討を行った。

#### (4) 第 4 回（平成 29 年 1 月 26 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 審議概要

## 第1章 電子タグシステム等の概要

### 1.1 920MHz 帯電子タグシステム等の現状

915～929.7MHz（以下「920MHz 帯」という。）を使用するパッシブ系電子タグシステム及びアクティブ系小電力無線システム（以下「920MHz 帯電子タグシステム等」という。）は、第2世代移動通信システム（一部 IMT-2000 を含む。）に使用されてきた周波数の再編等に伴い、「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループ」とりまとめ（平成22年11月30日）において、それまで使用していた950～958MHz（以下「950MHz 帯」という。）から920MHz帯に移行する形で、平成23年12月に制度化された。

950MHz帯から920MHz帯への移行に当たって、それまで950MHz帯で規定されていた高出力型パッシブ系電子タグシステムについては、高密度設置の実現や高速通信の実現の観点からミラーサブキャリア方式向けにタグ応答波の優先チャネルの確保、中出力型パッシブ系電子タグシステム及び低出力型パッシブ系電子タグシステムについては、利便性の向上の観点から免許不要局への規制緩和とチャネルの確保をするとともに、また、アクティブ系小電力無線システムについては、利便性の向上やパッシブ系電子タグシステムとの共用の観点から送信出力の増力やキャリアセンス仕様の統一、チャネルの確保等の要求条件を踏まえて制度整備が行われた。

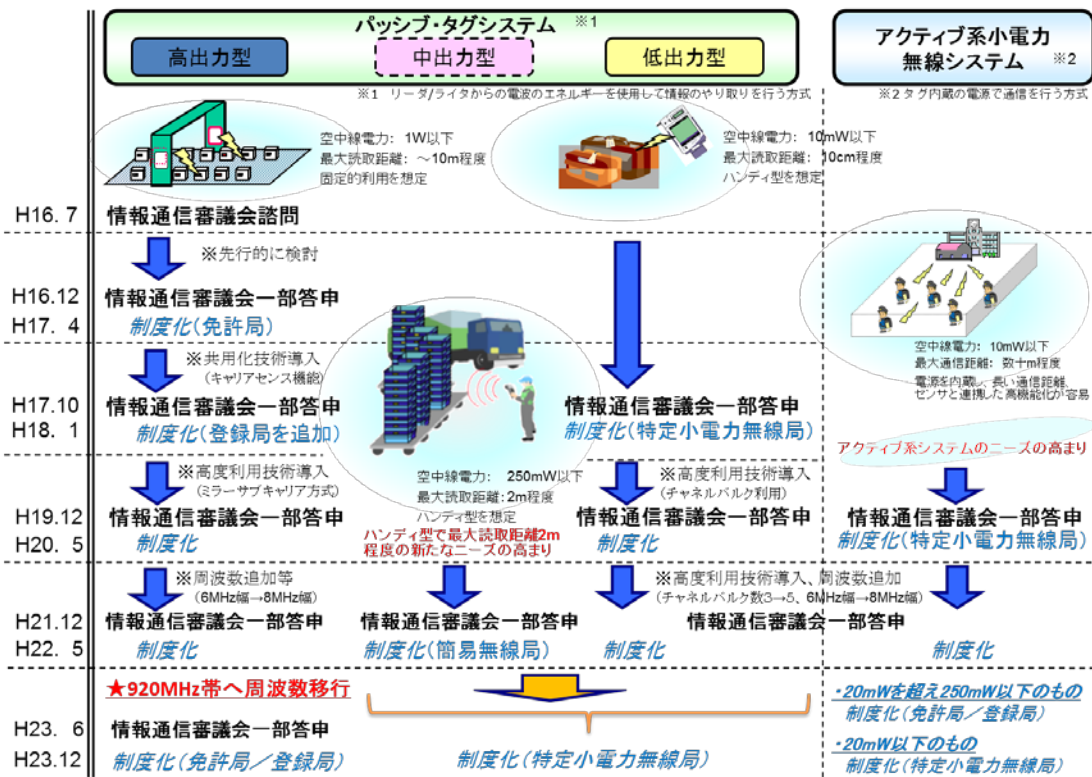


図1 950MHz帯電子タグシステム等の制度化の経緯

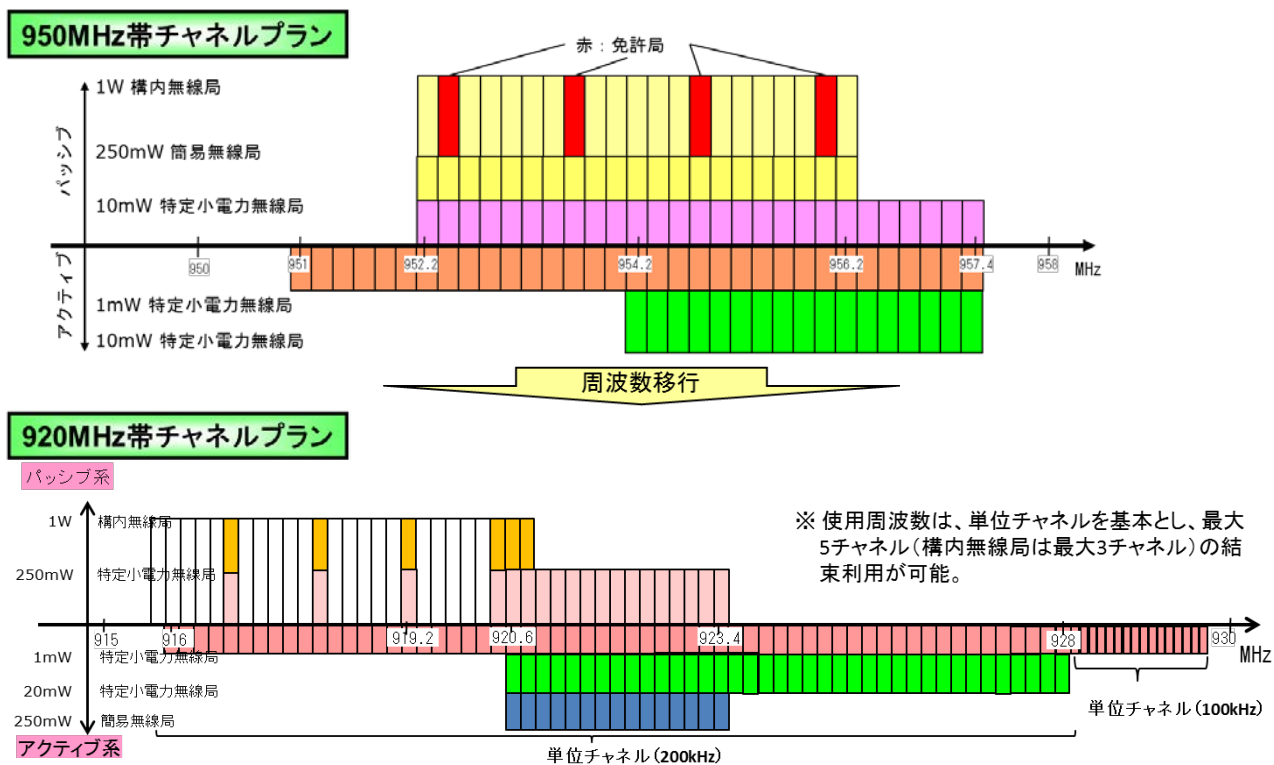


図 2 950MHz 帯から 920MHz 帯への移行

920MHz 帯への移行に当たっては、平成 23 年の電波法改正で導入された終了促進措置により、950MHz 帯電子タグシステム等の移行後の周波数を使用する携帯電話事業者が、既存システムの移行経費を負担する形で進められており、950MHz 帯電子タグシステム等については、平成 30 年 3 月 31 日がその使用期限とされている。

920MHz 帯パッシブ系電子タグシステムについては、空中線電力が 1W 以下で構内無線局の高出力型と 250mW 以下で特定小電力無線局の中出力型が規定されており、物流管理や商品管理等に活用されている。920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムについては、空中線電力が 250mW 以下で簡易無線局の高出力型、20mW 以下、1mW 以下で特定小電力無線局の中出力型、低出力型が規定されており、センサーネットワークやスマートメーターをはじめとして、幅広い分野で活用されている。



## ■ パッシブ系無線システム

### ○ 構内無線局(免許、登録)

- 空中線電力: 1W
- 周波数帯: 916.7~920.9MHz

例 ・固定型による物流管理  
・ハンディ型の物流管理



工場等の構内での利用

### ○ 特定小電力無線局(免許不要)

- 空中線電力: 250mW
- 周波数帯: 916.7~923.5MHz

例 ・荷物の積み込み  
・アパレル店舗の入庫管理  
・集配、回収業務



屋内外、ハンディ型の利用

## ■ アクティブ系無線システム

### ○ 簡易無線局(免許、登録)

- 空中線電力: 250mW
- 周波数帯: 920.5~923.5MHz

例 ・森林監視  
・橋梁の損傷管理  
・大気計測

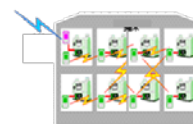


屋外の長距離伝送等の利用

### ○ 特定小電力無線局(免許不要)

- 空中線電力: 20mW
- 周波数帯: 920.5~928.1MHz

例 ・電力モニタリング  
・ガス自動検針



スマートメータ等の利用

### ○ 特定小電力無線局(免許不要)

- 空中線電力: 1mW
- 周波数帯: 915.9~929.7MHz

例 ・位置情報支援  
・空調管理  
・ホームセキュリティ



在宅管理等の利用

図 3 920MHz 帯電子タグシステム等の利用イメージ

920MHz 帯電子タグシステム等の制度化後の出荷台数、無線局数は図 4 に示すとおり増加傾向にあり、950MHz 帯からの周波数の移行をはじめ、特に特定小電力無線局（テレメータ一用、テレコントロール用及びデータ伝送用）については、スマートメータの普及により、出荷台数が急増しているところである。なお、免許不要局については、電波の利用状況調査による毎年のお荷台数である。

■ 免許不要局の出荷台数

	H23	H24	H25	H26	H27
移動体識別 特定小電力無線局 (250mW)	2,000	22,774	4,053	2,550	5,845
テレメーター用、テ レコントロール用及 びデータ伝送用 特定小電力無線局 (1mW, 20mW)	3,111	92,995	183,398	3,341,550	4,840,828

■ 免許・登録局の無線局数

	H24	H25	H26	H27
構内無線局 (1W) (装置数)	446	2,770	4,685	6,657
簡易無線局 (250mW)	58	177	191	224

※920MHz帯のうち国内で登録証明、認証を受けたもののみ計上。

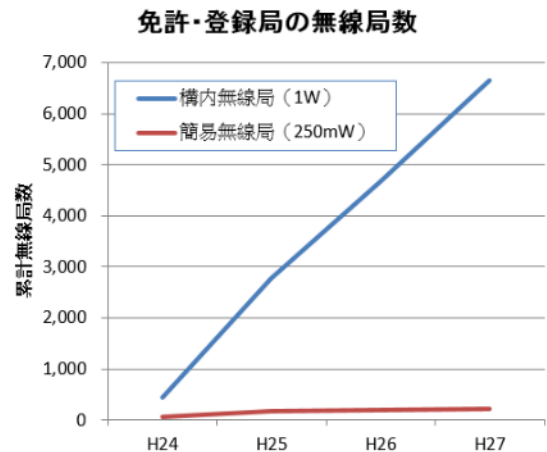
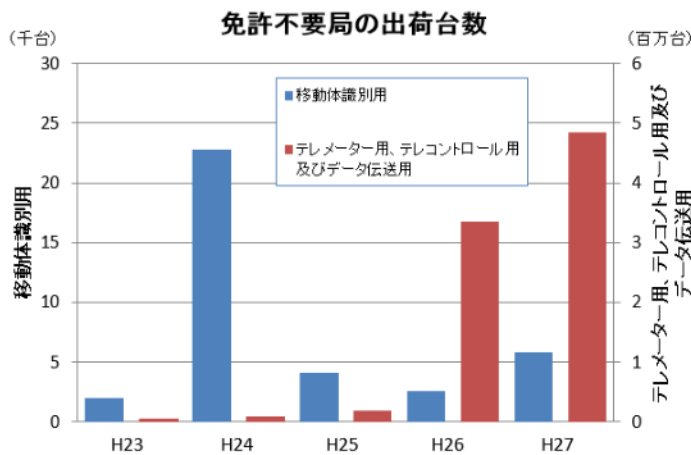


図 4 920MHz 帯電子タグシステム等の普及状況

1.2 諸外国の動向

1.2.1 周波数割当て状況

米国や欧州をはじめ、我が国を含む主要国では、920MHz 帯や 860MHz 帯が RFID や小電力の無線システムに割り当てられており、世界的に一定程度の調和が図られている。主要国における 920MHz 帯電子タグシステム等の周波数割当て状況を、図 5 に示す。

	860	870	880	890	900	910	920	930	940
		869		894	901 902		928 929		
米国			移動通信		MPCS	免許不要 (FCC Part 15) ISM (FCC Part 18)	MAS		
	863 865 868 870	875.6	880			915	921 925		
欧州	RFID/SRD	SRD/TTDA	GSM-R		移動通信	RFID	GSM-R		移動通信
	860	875	890	900		915	930		
日本		移動通信	移動通信		移動通信	RFID		MCA	
	867 869		894	904.3	915 917	923.5 925	937.5		
韓国	TRS (業務用無線)		移動通信		移動通信 (移動局送信)	RFID <4W <200mW		特定小出力無線機器 (音声及び警報信号伝送用)	
	840 845	870	880 885			915 920 925	930		
中国	RFID		移動通信		移動通信		RFID	移動通信	
	863 865 868 870	877.5 882.5 885	890			915 919.5 925	930 935		
香港	TMR	RFID	移動通信	移動通信	政府	移動通信	RFID	政府	移動通信
	865 870		890			915 918 920 926	928 935		
豪州	CTS	LMS	移動通信		移動通信	RFID<4W RFID<1W LIPD<1W			移動通信

ISM: Industrial, Scientific, and Medical. MAS: Multiple Address Service. TTDA: Tracking, Tracing and Data Acquisition. USN: Ubiquitous Sensor Networks. TMR: Trunked Mobile Radio. CTS: Cordless Telephone Service. LMS: Land Mobile Service. LIPD: Low Interference Potential Device

出所: 各種資料をもとにFMCC作成。

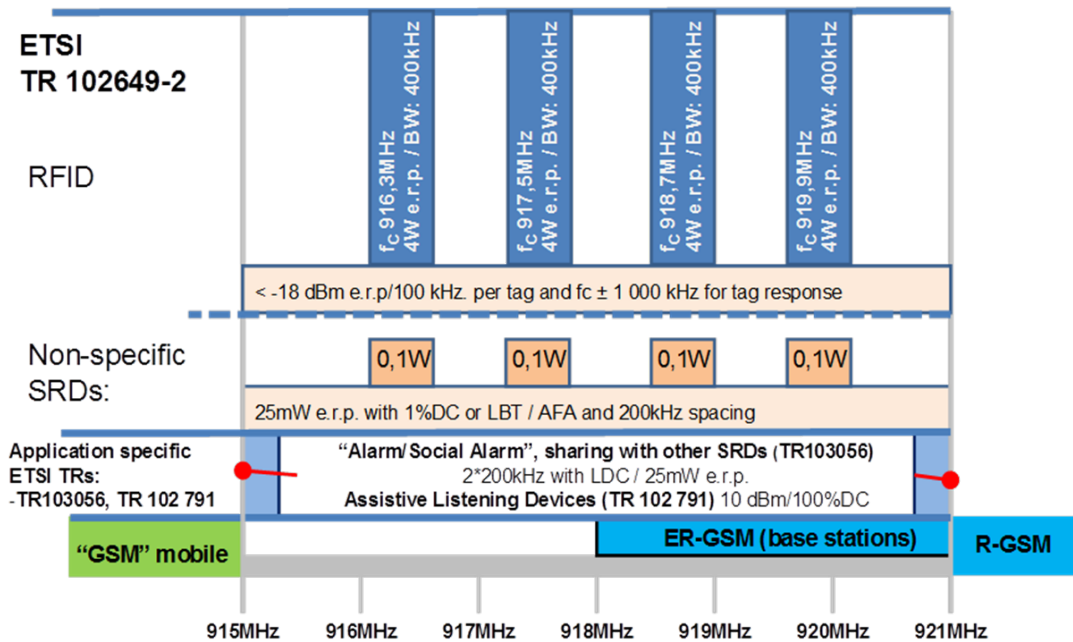
図 5 主要国における 920MHz 帯電子タグシステム等の周波数割当て状況

## 1.2.2 主要国の取組み

### (1) 欧州

欧州では、2016 年 5 月 27 日に欧州郵便電気通信主管庁会議において、ERC Recommendation 70-03 が承認され、欧州における 920MHz 帯電子タグシステム等の技術基準が定められた。

欧州諸国における 920MHz 帯の利用状況は、表 1 のとおりである。920MHz 帯は、不特定のショートレンジデバイス、ラジオマイク（聴覚補助を含む。）及び無線マルチメディアストリーミング、電子タグシステムとして規定されており、一部の国で利用可能となっている。



出所： ECC Report 189, Future Spectrum Demand for Short Range Devices in the UHF Frequency Bands, Approved February 2014

図 6 欧州 CEPT による技術基準

表 1 欧州諸国における利用状況

国	870-876 / 915-921MHz の現在の利用状況
オーストリア	未使用
ベルギー	政府利用（無人航空機、無人車両、戦術的無線中継等）
デンマーク	未使用
フィンランド	2013 年末で政府利用。PMR/PAMR へ割り当てられているが未使用
フランス	政府利用（陸海空の無人システム、遠隔制御、テレメトリ、データリンク）
ドイツ	870-873MHz / 915-918MHz : 政府利用 873-876MHz / 918-921MHz : E-GSM-R (GSM 鉄道無線へ割り当て済み)、PMR/PAMR 免許（未割り当て）
イタリア	防衛・セキュリティボディ・C2 UAV 向け移動ネットワーク
ノルウェー	未使用
ポーランド	870-874.44MHz : PMR/PAMR
ポルトガル	870-873 : 電力配送電事業者がスマートメーターを試験 873-876 / 918-921MHz : 軍事利用
スウェーデン	未使用
スペイン	M2M 向けに 4 つの地域免許が割り当て (LTE や WiMAX が利用可能)
オランダ	軍事利用
トルコ	PMR/PAMR に配分されているが未使用
英国	気象業務で 915MHz 帯をウィンドプロファイラーレーダーに使用。現在の 1 サイトから複数サイトに増設予定

出所： ECC Report 189

(2) 米国

米国では、902MHz から 928MHz の周波数帯を一次業務に公共業務用レーダーと無線探

知、二次業務に Private Land Mobile とアマチュア無線、免許不要に ISM 機器と免許不要デバイスが割当てられており、その用途としては、無線給電、タイム計測、高速道路課金システム、セキュリティシステム、煙探知機、照明制御、ホームオートネーション、スマートメーター等に用いられている。IoT に関する新たな動きとしては、以下が挙げられる。

表 2 米国における新たな動き

Senet	LoRaWAN の IoT 網を新たに 10 都市で展開し、人口カバレッジが全米 23 州 225 都市の 5000 万以上に到達した。
Sigfox	2016 年に全米 100 都市で 902MHz 帯を利用する IoT 網を構築する計画であり、鉄塔、屋上、広告版等、23 万か所以上のサイトを確保し、AT&T や Verizon の LTE 網を利用してサービスを提供する。
Silver Spring Networks	2050 年までにニューヨーク市で二酸化炭素 80% まで削減するため、400 万戸以上に電気・ガスのスマートメーターを設置する。915MHz 帯で Wi-SUN (IEEE 802.15.4g) を導入し、2.4GHz 帯とのデュアルのメッシュネットワークを構築しており、既に 2200 万以上の IoT 接続を提供している。

### (3) 中国

中国では、920MHz から 925MHz の周波数帯が RFID に割り当てられており、その主な用途は、物流、倉庫管理、車両管理であり、民間の爆発物製造企業に対しては、出入口の管理用としてパッシブタグを義務化している。今後は、電子製品のリサイクルでの利用や犯罪の取締りへの利用が見込まれている。

### (4) 韓国

韓国の MSIP (未来創造科学部) は、2014 年 12 月、IoT 活性化に向け、遠隔検針システム、ホームネットワーク、住居セキュリティシステム、防災システム等の多様なセンサーネットワーク向けに、917~923.5MHz 帯を RFID/USN (ユビキタスセンサーネットワーク) に新たに配分した。その後、900MHz 帯の出力基準を 10mW から 200mW に引き上げる規制緩和を実施し、低出力長距離サービスのような新形態の IoT 専用全国ネットワークの整備が可能となると同時に、メーター検針や位置トラッキング、監視・制御等の IoT サービスがセンサーや端末のバッテリー交換をせずに 5 年以上の利用が可能となった。2016 年 6 月には、新たに 940MHz 帯、1.7GHz 帯及び 5GHz 帯で合計 110MHz 幅を IoT に割り当てる方針を発表し、2016 年 10 月より 940~946MHz 帯が位置トラッキングや遠隔検針等の長距離 IoT に使用可能となった。

### 1.3 新たな利用形態

ネットワーク化された家電によるスマートホームや、路車間・車車間通信を活用したコネクテッドカーなど、世界的に様々なモノのネットワーク化が進展し、IoT 社会が形成されつつある。このような状況の中、様々なセンサー情報の伝送等を行うため、通信速度は低速ながらも低消費電力で数 km から数十 km の通信距離を持つ LPWA (Low Power Wide Area) と呼ばれるネットワークシステムが注目されている。

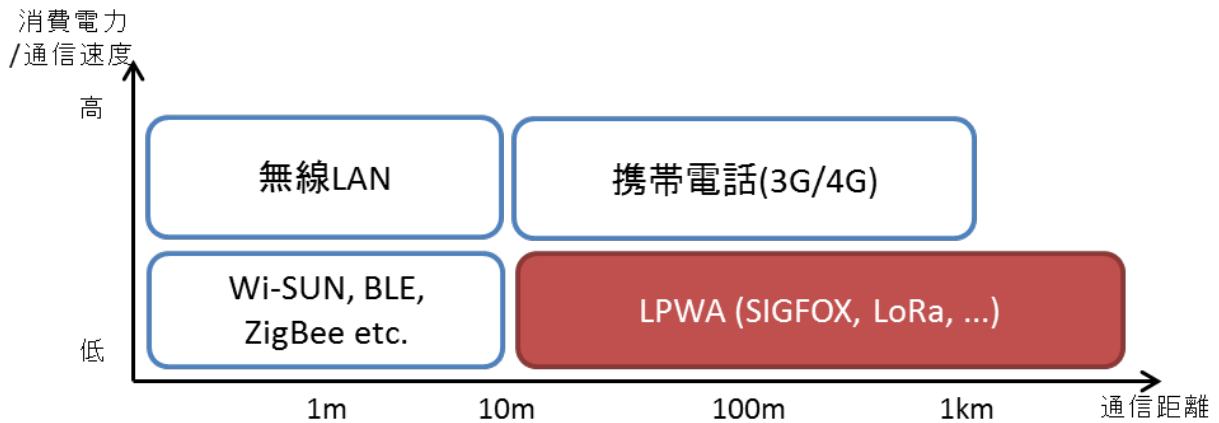


図 7 LPWA の位置づけ

LPWA は、主にサブギガ帯と呼ばれる 800/900MHz 帯を使用し、LoRa Alliance が策定する LoRa、フランス SIGFOX 社が開発した SIGFOX、携帯電話用の周波数帯を使用し、3GPP が策定する eMTC や NB-IoT をはじめとして、様々な規格が登場しており、国内でも商用利用に向けた動きが加速している。特に諸外国と周波数が一定の調和が取れている 920MHz 帯においては、LoRa や SIGFOX の LPWA の無線システムの利用が進めてられている。

#### 1.3.1 LoRa の概要

LoRa (Long Range) は、米国 Semtech 社が開発した LPWA 分野の通信技術であり、2015 年に LoRa Alliance が設立され、LoRa 無線技術 (物理層) をベースに MAC レイヤ・プロトコルを規格化したオープンな利用を可能としている。2016 年 11 月現在、世界 16 地域においてネットワーク運用がされており、56 の通信事業者による実証実験が進行している。

LoRaWAN のネットワーク構成を図 8 に示す。LoRa 端末は、データをアプリケーションとネットワークレイヤの 2 重に暗号化し、LoRa 無線の Gateway 装置に送信され、Gateway は、LoRa パケットを IP パケットに変換してサーバーに中継する。アプリケーションデータは、ネットワークサーバでは復号されず、アプリケーションサーバで復号される。

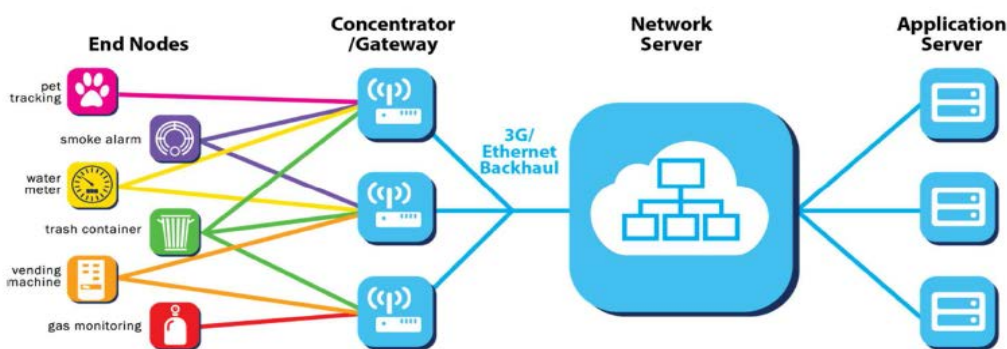


図 8 LoRaWAN のネットワーク概要

LoRa 変調方式は、チャープ方式をベースとした周波数拡散変調方式であり、また、セムテック社製 RFIC は FSK (IEEE 802. 15. 4d/g 等) 方式の送受信にも対応している。主な無線通信の諸元は、以下のとおりである。

変調周波数の幅は、7. 8kHz から 500kHz であり、伝送速度は 18bps から 22kbps である。また、受信感度は FSK 方式で -109dBm (38. 4kbps, BW50kHz)、LoRa 変調方式 (周波数拡散) で -136dBm (SF12, 125kHz BW) であり、データレートを可変 (拡散率を可変) することにより長距離通信を可能としており、都市部では約 3km、郊外では 8km 以上の通信エリアの確保が可能となっている。

なお、LoRa 方式の無線システムについては、我が国の 920MHz 帯における技術基準に対応している。

表 3 LoRa の無線システムの主な諸元 (日本で導入が検討されているシステム)

周波数	920MHz 帯
変調方式	チャープ方式の SS、FSK
データレート	250bps~50kbps
使用チャンネル幅	125kHz、250kHz
送信電力	250mW 以下 (簡易無線局) 20mW 以下 (特定小電力無線局)

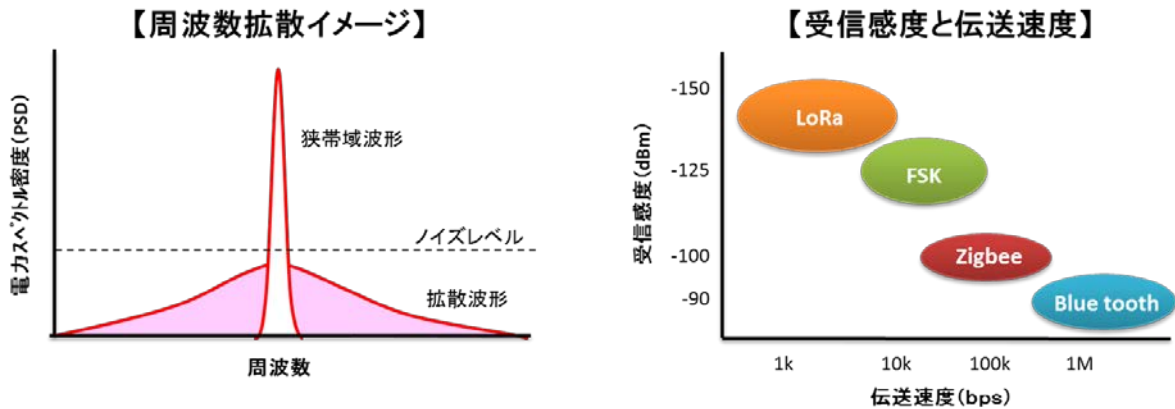


図 9 LoRa 方式の特徴

LoRaWAN の主な特徴としては、以下のとおりである。

- ・ 双方向、アクノリッジ・ベースの通信
- ・ 単純なスタートプロトコル、長距離通信のためリピータ、メッシュルーティングは不要
- ・ 低速通信であるが、低消費電力・低コストであり、長距離通信が可能
- ・ 物理層は、LoRa 若しくは FSK を利用しており、各国の電波法令に準拠

また、LoRaWAN には、3 つの通信クラスがある。

① Class A (バッテリー駆動)

- ・ 双方向通信 (ユニキャスト・メッセージ)
- ・ センサーデータ等の小型端末向けであり、長時間の休止時間
- ・ 通信は、端末側からの送信 (アップリンク) を開始し、送信後、一定時間後にサーバーからの受信 (ダウンリンク) を行うための受信スロット (2 回) を設けて、ACK 信号を受け取ることが可能。

② Class B (低遅延)

- ・ 端末が定期的に受信スロットを設ける双方向通信 (ユニ/マルチキャスト・メッセージ)
- ・ センサーデータ等の小型端末向けであり、間欠受信
- ・ 基地局 (ゲートウェイ) から定期的にビーコンを送信
- ・ 端末があらかじめ指定された受信スロットで呼出信号を受信したら、サーバーとの間で通信を開始

③ Class C (遅延無し)

- ・ 双方向通信 (ユニキャスト・メッセージ)
- ・ センサーデータ等の小型端末向け
- ・ 基地局側 (サーバー) は、いつでも通信を開始可能であり、端末側は継続して受信モードとなっている (端末側に電源が担保されている場合を想定)



諸外国における LoRaWAN に使用可能な周波数は、表 4 のとおりである。LoRa の利用用途としては、ビルや工場における設備管理・制御、ホームセキュリティー・メータリング、見守り・警報、農業分野における各種センサーや運行管理等が想定されている。

表 4 諸外国における LoRaWAN に使用可能な周波数

国・地域		周波数
北米	米国、カナダ	902-928MHz
欧州等	EU	863-870MHz、433MHz
	ロシア	863-870MHz
アジア	オーストラリア、 ニュージーランド	902-928MHz
	中国	779-787MHz
	韓国	920.9-923.3MHz
	ブルネイ、カンボジア、 インドネシア、ラオス	923-925MHz
	シンガポール	920-925MHz
	台湾	922-928MHz
	タイ、ベトナム	920-925MHz

### 1.3.2 SIGFOX の概要

SIGFOX は、フランスの SIGFOX 社が開発し、2012 年から提供する IoT 向けに特化した省電力の広帯域ネットワークの無線システムである。2016 年 11 月現在、欧米を中心に 26 か国において通信サービスが展開されており、2018 年までに世界 60 か国まで拡大が予定されている。

SIGFOX の通信ネットワーク構成を図 10 に示す。IoT デバイス（端末）は、12 バイトのデータ通信を行うものであり、SIGFOX のネットワークトポロジーはスター型を構成し、各基地局は SIGFOX クラウドと接続される。IoT デバイスからのデータは、SIGFOX クラウドに蓄積され、REST API で外部サーバーからデータを取得することが可能となっている。また、IoT デバイスは、ネットワークに対し、データをブロードキャストするのみであり、IoT デバイスからブロードキャストされたデータは、複数の基地局で受信可能である。ネットワーク側から IoT デバイス側への下り信号は、ほぼ必要としないサービスを基本的に提供するものである。

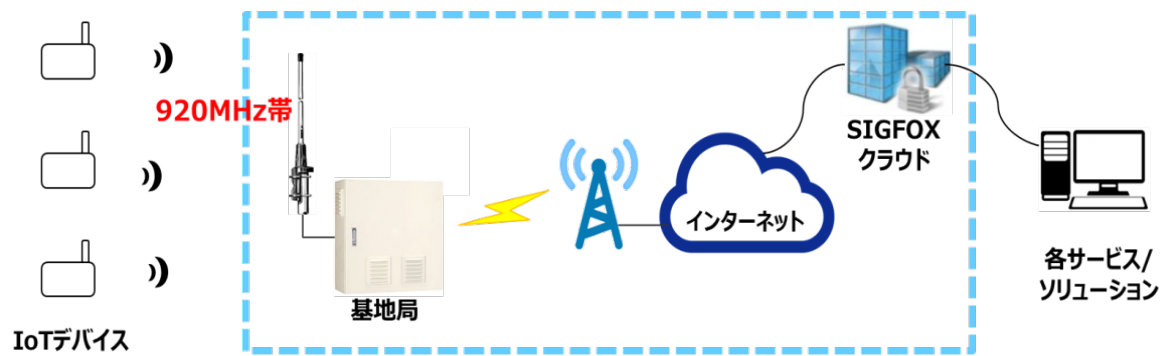


図 10 SIGFOX のネットワーク概要

我が国で導入が予定される SIGFOX の無線システムの諸元は、表 5 のとおりであり、我が国の技術基準を踏まえ、キャリアセンスや送信時間制限に対応している。

使用周波数の幅は上り回線（端末送信）で 100Hz 幅であり、現行基準の単一の単位チャンネル（200kHz）内において、端末が 100Hz 幅の狭帯域の周波数を利用することにより、時間軸だけでなく、周波数軸上においても多数の端末が周波数共用を可能とするものである。

現行基準では、周波数の許容偏差が $\pm 20 \times 10^{-6}$ 以内と規定されていることから、占有周波数帯幅 100Hz と狭帯域となる SIGFOX 方式については、単位チャンネルの中心周波数付近しか搬送波周波数を配置することができない。このため、単位チャンネル内で SIGFOX の搬送波周波数のより柔軟な周波数配置が可能となるよう、見直しが求められている。

また、狭帯域の周波数特性により、受信可能レベルとしては、約-140dBm 程度であり、郊外で半径 10km 以上のエリア確保が可能であることが実証試験でも確認されている。

被干渉耐性としては、狭帯域の周波数幅による耐干渉性の向上をはじめ、①複数回フレーム伝送（同一データを繰り返し 3 回送信）、②狭帯域の周波数を活かして異なる周波数で送信する周波数ダイバーシチ、③多数の基地局受信を想定したスペースダイバーシチによる効果による対策が講じられている。

海外でのユースケースとしては、火災報知器等のホームセキュリティー、気象観測、水道メーター、漏水検知、スマートパーキング（駐車場の空き状態管理）、見守り端末等の各種センサー等の情報伝送に幅広く利用されている。

なお、LPWA のような無線システムでは、IoT ネットワークを運用する者が構築するインフラに、データ分析サービスを提供する者がデータ収集端末を接続するような利用形態も見込まれることから、電気通信業務としての利用も視野に入れた制度整備が求められている。

表 5 SIGFOX の無線システムの主な諸元（日本で導入が想定されているシステム）

	端末局（上り）	基地局（下り）
無線アクセス制御	ランダム・アクセス	
変調方式	シングルキャリア： SSB-SC + D-BPSK	マルチキャリア： ISB + GFSK
データレート	100bps	600bps
使用チャンネル幅	200kHz	200kHz
シングルキャリア周波数帯幅	100Hz	800Hz
送信電力	20mW 以下	250mW 以下
最大送信継続時間	2s	350ms
与干渉抑制技術	キャリアセンス時間：5ms (単位チャンネル 200kHz をキャリアセンス) Duty Cycle：最大 1%	キャリアセンス時間：5ms (単位チャンネル 200kHz をキャリアセンス) Duty Cycle：最大 10%
被干渉耐性技術	・ 同一データ繰り返し送信 (3 回) ・ サイトダイバーシチ ・ チャンネル干渉に対し高い SNIR 特性	チャンネル干渉に対し高い SNIR 特性

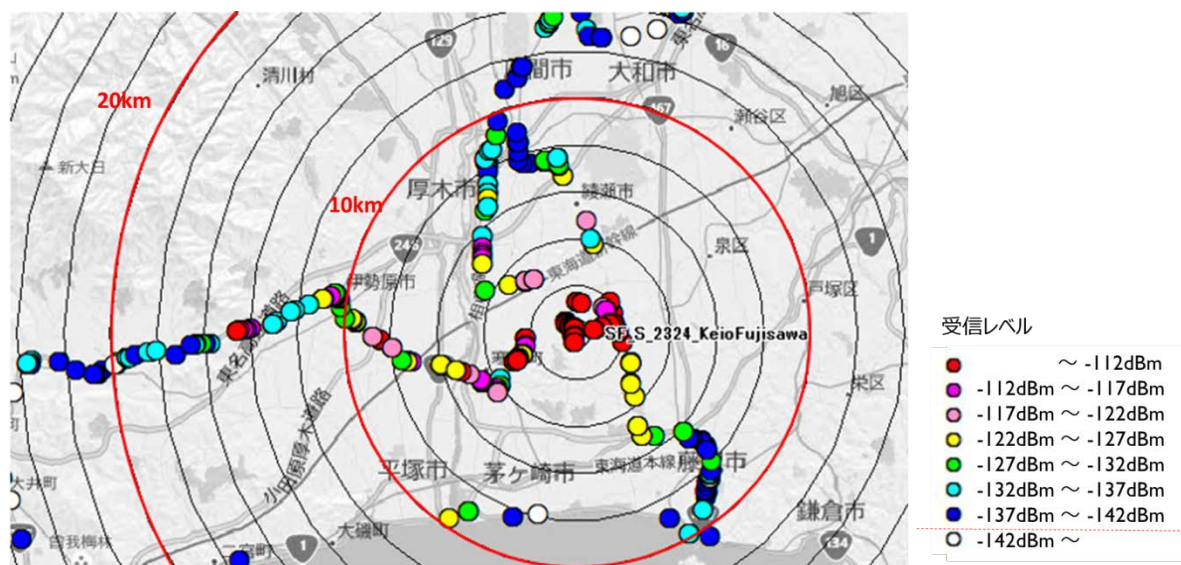


図 11 SIGFOX の無線伝搬試験結果（神奈川県藤沢市）

## 第2章 高度化に向けた検討

### 2.1 狭帯域の周波数利用等への対応

社会のIoT化が進む中、センサーの位置や状態等の小容量データを収集するため、低速通信ニーズが顕在化しており、低速通信に特化したシステムとして、SIGFOXのように100Hz幅程度の極めて狭い周波数の帯域幅での通信が可能なシステムも登場している。

アクティブ系小電力無線システムにおける現行規定は、占有周波数帯幅の許容値が200kHz又は100kHz以下、周波数の許容偏差が20ppmとなっている。現行規定でも狭帯域での利用が可能ではあるが、周波数の許容偏差の規定を踏まえ、使用可能な周波数は中心周波数から±18.4kHzの幅での使用に制限されていることから、狭帯域の周波数利用のものに対しては単位チャネルの帯域幅内を十分に活用できず、周波数利用効率が低い。

このため、単位チャネルの帯域内における狭帯域の周波数の柔軟な利用を可能とし、周波数利用効率の向上を図る方向で検討を行った。

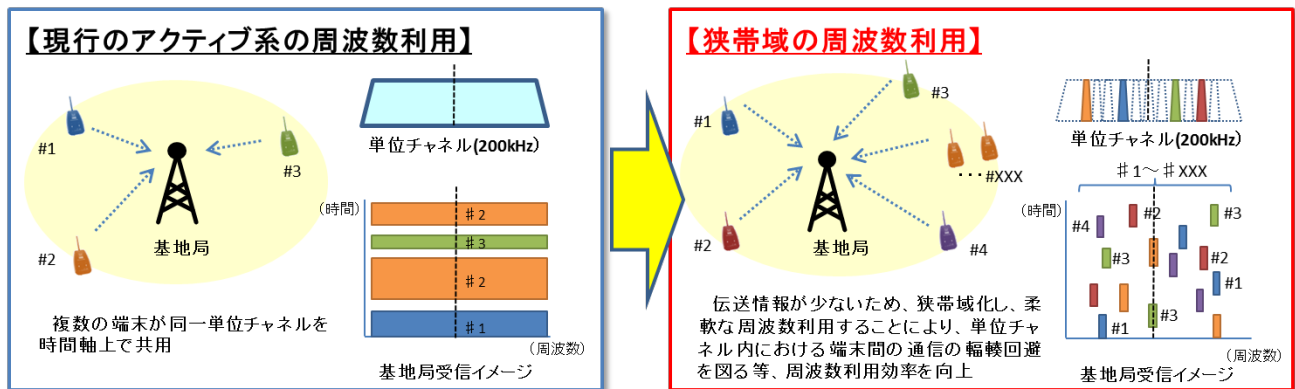


図 12 狭帯域の周波数利用イメージ

狭帯域の搬送波周波数の使用方法については、以下の2案が考えられる。

- 案① 現行の単位チャネル（100kHz/200kHz）の帯域幅を細分化し、新たな狭帯域の単位チャネルを設定する方法
- 案② 現行の単位チャネル（100kHz/200kHz）の帯域幅内において、狭帯域の搬送波周波数の柔軟な配置を可能とする方法

案①では、想定される狭帯域の搬送波周波数を考慮し、現行の単位チャネルの帯域幅を更に細分化し、狭帯域の単位チャネルの幅、その中心周波数（割当周波数）及び周波数の許容偏差を規定することとなる。

この場合、SIGFOXを想定すると、搬送波の占有周波数帯幅が100Hzであることから、

現行の 200kHz の単位チャンネルをさらに 2000 チャンネルに細分化することになる。しかしながら、今後、多様化する通信ニーズを考慮すると、様々な通信方式の導入により、無線システム毎に搬送波の占有周波数帯幅が異なることが想定され、それぞれの搬送波の占有周波数帯幅に応じて複数の単位チャンネルを利用するパターンが多数混在する状況が生じ得る。このような状況では、割当周波数の指定が複雑化し、周波数管理が煩雑となる。

一方、案②では、現行の単位チャンネルの帯域幅内に周波数の許容偏差を含めて搬送波の占有周波数帯幅が収まることを要件として規定する。占有周波数帯幅の許容値や周波数の許容偏差を規定せず、指定周波数帯により管理することとなる。

これにより、狭帯域の搬送波周波数の利用が単位チャンネル内の端から端まで使用可能となり、周波数の利用効率の向上を図ることが可能となる。また、搬送波の使用可能な周波数の範囲を現行の単位チャンネルの幅と同一とし、割当周波数を単位チャンネルの中心周波数とすることにより、占有周波数帯幅の許容値や周波数の許容偏差を規定しなくても、現行の周波数管理を維持することが可能である。

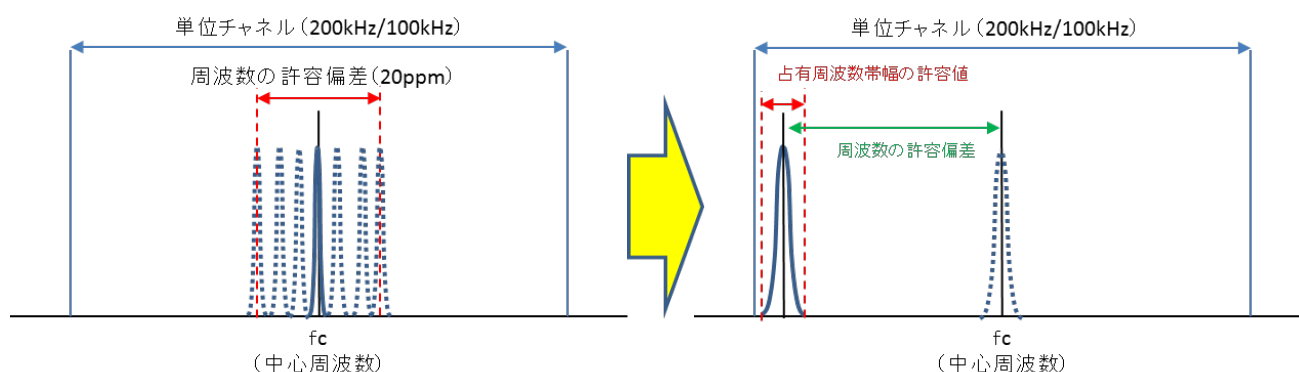


図 13 狭帯域の周波数利用

以上のことから、今後の多様化する利用ニーズに対する柔軟な周波数利用や適切な周波数管理の実現を考慮し、狭帯域の周波数利用について、案②による使用方法として、現行の単位チャンネルの幅を、指定周波数帯の幅とし、周波数の許容偏差を規定しないことを追加することが適当である。また、指定周波数帯における割当周波数は、単位チャンネルの中心周波数とすることが適当である。

なお、狭帯域の周波数利用を行う場合には、図 14 のような状態となり、より広帯域の無線システムと比較したときに受信帯域幅における他の無線通信の受信電力が低くなるため、キャリアセンス機能が十分に働かず、自局の通信を開始できてしまうことが想定される。このため、既存の無線通信への影響を考慮し、狭帯域の周波数利用であっても、単

位チャンネルを基準にキャリアセンスを行うことが適当と考えられる。さらに、既存システムに影響を与えないよう、現行の隣接チャンネル漏えい電力や不要発射の強度の規定を適用することが適当である。

また、技術基準の適合性についても、単位チャンネル内で使用される周波数の両端で測定する等の実施方法が必要である。

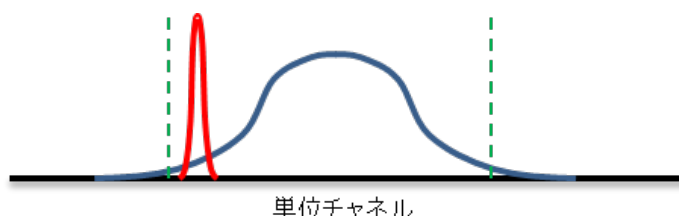


図 14 単位チャンネルでキャリアセンスを行う必要性

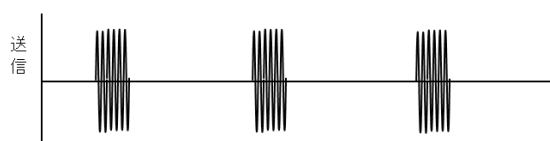
## 2.2 新たな電波型式への対応

パッシブ系電子タグシステムは、電子タグがリーダライタからの電波による電力供給を受け、応答波を送信するシステムである。近年、表面弾性波(SAW: Surface Acoustic Wave)デバイスにより無変調パルス方式及びチャープパルス方式の送信波を無変換で反射させることにより、エネルギー利用効率が高く、現行の電子タグシステムと比較して 10 倍程度の距離で通信が可能なシステムの検討が進んでいる。

### ①無変調パルス方式

送信波は無変調のパルス波であり、伝送情報は持っていない。

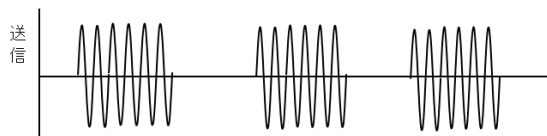
電波の型式としては、「PON」となる。



### ②チャープパルス方式(FMCW方式)

送信エネルギーを上げる為にパルスの幅を広げると同時にキャリアの周波数を変化させる(チャープという)方式である。

電波型式としては、「QON」となる。



### ■通信イメージ

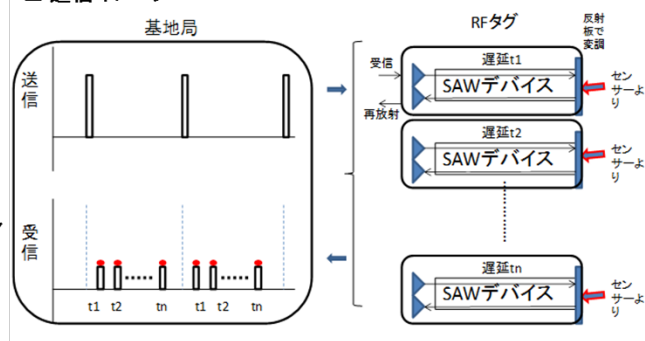


図 15 SAW デバイスを使用した電子タグの通信イメージ

電波の型式は、変調方式や伝送情報の型式を表示するものである。一般的に変調方式や

伝送情報は、その方式や情報内容により使用する電波の占有周波数帯幅等の電波の質に影響を与えるため、隣接周波数や他の無線局への影響を与えないよう周波数を管理する上で電波の型式を規律する必要がある。パッシブ系電子タグシステムにおける現行規定は、システムの利用実態を踏まえ NON、A1D、AXN、H1D、R1D、J1D、F1D、F2D 及び G1D の 9 種類の電波型式が規定されている。

今般、弾性表面波を利用した SAW (Surface Acoustic Wave) デバイスを利用したパルス変調方式による無線機器の開発・導入が検討されており、新たな電波の型式 (PON, QON) の追加要望があった。これらの電波の型式による電波の使用は、現行基準の送信マスクや不要発射の強度の許容値を満足するものであることから、既存無線システムへの影響を及ぼすものではない。

一方、多様化する通信ニーズにより、今後、同様に新たな通信方式や変調方式等の開発や導入の際に、現行基準で規定されている電波の型式以外のものが使用される可能性が想定される。これについては、今回の検討と同様に現行基準の送信マスクや不要発射の強度の許容値を満足するものであれば、既存無線システムへの影響を及ぼすものでないと考えられる。また、無線設備規則において、「移動体識別用」として技術基準を定めており、他の用途に使用されることはない。

以上のことから、現行基準の送信マスクや不要発射の強度の許容値等の規定を満たすことを前提として、今後の柔軟な無線システムの機器開発や利用促進を図る観点から、電波の型式を規定しないことが適当である。

## 2.3 送信時間制限への対応

### 2.3.1 送信時間の総和の緩和

920MHz 帯アクティブ系小電力無線システムについては、制度導入時 (950MHz 帯からの移行時) に、その利便性向上を図るため、パッシブ系電子タグシステムとの共用を考慮するチャネルを除き、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、送信時間総和を 10% 以下に制限して複数のシステムの共用率を高めることとされた。

920MHz 帯の周波数の利用が広がり、様々な通信ニーズに対応するため、多種多様なアクティブ系小電力無線システムの導入が進む中、スター型や中継型のネットワーク構成、マルチホップ通信、音声データ等の連続送信が必要なシステムにおいて、現行基準でも利用可能ではあるものの、より利便性を向上する観点から送信時間の総和が 10% を超えるような通信ニーズが顕在化している。現行基準を踏まえた対策としては、親局に複数の送信装置を置く事例も検討されているところであるが、送信時間制限をクリアするためだけ

に複数の送信装置を整備することとなり、コスト的に支障が生じることとなる。このため、既存無線局の運用に配慮しつつ、より柔軟な通信利用を可能とする方向で検討を行った。

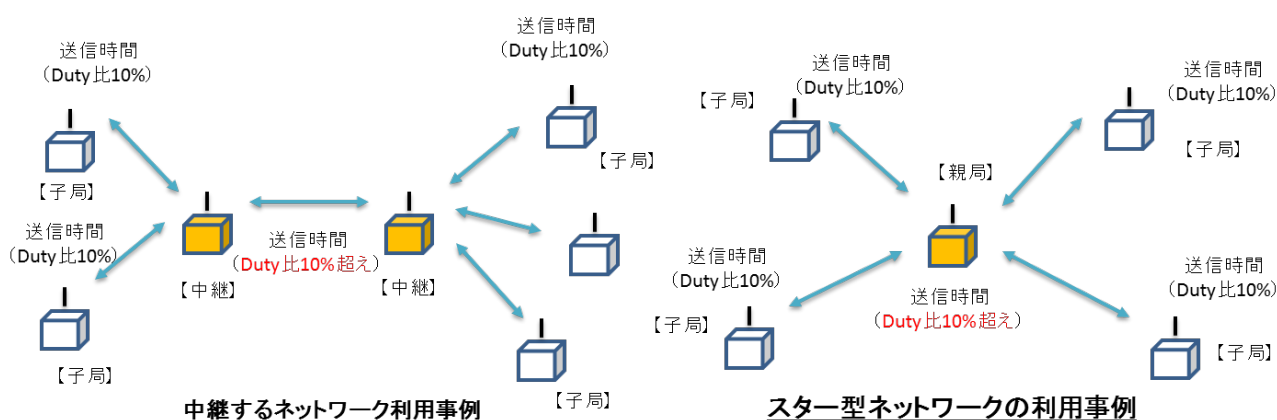


図 16 ネットワーク構成と送信時間の総和の関係

送信時間の総和制限の緩和に当たっては、現行の送信装置ごとの規定から単位チャネルごと（周波数ごと）の規定とする方向での検討提案もあったが、単位チャネルごとに送信時間制限を規定する場合は、送信装置あたりのトラフィックが大きくなり、同一周波数帯を使用する既存システムや隣接システム（携帯電話等）への影響を懸念する意見があった。これらを踏まえ、単位チャネルごとに送信総和時間を管理しつつ送信装置ごとの上限も設ける案や、ネットワーク構成などの利用モデルを限定する案、音声データ伝送などのカテゴリやチャネルを限定する案について検討を行ったが、送信時間の緩和は 920MHz 帯全体に影響が及ぶため慎重な検討が必要である。

このため、更なる利用ニーズを精査し、その解決方法の実現性を考慮するとともに、今後の普及予測や規制の緩和を踏まえて他の無線システムとの干渉検討を実施し、その影響を分析する必要があることから引き続き検討を行うこととし、今後の課題として整理することとする。

### 2.3.2 送信時間及び休止時間等の見直し

空中線電力が 1mW 以下の低出力型アクティブ系小電力無線システムは、受信回路を持たない安価なりモコンやタグシステムを利用できるようにすることを念頭に、送信出力や送信時間を制限することでキャリアセンス不要なシステムとして制度化されている。このシステムは、中心周波数が 916.0MHz から 928.0MHz のものについては、送信時間 100 ミリ秒以下・休止時間 100 ミリ秒以上かつ 1 時間あたりの送信時間の総和が 3.6 秒 (Duty 0.1%) 以下、中心周波数が 928.15MHz から 929.65MHz のものについては、送信時間 50 ミリ秒、



休止時間 50 ミリ秒と規定している。

一方、空中線電力が 1mW を超え 20mW 以下の中出力型アクティブ系小電力無線システムでは、一定のキャリアセンスを行うことを条件として、低出力型の送信時間制限よりも緩和されている。具体的には、パッシブ系の共用条件である送信時間 4 秒以下・休止時間 50 ミリ秒以上やアクティブ系の共用条件である送信時間 400 ミリ秒以下・休止時間 2 ミリ秒以上かつ 1 時間あたりの送信時間の総和が 360 秒 (Duty10%) 以下での利用が可能である。

今般、多様な通信ニーズへ対応するため、低出力型と中出力型の無線システムが共用する周波数において、空中線電力が 1mW 以下のものであっても、中出力型の技術基準と同様にキャリアセンスを行うことを条件として、中出力型の送信時間制限の利用が可能となるよう要望があった。

検討した結果、既存無線システムへ影響を与えるものではないことから、現行の中出力型の技術基準について、空中線電力が 1mW 以下のものに適用範囲を拡大することが適当である。

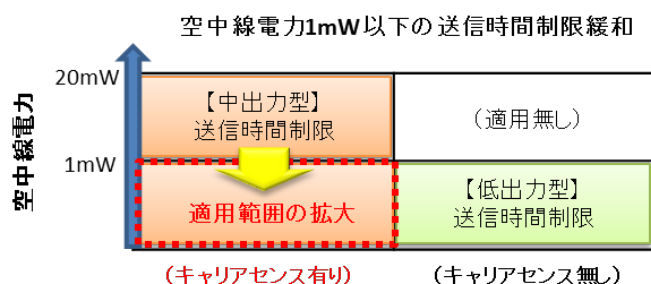


図 17 空中線電力 1mW 以下の送信時間制限緩和

表 6 送信時間制限 (見直し後)

	アクティブ型			
	特定小電力無線局			
中心周波数	920.6MHz-923.4MHz	920.6MHz-928.0MHz	916.0MHz-928.0MHz	928.15MHz-929.65MHz
空中線電力	20mW 以下		1mW 以下	
キャリアセンス時間	5m 秒	128 μ 秒	—	—
送信時間	4 秒	400m 秒	100m 秒	50m 秒
休止時間	50m 秒	2m 秒	100m 秒	50m 秒
送信時間の総和	—	360 秒/時間	3.6 秒/時間	—

また、現行基準では、キャリアセンスを行った要求に対する確認応答(ACK)について、送信時間の総和における扱いが明確ではないことから、現行基準でキャリアセンスを要しないと規定しているACKと併せて整理することが望ましい。なお、ここで言うACKは、主にMACレイヤ以下の下位レイヤにおける到達確認であって、ネットワークレイヤやアプリケーションレイヤ等の上位レイヤにおける情報要求に対して、意味のある情報を含む回答は含まないものとする。

## 2.4 小型端末への対応

ハンディタイプのリーダライタやウェアラブル端末での利用など、小型・薄型機器の利用が進んでいる。小型・薄型機器では搭載スペースが限られることから、空中線利得が低利得となり、必要な通信距離が確保できないなど課題がある。

現行規定は、等価等方輻射電力が基準となる利得(3dBi)の送信空中線に基準となる空中線電力(250mW、20mW又は1mW)を加えた値以下となる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補うことができることとされている。一方で、その低下分を空中線電力の増加によって補うことはできない。

小型端末としては、ハンディタイプのリーダライタや様々な用途で利用されるアクティブ系小電力無線システムを対象とし、必要な通信距離の確保を図る方向で検討を行った。なお、アクティブ系小電力無線システムのうち簡易無線局については、屋外の長距離伝送等に利用されており、現時点で具体的な機器の小型・薄型のものが想定されないため、本検討においては対象外とした。

小型端末への対応に当たっては、現行の技術基準では等価等方輻射電力を基準として、不足分を送信空中線の利得で補う方法が規定されているが、このほかに空中線電力の増力で補う方法が考えられる。ここで、等価等方輻射電力を維持するために空中線電力を増力する場合、隣接チャネル漏えい電力、不要発射の強度、受信装置が副次的に発する電波等の強度が増加することが考えられるため、これらの見直しについても検討を行った。

空中線電力の増力で補う方法は、基準となる等価等方輻射電力を上限としており、同一の単位チャネルを使用する他の無線局への影響を増加させるものではないことから、特段の問題はないと考えられる。

増力することができる空中線電力については、利用ニーズや他の無線局への影響等を鑑み、一定の上限を設けることが望ましい。このため、低利得アンテナの利用実態(一般的なパッシブ系電子タグシステムのハンディタイプでは0~3dBi、アクティブ系小電力無線システムでは-2~-8dBi程度)を踏まえ、パッシブ系については0dBiの空中線利得を

前提として移動体識別用の特定小電力無線局は 500mW を上限とし、アクティブ系については簡易無線局で認められている 250mW を上限とすることが適当である。

この場合、高利得の空中線への付替え等、容易に不法改造ができないよう、空中線電力を増力することが可能な無線設備については、無線設備（空中線及び送信装置等）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よう規定することが適当である。

なお、構内無線局についてもハンディタイプの機器が利用されていることから、4W の空中線電力を上限とする要望があったが、「920MHz 帯電子タグシステム等に関する技術的条件」（平成 23 年 6 月 24 日 情報通信審議会一部答申）における他の無線システムとの共用に関する検討で想定していたアンテナ指向特性と、今回の検討における低利得アンテナの指向特性とが異なることが想定され、慎重に干渉検討を行う必要がある。

このため、構内無線局における小型端末への対応に当たっては、低利得アンテナの指向特性等を踏まえて他の無線システムとの干渉検討を実施し、その影響を分析する必要があることから引き続き検討を行うこととし、今後の課題として整理することとする。

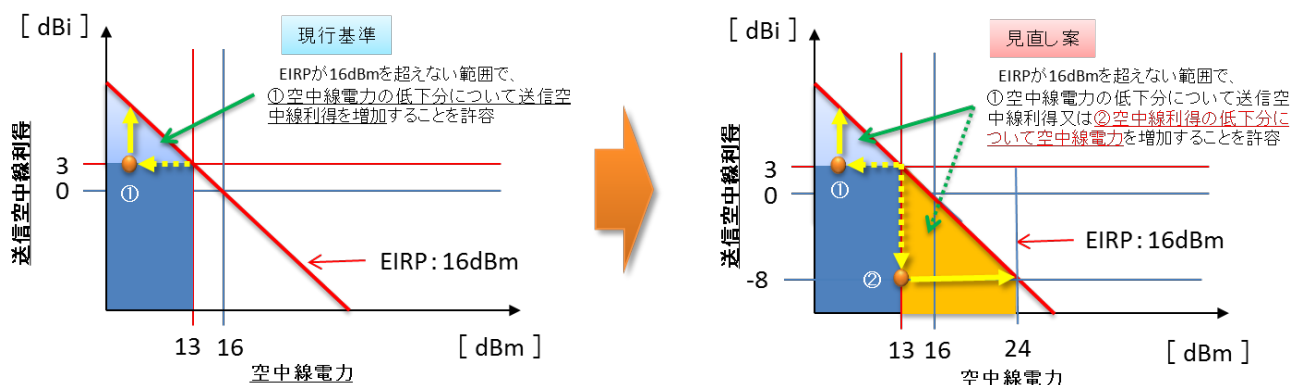


図 18 小型端末への対応イメージ (20mW 以下の例)

また、隣接チャネル漏えい電力や不要発射の強度の見直しに当たっては、等価等方輻射電力により規定する方法について検討を進めていたが、適切な無線設備の導入の観点からは、不適切な送信マスクの無線設備が技術基準適合証明を受けることを排除し、より適切な送信マスクの無線設備の製造を促進するため、そして測定法の観点からは、全周波数帯域にわたる空中線の周波数特性を取得することの困難性を考慮し、隣接チャネル漏えい電力等については、現行規定を維持することが適当である。これにより、隣接チャネルや隣接帯域を使用する他の無線局への影響が増加することはない。

なお、920MHz帯は、様々な無線システムが周波数を共用しているため、基本的に電波の発射前にキャリアセンスを行うこととされている。キャリアセンスは、他の無線局との混信を保護するため、自局が発射する送信エリアにおいて、他の無線局の電波が使用されていないか検知する機能である。給電線入力点におけるキャリアセンスレベルを、パッシブ系では-74dBm、アクティブ系では-80dBmと規定している。

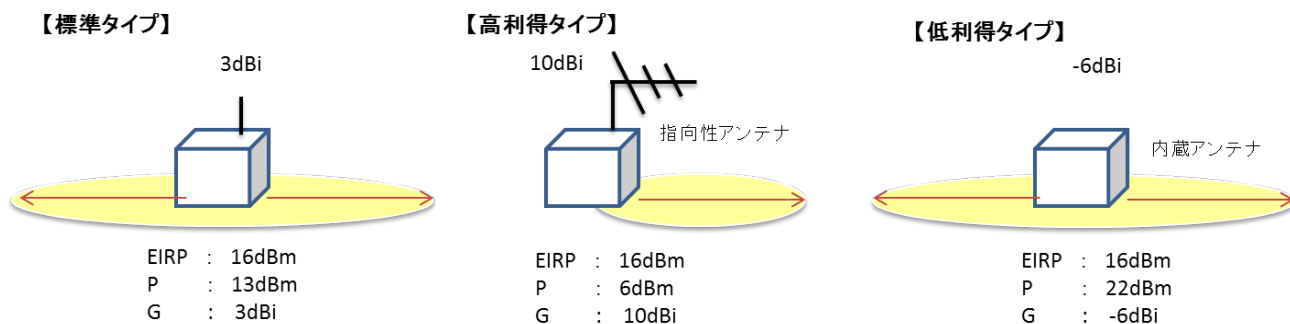


図 19 等価等方輻射電力と通信エリアのイメージ

ここで、図 19 の 3 つのタイプを想定した場合、低利得タイプの通信エリアは空中線電力の増力により標準タイプのものと同等の通信エリアが確保されることとなるが、低利得アンテナのため、他の無線局からの電波の受信性能が低下し、検知することができない状況となることが想定される。例えば、それぞれの自局のアンテナに-82dBm の他の無線局からの電波を受信した場合のそれぞれのタイプの給電線入力点（送信空中線利得を考慮）における受信入力レベルは、表 7 のとおりである。

表 7 空中線利得とキャリアセンスレベル

空中線利得	給電線入力点における受信レベル (空中線入力点の受信レベル+空中線利得)	キャリアセンス
標準タイプ	-79dBm (-82dBm+ 3dBi)	動作あり
高利得タイプ	-72dBm (-82dBm+10dBi)	動作あり
低利得タイプ	-88dBm (-82dBm- 6dBi)	動作なし

上記を踏まえ、相対的に利得が低いアンテナは、利得が高いアンテナと比べて送信性能及び受信性能が下がるため、送信エリア及び受信エリアともに狭くなる。ここで、基準となる EIRP の範囲内で空中線電力を増加することを許容する場合、利得が高いアンテナと同等の送信エリアを確保することが可能となるが、受信エリアは狭いままであることから、自局の送信エリアに対して、十分なキャリアセンスを行うことができず、ひいては他の無線局と混信を生じるおそれが想定される。

このため、送信エリアと受信エリアの差を解消するため、空中線電力を増加させた分、キャリアセンスレベルを引き下げることが適当である。具体的には、既存の技術基準を踏まえ、標準仕様（空中線電力/送信空中線利得が、それぞれ 250mW/3dBi（パッシブ系に限る。）、20mW/3dBi）を基本とし、低利得アンテナの使用時において、空中線電力が標準仕様を超えるものについては、キャリアセンスレベルの基準値（パッシブ系にあっては-74dBm、アクティブ系にあっては-80dBm）をその増力分に応じて、引き下げることが適当である。

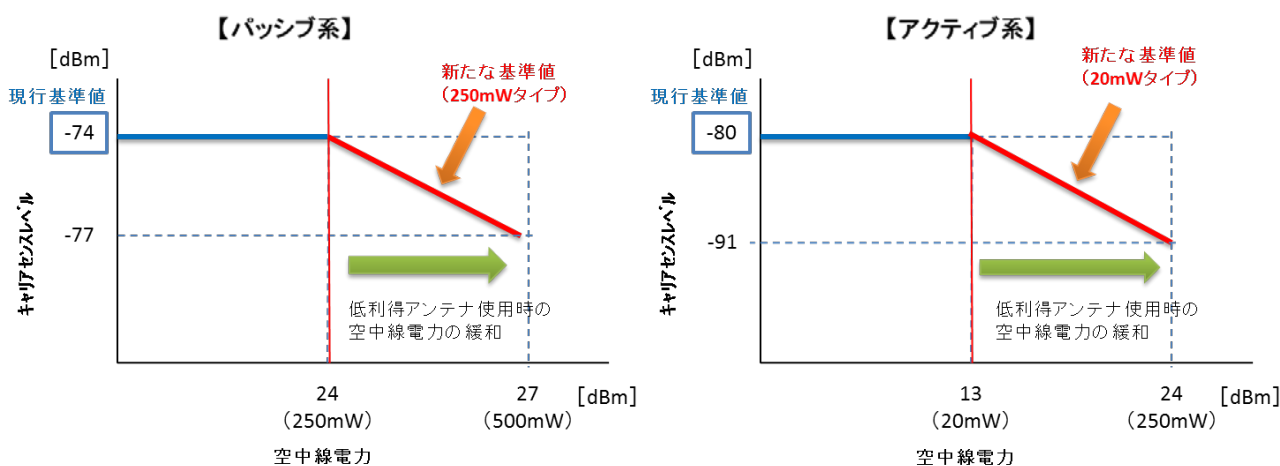


図 20 空中線電力を増力する場合のキャリアセンスレベル

## 2.5 他の無線システムとの共用に関する検討

920MHz 帯は、帯域内に様々な無線システムが存在し周波数を共用しているほか、900MHz から 915MHz まで携帯電話が、930MHz から 940MHz を MCA が使用している。

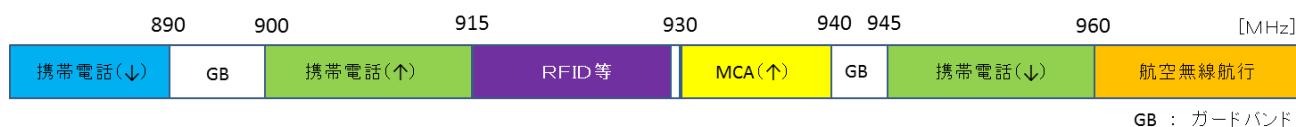


図 21 920MHz 帯の周波数使用状況

今回、920MHz 帯小電力無線システムの高度化に向けて、狭帯域の周波数利用等への対応として指定周波数帯の導入や小型端末への対応として低利得アンテナの使用と空中線電力の増加について検討を行った。

高度化に向けた検討に当たっては、隣接チャネル漏えい電力、不要発射の強度、受信装

置が副次的に発射する電波等については現行規定を維持することとし、また、低利得アンテナ使用時に空中線電力を増力する場合には、EIRP 規制や干渉範囲を踏まえたキャリアセンスレベルの見直しを図ることとしており、他の無線システムへの影響を増加させるものではないことから、新たな共用検討は不要である。

## 2.6 識別符号

これまで 920MHz 帯は自営系の無線システムの利用が中心であったが、今後は、IoT ネットワークを運用する者が構築するインフラに、データ分析サービスを提供する者がデータ収集端末を接続するような利用形態も見込まれることから、電気通信業務としての利用について検討を行った。

電気通信業務の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端末設備は、端末設備等規則により識別符号の条件等が定められている。このうち、テレメーター、テレコントロール及びデータ伝送用の特定小電力無線設備の識別符号については、48 ビット以上の符号長を有することと規定している。

近年、諸外国で導入が進んでいる LoRa 方式や SIGFOX の無線システムについて、IoT 向けの無線ネットワークを構築し、様々な電気通信サービスの提供が想定されているところである。これらのシステムは、既に通信プロトコル等が規格化されており、32～51 ビットの識別符号の符号長を利用しているものであることから、これらの国際的な無線システムの規格との整合を図る観点から識別符号の符号長の下限值を見直す必要がある。

以上のことから、電気通信回線に接続される端末設備については、LoRa 方式や SIGFOX の無線システムの規格を踏まえ、32 ビット以上の識別符号の符号長を有することが適当である。なお、今回の技術基準の見直しは、識別符号の符号長の下限值の変更を行うものであり、既存無線システム（48 ビット以上）への影響はない。

## 2.7 電波防護指針への適合性等

### 2.7.1 電波防護指針

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。今回、小型端末への対応として空中線電力の見直しを行ったことから、電波防護指針の基準値（電気通信技術審議会答申 諮問第 38 号「電波利用における人体の防護指針」（平成 2 年 6 月））への適合性について検討を行った。

電波防護指針では、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は、条件Pを適用し、このような条件が満たされない場合は、条件G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8及び表9に示す。

表 8 条件P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 <sup>2</sup> ]
300MHz - 1.5GHz	$3.54f \text{ (MHz)}^{1/2}$	$f \text{ (MHz)}^{1/2} / 106$	$f \text{ (MHz)} / 300$

表 9 条件G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 <sup>2</sup> ]
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10のとおりとなる。

表 10 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 <sup>2</sup> ]
条件P	107.374	0.286	3.067
条件G	48.075	0.128	0.613

電波の強度の算出については、「無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法を定める件」（平成11年郵政省告示第300号）において、以下の式が定められている。

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K \cdots \text{(式1)}$$

S: 電力束密度 [mW/cm<sup>2</sup>]

P: 空中線入力電力 [W]

G: 送信空中線の最大輻射方向における絶対利得

R: 算出にかかる送信空中線と算出を行う地点との距離 [m]

K: 反射係数

すべての反射を考慮しない場合 :  $K=1$   
 大地面の反射を考慮する場合 :  $K=2.56$   
 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は、算出した電波の強度に 6dB を加えること。

また、920MHz 帯電子タグシステム等の諸元を、表 11 に示す。なお、高出力型パッシブ系電子タグシステム及び高出力型アクティブ系小電力無線システムについては、小型端末への対応として空中線電力の見直しの対象外としていることから、本検討でも扱わないこととする。

表 11 920MHz 帯電子タグシステム等の諸元

システム	空中線利得	空中線電力	最大 EIRP
中出力型パッシブ系電子タグシステム	3dBi	0.25W (最大 0.5W)	0.5W
中出力型アクティブ系小電力無線システム	3dBi	0.02W (最大 0.25W)	0.04W
低出力型アクティブ系小電力無線システム	3dBi	0.001W (最大 0.25W)	0.002W

ここで、全ての反射を考慮しない場合をケース 1、大地面の反射を考慮する場合をケース 2、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 として、式 1 により各システムの時間率を考慮せずに電波防護指針を満足する離隔距離を求めた結果を表 12 及び表 13 に示す。

表 12 条件 P において各システムの電波防護指針を満足する離隔距離 (cm)

システム	ケース 1	ケース 2	ケース 3
中出力型パッシブ系電子タグシステム	3.602	5.763	14.373
中出力型アクティブ系小電力無線システム	1.019	1.630	4.065
低出力型アクティブ系小電力無線システム	0.228	0.364	0.909

表 13 条件 G において各システムの電波防護指針を満足する離隔距離 (cm)

システム	ケース 1	ケース 2	ケース 3
中出力型パッシブ系電子タグシステム	8.057	12.891	32.150
中出力型アクティブ系小電力無線システム	2.279	3.646	9.093
低出力型アクティブ系小電力無線システム	0.510	0.815	2.033

一般的に想定されうる利用形態（人体との離隔距離、空中線電力、時間率等）を考慮した際には、実運用上の問題は生じないものと考えられるが、算出される電力密度の値が基準値を超える状況での利用が想定される場合には、個別に検討がなされる必要がある。



## 2.7.2 植込み型医療機器等への影響

総務省では、各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響の調査研究を実施している。920MHz 帯のパッシブ系電子タグシステムの機器に関しては、平成 27 年度に植込み型医療機器（心臓ペースメーカ及び除細動器）に及ぼす影響について調査を実施している。

本調査では、17 台の植込み型心臓ペースメーカ、18 台の植込み型除細動器と高出力型パッシブ系電子タグシステム 15 機種、中出力型パッシブ系電子タグシステム 9 機種を用いて影響測定が行われた。測定の結果、高出力型パッシブ系電子タグシステムのうち据置き型で最大 10cm の距離で、ハンディ型のもので最大 7cm の距離でそれぞれ影響が生じ、中出力型パッシブ系電子タグシステムについては最大 1cm 未満の距離で影響が生じた。なお、除細動器に対してはいずれも影響が生じなかった。

これらを踏まえ、平成 28 年 11 月に改訂された「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器等へ及ぼす影響を防止するための指針」において、RFID 機器と装着者あるいは装着部位との距離を 22cm 以上取ること、更なる安全性の検討を関係団体で行っていくことが示されており、本指針に沿った運用が求められる。

## 2.8 その他

アクティブ系小電力無線システムについては、今後、IoT 社会の構築に向けて、スマートメーターやホームセキュリティーをはじめ、新たな LPWA の無線システムのように各種センサー情報の伝送や機器の制御等を目的として、様々なものに無線機器が搭載され、ネットワークと接続することにより更なる国民生活の利便性の向上や社会経済活動の発展が期待されている。

また、各種無線機器の開発やネットワーク構成の多様化が進む中で、それらの無線システムを利用した様々なビジネス展開も検討されており、既にセンサーネットワークや LPWA 等の無線システムを活用し、新たな電気通信サービスの展開が始まりつつあるところである。

現行制度では、アクティブ系小電力無線システムのうち、中出力型又は低出力型（空中線電力が 20mW 以下）の特定小電力無線局（免許を要しない無線局）を使用する無線システムにあっては、電気通信事業を目的とした使用も可能である一方、高出力型（空中線電力が 250mW 以下）の簡易無線局（免許・登録局）については、制度整備当初において屋外における長距離伝送ニーズへの対応等を想定し、自営系無線（簡易無線局）として制度整

備されていることから、近年、ベストエフォート型のデータ伝送を主体とする電気通信事業を目的とした利活用の要望も挙げられている。

これらの要望は、多様化するネットワークの構成、その運用形態や通信内容により、その目的や用途が自営系となるのか、あるいは電気通信事業用となるかが異なるものであって、無線設備の技術基準に変更をきたすものではなく、電気通信事業への利用自体が電波利用環境へ影響を与えるものではない。また、様々なネットワーク構成や地域環境を踏まえれば、高出力型の無線システムの利用の必要性も認められるところである。

このため、高出力型アクティブ系小電力無線システムについて、電気通信事業用としても利用が可能となるよう制度（無線局の目的や用途等）の見直しを図ることが望ましいと考える。

## 第3章 920MHz帯電子タグシステム等の新たな利用に向けた技術的条件

### 3.1 高出力型パッシブ系電子タグシステムの技術的条件

#### 3.1.1 一般的条件

##### (1) 変調方式

規定しない。

##### (2) 周波数帯

916.7MHz から 920.9MHz までとする。

##### (3) 単位チャネル

単位チャネルは、中心周波数が 916.8MHz から 920.8MHz までの 200kHz 間隔のうち、916.8MHz、918MHz、919.2MHz 及び 920.4MHz から 920.8MHz までの 3 チャネルの合計 6 チャネルとする。

##### (4) 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全て収まるものであり、単位チャネルを 1、2 又は 3 同時に使用して構成されるものとする。

##### (5) 空中線電力

1W 以下とする。

##### (6) 空中線利得

6dBi 以下とする。ただし、等価等方輻射電力が 36dBm (6dBi の送信空中線に 1W 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、その低下分を送信空中線の利得で補うことができるものとする。

##### (7) 応答器からの受信

応答器(送受信装置から独立した応答のための装置であって、送信設備が発射する搬送波の電力のみを送信電力として、同一周波数帯の電波として発射するものをいう。)からの電波を受信できること。

##### (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調部は、容易に開けることができないこと。

###### 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。ただし、中心周波数が 916.8MHz、918MHz、919.2MHz 及び

920.4MHz の単位チャネルのみを使用する場合は、キャリアセンスを要しないこととする。

(イ) キャリアセンスは、電波を発射する周波数が含まれる全ての単位チャネルに対して行い、5ms 以上行うものであること。

(ウ) キャリアセンスレベルは、電波を発射しようとする周波数が含まれる全ての単位チャネルにおける受信電力の総和が給電線入力点において-74dBm とし、これを超える場合、送信を行わないものであること。

#### ウ 送信時間制御

キャリアセンスを行う無線設備にあっては、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。

#### (9) 電波防護指針への適合

安全施設を設けるなど、電波防護指針に適合するものであること。

### 3.1.2 無線設備の技術的条件

#### (1) 送信装置

##### ア 無線チャネルマスク

無線チャネルの周波数帯幅は  $(200\text{kHz} \times n)$  kHz とし、無線チャネル端において 10dBm 以下であること。また、隣接チャネル漏えい電力は 0.5dBm 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 3 までの自然数)

##### イ 周波数の許容偏差

$\pm 20 \times 10^{-6}$  以下であること。

##### ウ 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 3 までの自然数)

##### 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、表 14 に定めるとおりであること。

表 14 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	-58dBm	1MHz
900MHz を超え 915MHz 以下	-58dBm	100kHz
915MHz を超え 915.7MHz 以下及び 923.5MHz を超え 930MHz 以下	-39dBm	100kHz
915.7MHz を超え 923.5MHz 以下 （無線チャネルの中心からの離調が 100 (n+1) kHz 以下を除く。n は同時に使用する単位チャネル数。）	-29dBm	100kHz
930MHz を超え 1GHz 以下	-58dBm	100kHz
1GHz を超え 1.215GHz 以下	-48dBm	1MHz
1.215GHz を超えるもの	-30dBm	1MHz

## （２）受信装置

副次的に発する電波等の限度については、930MHz 以下（915MHz を超え 930MHz 以下を除く。）は-54dBm/100kHz 以下、1.215GHz を超えるものは-47dBm/MHz 以下、それ以外の周波数においては不要発射の強度の許容値以下であること。

## 3.1.3 測定法

### （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。

### （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、バースト波にて測定する場合は、バ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（バースト波にあっては、バ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、バースト波にあっ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、送信周波数として複数の単位チャネルを使用する場合は、無線チャ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。

## 3.2 中出力型パッシブ系電子タグシステムの技術的条件

### 3.2.1 一般的条件

#### (1) 変調方式

規定しない。

#### (2) 周波数帯

916.7MHz から 923.5MHz までとする。

#### (3) 単位チャネル

単位チャネルは、中心周波数が 916.8MHz から 923.4MHz までの 200kHz 間隔のうち、916.8MHz、918MHz、919.2MHz 及び 920.4MHz から 923.4MHz までの 16 チャネルの合計 19 チャネルとする。

#### (4) 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全て収まるものであり、単位チャネルを 1、2、3、4 又は 5 同時に使用して構成されるものとする。

#### (5) 空中線電力

250mW 以下とする。ただし、送信空中線が無線設備の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 27dBm (3dBi の送信空中線に 250mW 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つては、500mW 以下とすることができる。

#### (6) 空中線利得

3dBi 以下とする。ただし、等価等方輻射電力が、27dBm (3dBi の送信空中線に 250mW 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。) 以上となる場合は、その超えた分を送信空中線の利得で減ずるものとし、当該値以下となる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補うことができるものとする。

#### (7) 応答器からの受信

応答器 (送受信装置から独立した応答のための装置であつて、送信設備が発射する搬送波の電力のみを送信電力として、同一周波数帯の電波として発射するものをいう。) からの電波を受信できること。

#### (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調部は、容易に開けることができないこと。



## 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、中心周波数が 916.8MHz、918MHz、919.2MHz 及び 920.4MHz の単位チャンネルにより構成される無線チャンネルを使用する場合には、5ms 以上、中心周波数が 920.6MHz から 923.4MHz までの単位チャンネルにより構成される無線チャンネルを使用する場合には、128 $\mu$ s 以上 5ms 未満又は 5ms 以上行うものであること。
- (ウ) キャリアセンスレベルは、電波を発射しよう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-74dBm（空中線電力が 10mW 以下の無線設備にあっては-64dBm）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、(5) のただし書により、空中線電力が 250mW 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。

## ウ 送信時間制御

### (ア) キャリアセンス時間 5ms 以上の場合

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 $\mu$ s 以上 5ms 未満の場合

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であり、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 360 秒以下であること。ただし、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し、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 360 秒以下である場合はこの限りではない。

## 3.2.2 技術的条件

### (1) 送信装置

#### ア 無線チャンネルマスク

無線チャンネルの周波数帯幅は  $(200 \times n)$  kHz とし、無線チャンネル端において 20dBc 低下させ 4dBm 以下であること。また、隣接チャンネル漏えい電力は-5dBm 以下であること。(n：同時に使用する単位チャンネル数で 1 から 5 までの自然数)

- イ 周波数の許容偏差  
±20×10<sup>-6</sup>以内であること。
- ウ 占有周波数帯幅の許容値  
(200×n) kHz 以下であること。(n: 同時に使用する単位チャンネル数で1から5までの自然数)
- 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、表 15 に定めるとおりであること。

表 15 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 915.7MHz 以下及び 923.5MHz を超え 930MHz 以下	-36dBm	100kHz
915.7MHz を超え 923.5MHz 以下 (無線チャンネルの中心からの離調が 100 (n+1) kHz 以下を除く。n は同時に使用する単位チャンネル数。)	-29dBm	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

## (2) 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、930MHz 以下 (915MHz を超え 930MHz 以下を除く。) は-54dBm/100kHz 以下、1GHz を超えるものは-47dBm/MHz 以下、それ以外の周波数においては不要発射の強度の許容値以下であること。

### 3.2.3 測定法

高出力型パッシブ系電子タグシステムの技術的条件の規定を適用すること。

### 3.3 高出力型アクティブ系小電力無線システムの技術的条件

#### 3.3.1 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 923.5MHz 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 923.4MHz までの 200kHz 間隔の 15 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全て収まるものであり、単位チャネルを 1、2、3、4 又は 5 同時に使用して構成されるものとする。

##### (6) 空中線電力

250mW 以下とする。

##### (7) 空中線利得

3dBi 以下とする。ただし、等価等方輻射電力が、27dBm (3dBi の送信空中線に 250mW 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調部は、容易に開けることができないこと。

###### 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) 128  $\mu$ s 以上 5ms 未満又は 5ms 以上行うものであること。

(ウ) キャリアセンスレベルは、電波を発射しようとする周波数が含まれる全ての単位チャ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。

(エ) 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、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

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  $\mu$ 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  $\mu$ s 以上 5ms 未満の場合

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であり、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 360 秒以下であること。ただし、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し、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 360 秒以下である場合はこの限りではない。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 時間当たりの送信時間の総和に含めないこととする。

(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。

(10) 端末設備内において電波を使用する端末設備

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。

### 3.3.2 技術的条件

#### (1) 送信装置

##### ア 無線チャネルマスク

周波数帯幅は  $(200 \times n)$  kHz とし、隣接する単位チャネル内に放射される電力は-5dBm であること。(n: 同時に使用する単位チャネル数で 1 から 5 までの自然数)

##### イ 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、単位チャ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。この場合、割当周波数は単位チャネルの中心周波数とする。

##### ウ 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 5 までの自然数)

##### 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、表 16 に定めるとおりであること。

表 16 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 920.3MHz 以下	-36dBm	100kHz
920.3MHz を超え 924.3MHz 以下 (無線チャネルの中心からの離調が $(200 + 100 \times n)$ kHz 以下を除く。n は同時に使用する単位チャネル数。)	-29dBm	100kHz
924.3MHz を超え 930MHz 以下 (無線チャネルの中心からの離調が、 $(200 + 100 \times n)$ kHz 以下を除く。n は同時に使用する単位チャネル数。)	-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

## (2) 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、930MHz 以下（915MHz を超え 930MHz 以下を除く。）は-54dBm/100kHz 以下、1GHz を超えるものは-47dBm/MHz 以下、それ以外の周波数においては不要発射の強度の許容値以下であること。

### 3.3.3 測定法

高出力型パッシブ系電子タグシステムの技術的条件の規定を適用すること。ただし、占有周波数帯幅、隣接チャネル漏えい電力及びキャリアセンスについては、以下のとおりとする。

#### (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) 隣接チャネル漏えい電力

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、バースト波にあっ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。

#### (3) 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ネルを使用する場合は、無線チャ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。

### 3.4 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

#### 3.4.1 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 928MHz 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全て収まるものであり、単位チャネルを 1、2、3、4 又は 5 同時に使用して構成されるものとする。

##### (6) 空中線電力

20mW 以下とする。ただし、送信空中線が無線設備の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つては、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。) 以上となる場合は、その超えた分を送信空中線の利得で減ずるものとし、当該値以下となる場合は、その低下分を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調部は、容易に開けることができないこと。

###### 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、中心周波数が 920.6MHz から 923.4MHz までの単位チャンネルにより構成される無線チャンネルを使用する場合には、128  $\mu$ s 以上 5ms 未満又は 5ms 以上、中心周波数が 923.6MHz から 928.0MHz までの単位チャンネルにより構成される無線チャンネルを使用する場合には、128  $\mu$ s 以上 5ms 未満行うものであること。
- (ウ) キャリアセンスレベルは、電波を発射しよう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

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  $\mu$ 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 $\mu$ s 以上 5ms 未満の場合

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であり、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 360 秒以下であること。ただし、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し、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 360 秒以下である場合はこの限りではない。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（一の単位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、1 時間当たりの送信時間の総和に含めないこととする。

#### (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。

(10) 端末設備内において電波を使用する端末設備

- 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。

3.4.2 技術的条件

(1) 送信装置

ア 無線チャネルマスク

中心周波数が 920.6MHz から 928.0MHz までの周波数を使用する場合の周波数帯幅は  $(200 \times n)$  kHz とし、隣接する単位チャネル内に放射される電力は -15dBm であること。(n: 同時に使用する単位チャネル数で 1 から 5 までの自然数)

イ 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、単位チャ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。この場合、割当周波数は単位チャネルの中心周波数とする。

ウ 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 5 までの自然数)

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、表 17 に定めるとおりであること。

表 17 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 920.3MHz 以下	-36dBm	100kHz
920.3MHz を超え 924.3MHz 以下 （無線チャネルの中心からの離調が $(200+100 \times n)$ kHz 以下を除く。 $n$ は同時に使用する単位チャネル数。）	-36dBm	100kHz
924.3MHz を超え 930MHz 以下 （無線チャネルの中心からの離調が、 $(200+100 \times n)$ kHz 以下を除く。 $n$ は同時に使用する単位チャネル数。）	-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

(2) 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、930MHz 以下（915MHz を超え 930MHz 以下を除く。）は-54dBm/100kHz 以下、1GHz を超えるものは-47dBm/MHz 以下、それ以外の周波数においては不要発射の強度の許容値以下であること。

3.4.3 測定法

高出力型アクティブ系小電力無線システムの技術的条件の規定を適用すること。

### 3.5 低出力型アクティブ系小電力無線システムの技術的条件

#### 3.5.1 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

915.9MHz から 929.7MHz 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 916MHz から 928MHz までの 200kHz 間隔の 61 チャネル及び中心周波数が 928.15MHz から 929.65MHz までの 100kHz 間隔の 16 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全て収まるものであり、単位チャネルを 1、2、3、4 又は 5 同時に使用して構成されるものとする。

##### (6) 空中線電力

1mW 以下とする。ただし、送信空中線が無線設備の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 3dBm (3dBi の送信空中線に 1mW 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つては、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、3dBm (3dBi の送信空中線に 1mW 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。) 以上となる場合は、その超えた分を送信空中線の利得で減ずるものとし、当該値以下となる場合は、その低下分を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調部は、容易に開けることができないこと。

###### イ 送信時間制御

中心周波数が 916MHz から 928MHz までの単位チャネルにより構成される無線チャネルを使用する場合にあつては、電波を発射してから送信時間 100ms 以内にその電波

の発射を停止し、送信休止時間 100ms 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り、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 3.6 秒以下であること。ただし、最初に電波を発射してから連続する 100ms 以内に限り、その発射を停止した後、100ms 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最初に電波を発射してから連続する 100ms 以内に完了することとする。

また、中心周波数が 928.15MHz から 929.65MHz までの単位チャネルにより構成される無線チャネルを使用する場合にあっては、電波を発射してから送信時間 50ms 以内にその電波の発射を停止し、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とする。ただし、最初に電波を発射してから連続する 50ms 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最初に電波を発射してから連続する 50ms 以内に完了することとする。

#### (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。

#### (10) 端末設備内において電波を使用する端末設備

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。

### 3.5.2 技術的条件

#### (1) 送信装置

##### ア 無線チャネルマスク

中心周波数が 916.0MHz から 928.0MHz までの周波数を使用する場合の周波数帯幅は  $(200 \times n)$  kHz、中心周波数が 928.15MHz から 929.65MHz まで周波数を使用する場合の占有周波数帯幅は  $(100 \times n)$  kHz とし、それぞれの空中線電力における隣接する単位チャネル内に放射される電力は -26dBm であること。(n: 同時に使用する単位チャネル数で 1 から 5 までの自然数)

##### イ 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、単位チャ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。この場合、割当周波数は単位チャネルの中心周波数とする。

##### ウ 占有周波数帯幅の許容値

916.0MHz から 928.0MHz までの無線チャネルの場合は  $(200 \times n)$  kHz 以下、928.15MHz

から 929.65MHz までの無線チャネルの場合は  $(100 \times n)$  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 5 までの自然数)

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、表 18 に定めるとおりであること。

表 18 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 920.3MHz 以下	-36dBm	100kHz
920.3MHz を超え 924.3MHz 以下 (無線チャネルの中心からの離調が $(200 + 100 \times n)$ kHz 以下を除く。n は同時に使用する単位チャネル数。)	-36dBm	100kHz
924.3MHz を超え 930MHz 以下 (無線チャネルの中心からの離調が、単位チャネルの幅が 200kHz の場合にあつては $(200 + 100 \times n)$ kHz 以下、単位チャネルの幅が 100kHz の場合にあつては $(100 + 50 \times n)$ kHz 以下を除く。n は同時に使用する単位チャネル数。)	-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

(2) 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、930MHz 以下 (915MHz を超え 930MHz 以下を除く。) は -54dBm/100kHz 以下、1GHz を超えるものは -47dBm/MHz 以下、それ以外の周波数においては不要発射の強度の許容値以下であること。

3.5.3 測定法

高出力型アクティブ系小電力無線システムの技術的条件の規定を適用すること。

## 第4章 今後の検討課題

### 4.1 アクティブ系小電力無線システムの送信時間制限の見直しへの対応

920MHz 帯の周波数の利用が広がり、様々な通信ニーズに対応するため、多種多様なアクティブ系小電力無線システムの導入が進む中、スター型や中継型のネットワーク構成、マルチホップ通信、音声データ等の連続送信等が必要な無線システムについては、現行基準の送信時間制限の下でも利用可能であるが、今後の様々な利用形態を考慮した場合、より利便性を向上させるために送信時間制限を見直すべきとの要望が出されている。

このため、更なる利用ニーズを精査し、今後の普及予測や他の無線システムへの影響を確認した上で、送信時間制限の見直しについて検討を進めることが求められる。

### 4.2 パッシブ系電子タグシステムの使用環境の多様化への対応

現在、高出力型パッシブ系電子タグシステムは、構内無線局の一つとして規定されており、工場等の一の構内においてのみ使用が可能である。一方、諸外国においては、安価な計測システムとしてマラソンでのタイム測定システム等、広く屋外でも利用されている。また、機器の小型化も進み、ハンディタイプの機器も登場するなど、多様化するニーズに対応するため、使用環境の多様化への対応等について検討を進めることが求められる。

### 4.3 電気通信サービスへの対応

IoT 社会では、多種多様なモノがネットワークに接続され、インフラ構築、IoT デバイスによる情報収集、データ分析等、多様なプレーヤーが連携して電気通信サービスを提供することが想定される。これまで 920MHz 帯は自営系の無線システムの利用が中心であったが、今後は、このような利用形態も視野に入れた制度整備が求められる。

## V 審議結果

「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 帯電子タグシステム等の高度化に係る技術的条件」について検討を行い、別添のとおり、一部答申(案)をとりまとめた。



## 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 構成員一覧

(平成29年1月13日現在 敬称略)

氏名	主要現職
主査員 安藤 真	東京工業大学 理事・副学長（研究担当） 産学連携推進本部長
委員 森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
専門委員 飯塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター 電波利用調査部 研究主幹
” 伊藤 数子	特定非営利活動法人STAND 代表理事
” 大寺 廣幸	一般社団法人日本民間放送連盟 顧問
” 小笠原 守	日本電信電話株式会社 技術企画部門 電波室長
” 小花 貞夫	電気通信大学 情報理工学研究科 教授
” 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
” 鈴木 薫	一般社団法人全国陸上無線協会 専務理事
” 玉眞 博義	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 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
” 中原 俊二	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部長
” 浜口 清	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 副総合研究センター長
” 本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
” 松井 房樹	一般社団法人電波産業会 専務理事・事務局長
” 松尾 綾子	株式会社東芝 研究開発センター 研究主務
” 三谷 政昭	東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授
” 矢野 由紀子	日本電気株式会社 クラウドシステム研究所 シニアエキスパート
” 吉田 貴容美	日本無線株式会社 研究所 新領域開発企画部 エキスパートリーダー

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  
920MHz帯電子タグシステム等作業班 構成員

(敬称略)

氏名	現職
主任 三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
伊東 克俊	ソニー株式会社 R&Dプラットフォーム・システム研究開発本部・要素技術開発部門 コネクティビティ技術開発部 担当部長 無線通信技術領域
乾 明洋	パナソニック システムネットワークス株式会社 システムソリューションズジャパンカンパニー 社会システム本部 社会システムセンター テレコム&ユーティリティ部 通信システム課 主任技師
大井 伸二	凸版印刷株式会社 事業開発・研究本部 事業開発センター 担当部長
落合 孝直	富士通フロンテック株式会社 流通事業本部 RFID事業部 事業部長
川田 拓也	東京ガス株式会社 基盤技術部 スマートシステム研究開発センター 無線・通信技術チーム チームリーダー
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
斎藤 城太郎	セムテックジャパン合同会社 LoRa担当 技術課長
佐々木 邦夫	電気興業株式会社 新規事業統括部 事業開発部 参事
佐野 弘和	ソフトバンク株式会社 渉外本部 標準化推進部 制度推進課 課長
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 課長
鈴木 敬	東京電力パワーグリッド株式会社 電子通信部 通信ネットワーク技術センター 通信基盤技術グループ 課長
中畑 寛	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 RFID担当 主任研究員
西田 肇夫	株式会社東芝 エネルギーソリューションシステム社 電力流通システム事業部 スマートメーターシステム推進部 スマートメーターシステム技術部 スマートメーター通信技術担当 参事
二宮 照尚	株式会社富士通研究所 ネットワークシステム研究所 フロントネットワーク運用管理プロジェクト 主管研究員
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
日比 学	京セラコミュニケーションシステム株式会社 ICT事業本部 LPWA推進部 副部責任者
福永 茂	沖電気工業株式会社 情報・技術本部 研究開発センター イノベーション推進室 シニアスペシャリスト
藤本 和久	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 主任研究員
望月 伸晃	日本電信電話株式会社 未来ねっと研究所 ワイヤレスシステムイノベーション研究部 主任研究員
山田 隆男	大日本印刷株式会社 情報イノベーション事業部 第2技術本部 ソリューション開発センター 第2グループ
李 還幫	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター ワイヤレスシステム研究室 総括主任研究員
渡辺 淳	株式会社デンソーウェーブ Auto-ID事業部 技術企画部 技術管理室 室長

# 920MHz帯RFIDの周波数割当て状況

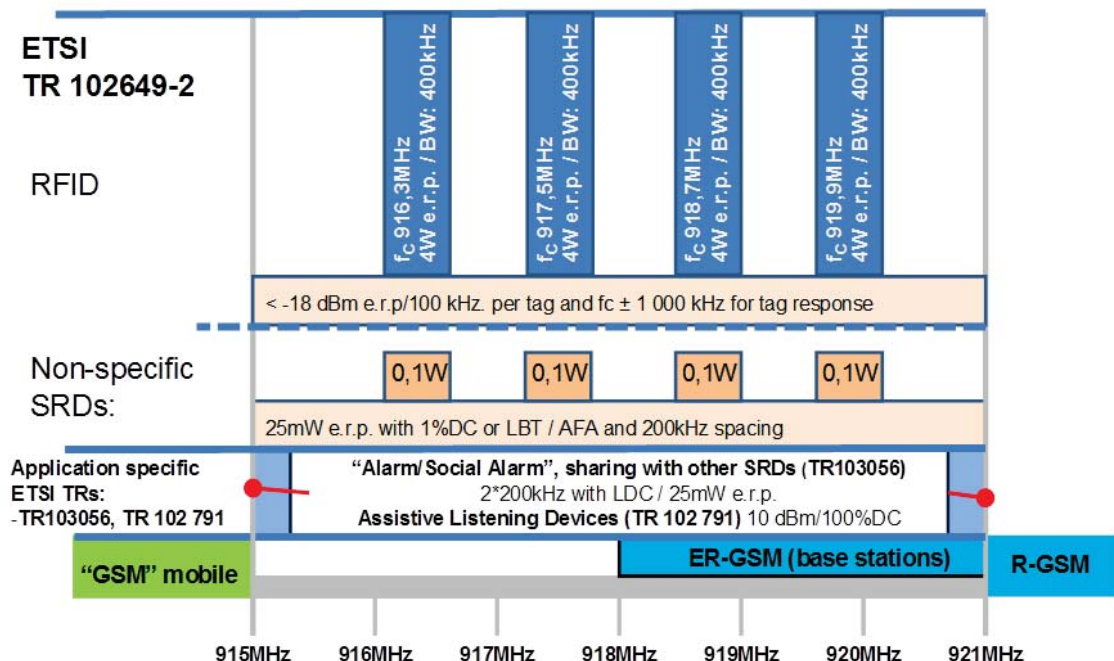
	860	870	880	890	900	910	920	930	940					
米国		869		894	901	902	免許不要 (FCC Part 15) ISM (FCC Part 18)	928	929					
欧州		863	865	868	870	875.6	880	915	921	925				
		RFID/SRD	SRD/TTDA	GSM-R			移動通信	RFID	GSM-R	移動通信				
日本		860		875		890		900	915	930				
		移動通信		移動通信				移動通信	RFID	MCA				
韓国		867	869			894		904.3	915	917	923.5	925	937.5	
		TRS (業務用無線)				移動通信		移動通信 (移動局送信)	RFID <4W <200mW		特定小出力無線機器 (音声及び音響信号伝送用)			
中国	840	845		870		880	885		915	920	925	930		
	RFID			移動通信				移動通信		RFID	移動通信			
香港		863	865	868	870	877.5	882.5	885	890	915	919.5	925	930	935
		TMR	RFID	移動通信	移動通信	政府	移動通信		移動通信		RFID	政府	移動通信	
豪州		865	870			890			915	918	920	926	928	935
		CTS	LMS			移動通信		移動通信			RFID<4W	RFID<1W	LIPD<1W	移動通信

ISM: Industrial, Scientific, and Medical, MAS: Multiple Address Service, TTDA: Tracking, Tracing and Data Acquisition, USN: Ubiquitous Sensor Networks, TMR: Trunked Mobile Radio, CTS: Cordless Telephone Service, LMS: Land Mobile Service, LIPD: Low Interference Potential Device

出所: 各種資料をもとにFMCC作成。

## 920MHz帯RFIDの技術基準 欧州CEPT(欧州郵便電気通信主管庁会議)

ERC Recommendation 70-03承認(2016年5月27日)



出所: ECC Report 189, Future Spectrum Demand for Short Range Devices in the UHF Frequency Bands, Approved February 2014

# 920MHz帯RFIDの周波数の共通化 欧州諸国における現在の利用状況

国	870-876/915-921MHzの現在の利用状況
オーストリア	未使用
ベルギー	政府利用（無人航空機、無人車両、戦術的無線中継等）
デンマーク	未使用
フィンランド	2013年末で政府利用。PMR/PAMRへ割り当てられているが未使用
フランス	政府利用（陸海空の無人システム、遠隔制御、テレメトリ、データリンク）
ドイツ	870-873MHz/915-918MHz：政府利用 873-876MHz/918-921MHz：E-GSM-R（GSM鉄道無線へ割当て済み）、PMR/PAMR免許（未割当て）
イタリア	防衛・セキュリティボディ・C2 UAV向け移動ネットワーク
ノルウェー	未使用
ポーランド	870-874.44MHz：PMR/PAMR
ポルトガル	870-873：電力配送電事業者がスマートメーターを試験 873-876/918-921MHz：軍事利用
スウェーデン	未使用
スペイン	M2M向けに4つの地域免許が割当て（LTEやWiMAXが利用可能）
オランダ	軍事利用
トルコ	PMR/PAMRに配分されているが未使用
英国	気象業務で915MHz帯をウィンドプロファイラレーダーに使用。現在の1サイトから複数サイトに増設予定

出所：ECC Report 189

## 920MHz帯RFIDの割当てに向けた取組み フランス

### 公開諮問の開催(2016年6月3日～7月18日)

862-870MHz, 870-876MHz, 915-921MHz帯の新たな利用機会(「Nouvelles opportunités pour l'utilisation des bandes 862 - 870 MHz, 870 - 876 MHz et 915 - 921 MHz」)に関する公開諮問。

国防省用に確保してある863-870MHz, 870-876MHz, 915-921MHz帯を、IoT需要拡大を見据えて、低出力機器の開発に必要な技術および規制上の諸条件について検討。

### 公開諮問結果の概要発表(2016年10月19日)

利用技術：LPWAN(Sigfox, LoRaWAN, Qowiso<sup>※1</sup>等)、Wi-Fi HaLow(802.11ah)

利用シーン：新スマートシティ(水道・ガスメーター、駐車場、街灯等)、ホームオートメーション(警報装置、煙探知機等)、ヘルスケア等

### 今後のスケジュール

ANFR(周波数庁)は、Arcep(電子通信・郵便規制機関)と協力し、欧州域内における周波数の共通化(ハーモナイゼーション)に向けて、CEPTでの標準化会合(周波数管理作業グループ)において、フランスの立場を強調。

ANFRは、2017年3月に採択予定のSRD向けの周波数の共通化に関するEC Decisionを見据え、国防省とArcepと協議し、国家周波数分配表の改定提案の首相への提出に向け準備。

注1:フランス アンジェの電気通信事業者

# 920MHz帯RFIDの技術基準 韓国技術基準改正(2016年8月23日)

空中線電力（アンテナ絶対利得を含む輻射電力）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 10 mW以下</li> <li>● 3mW以下（チャネル：1,3,4,6,7,9,10,12,13,15,16,18）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● パッシブRFIDリーダ/ライタ <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 4 W以下（チャネル：2,5,8,11,14,17）</li> <li>➢ 200 mW以下（チャネル：20~32）</li> </ul> </li> </ul>
占有周波数帯域幅	パッシブRFIDのリーダ/ライタの場合、200kHz以下	
送信制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 周波数ホッピング方式を利用する場合 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 16ch以上</li> <li>➢ パッシブRFIDリーダ/ライタの場合：6ch以上</li> <li>➢ チャネルごとの連続占有時間：0.4秒以内</li> </ul> </li> <li>② 送信前の信号検出（Listen Before Transmission）方式を利用する場合 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 送信元5 ms以上受信し、その受信信号の強度が-65 dBm以下の場合に限り、電波を放射して、4秒以内に送信を停止して、50 ms以上休止</li> </ul> </li> <li>③ ①及び②以外の方式を利用する場合 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 特定のチャネルの占有時間が、任意の20秒周期の間に2%以内</li> </ul> </li> </ul>	
指定周波数帯外での不要発射	1GHz未満：-36dBm/100kHz, 1GHz以上：-30dBm/1MHz	

채널	주파수(MHz)	채널	주파수(MHz)	채널	주파수(MHz)	채널	주파수(MHz)
1	917.1	9	918.7	17	920.3	25	921.9
2	917.3	10	918.9	18	920.5	26	922.1
3	917.5	11	919.1	19	920.7	27	922.3
4	917.7	12	919.3	20	920.9	28	922.5
5	917.9	13	919.5	21	921.1	29	922.7
6	918.1	14	919.7	22	921.3	30	922.9
7	918.3	15	919.9	23	921.5	31	923.1
8	918.5	16	920.1	24	921.7	32	923.3

出所：[기술기준] 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준(2016. 08. 23)

## 920MHz帯RFIDの利用状況 米国

### 920MHz帯の周波数割当て

一次業務：海軍レーダー、連邦政府の無線探知

二次業務：Private Land Mobile(FCC規則第90部)、アマチュア無線(同第97部)

免許不要：ISM機器(FCC規則第18部)、免許不要デバイス(同第15部)

### アプリケーションの例示

無線給電(Powercast)、タイム計測(ChronoTrack)、高速道路課金システム(EZ-Pass)、セキュリティシステム、煙探知機、照明制御、ホームオートネーション、スマートメーター等

### 新たな展開

Senet: LoRaWANのIoT網を、新たに10都市で展開し(Los Angeles, New York City, Washington D.C., Chicago, Philadelphia, Dallas, Seattle, San Diego, Atlanta, Denver)、人口カバレッジは全米23州225都市の5000万以上に到達。

Sigfox: 2016年に全米100都市で902MHz帯を利用するIoT網を構築する計画。鉄塔、屋上、広告版等、23万か所以上のサイトを確保し、AT&TやVerizonのLTE網を利用してサービス提供。

Silver Spring Networks: ニューヨーク市は2050年までに二酸化炭素80%まで削減するため、400万戸以上に電気・ガスのスマートメーターを設置する計画。Silver Spring は、915MHz帯でWi-SUN(IEEE 802.15.4g)を導入し、2.4GHz帯とのデュアルのメッシュネットワークを構築。同社は既に、California, Florida, Texas, Illinois等で、2200万以上のIoT接続を提供。

出所：各種資料をもとに作成。

# 920MHz帯RFIDの利用状況 中国

## 920MHz帯の現行規定

「800/900MHz帯RFIDの技術応用規定」(信部無〔2007〕205号)

国家標準として、2013年に「情報技術 800/900MHz帯RFIDのエア・インターフェース・プロトコル」(GB/T 29768-2013)を発表。

## 920MHz帯の現在の利用状況

主な用途は、物流、倉庫管理、車両管理

民間の爆発物製造企業に対して出入口の管理用としてパッシブタグを義務化

关于印发《民用爆炸物品生产企业门禁式定员监控系统安全技术条件(修订)》的通知(2014年4月14日)

深セン遠望谷公司製の915MHz帯タグの場合、従業員がパッシブタグを身につけることで、入社・退社の時間管理を自動的に管理。

## 920MHz帯で見込まれるアプリケーション

電子製品のリサイクル

2016年6月に工業・情報化部が発表した「工業のグリーン発展計画(2016-2020)」において、電子製品にRFIDを取付けることで、スマートな廃品回収を実現することが盛り込まれている。

犯罪の取締り

2015年11月に国務院が発表した「インターネット分野における詐欺行為の管理強化に関する意見」において、詐欺行為の発見、追跡にはRFIDの有効活用が言及・記載されている。

出所：各種資料をもとに作成。

## 参考：主要国における920MHz帯RFIDの技術基準 (1/2)

	日本	欧州	米国	中国	韓国
規程	無線設備規則	ヨーロッパ勧告(欧州無線通信委員会) ERC/REC 70-03 Annex11 (Rev May 2016)	FCC(連邦通信委員会) FCC規則 15.247等	800/900MHz帯RFIDの技術応用規定(信部無〔2007〕205号)(2007年4月20日)	申告せず開設することができる無線局用の無線設備の技術基準(未来創造科学部告示第2016-89号)(2016年8月23日制定)
用途	電子タグ限定	電子タグ限定(一部SRDと共用)	限定なし	RFID	RFID/USN(Ubiquitous Sensor Network)
周波数	915~928MHz(13MHz)	a帯 865~868MHz(3MHz) b帯 915~921MHz(6MHz)注1	902~928MHz(26MHz)	840~845MHz 920~925MHz	917~923.5MHz
出力	パッシブ系 1W以下: 916.7~920.9MHz(構内無線局、登録局) 250mW以下: 916.7~923.5MHz(特定小電力) アクティブ系 250mW以下: 920.5~923.5MHz 20mW以下: 920.5~928.1MHz 1mW以下: 915.9~929.7MHz	a: 865~868 MHz: 2W erp 注2、注4 a1: 865~865.6 MHz: 0.1W erp a2: 865.6~867.6 MHz: 2W erp a3: 867.6~868 MHz: 0.5W erp b: 915~921 MHz: 4W erp 注3、注4	<FHSS> チャンネル数50以上: 1W チャンネル数50未満: 0.25W + 空中線利得 6dBi <DSSS> 1W以下。ただし周波数電力密度は 8dBm/3kHz 以下。空中線利得 6dBiを超えた場合は、出力をその分下げる。	2W以下: 840.5~844.5 920.5~924.5MHz 100mW以下: 840~845 920~925MHz	パッシブ系 4W以下: チャンネル 2,5,8,11,14,17 200mW以下: チャンネル20~32 パッシブ系、アクティブ系タグ 10mW以下: チャンネル 2,5,8,11,14,17,19~32 3mW以下: チャンネル 1,3,4,6,7,9,10,12,13,15,16,18
CH数	パッシブ系 1W以下: 構内無線局: 4チャンネル 登録局: 6チャンネル 250mW以下: 19チャンネル アクティブ系 250mW以下: 15チャンネル 20mW以下: 38チャンネル 1mW以下: ①916~928MHz: 200kHz 間隔61チャンネル ②928.15~929.65 MHz: 100kHz間隔16チャンネル	a1~a3: 15チャンネル デンスモード a、b帯: 各々4チャンネル	50チャンネル	840~845MHz: 20チャンネル 920~925MHz: 20チャンネル チャンネル間隔250kHz	32チャンネル 200kHz間隔

## 参考：主要国における920MHz帯RFIDの技術基準 (2/2)

	日本	欧州	米国	中国	韓国
帯域幅	パッシブ系 1W以下： 200kHz：構内無線局、 200kHz×n (n=1~3)：登録局 250mW以下： 200kHz×n (n=1~5) アクティブ系 250mW以下及び20mW 以下： 200kHz×n (n=1~5) 1mW以下： ①200kHz×n (n=1~5)、 ②100kHz×n (n=1~5)	a, a1, a2, a3 : 200 kHz b : 400 kHz	FHSS 最大250kHz DSSS 500kHz	250kHz	200kHz
混信回避	パッシブ系 LBT必要：キャリアセンス 時間5ms以上 アクティブ系 LBT必要： キャリアセンス時間 920.5-923.5MHz：5ms 以上、923.5- 928.1MHz：128μs以上 ただし、1mW以下はLBT 不要	a：連続送信時間は4秒以下。また、同一 チャンネルの次の送信には少なくとも 100msの間隔を取る。注6 b：ER-GSM (918~921MHz) 保護のため、 DAAが必要。注5、注7 a1~a3：制限なし。	FHSS	FHSS方式 最大連続送信時間2秒以 内	FHSS方式 キャリアセンス5ms以上 連続送信時間4秒以下

注1 この周波数帯は、Annex1 (SRD)、Annex10 (補聴器、低出力ワイヤレスマイク等) でもまた使用される。

注2 2Wでの送信は、次の4チャンネルに限定。中心周波数 865.7, 866.3, 866.9, 867.5MHzで帯域幅は200kHz以内。

注3 4Wでの送信は、次の4チャンネルに限定。中心周波数、916.3, 917.5, 918.7, 919.09MHzで帯域幅400 kHz以内。

注4 運用は、RFIDタグの存在が見込まれる、意図的に発信することが必要な場合に限る。

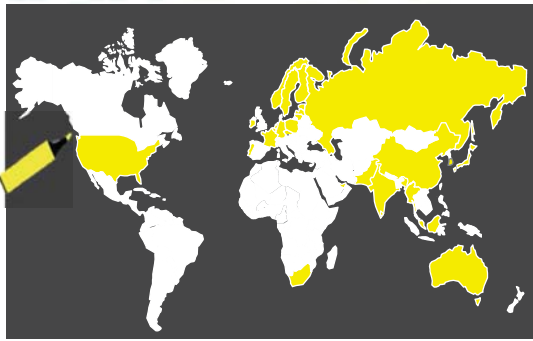
注5 DAA : Detect And Avoid. 他の送信を検知したら、発信を止める運用方法。

注6 a帯のアンテナの指向制限は、EN 300 440で規定。

注7 b帯は、防衛/政府がこの帯域を使用している国では、使用できない。また、ER-GSM (GSM for railways, extended band) を使用している国では、混信回避措置が必要。



## LPWAを実現するオープンアライアンス



LoRa Alliance™



LoRa Alliance™



- LoRa無線技術PHYをベースに、MACレイヤ・プロトコルの規格化している、オープンな団体
- 16地域でネットワーク運用、56通信事業者が実証実験進行中
- 500+ ロッテルダムでのアライアンス会議参加者
- 300+ アライアンス参加者

2016年6月現在



## LoRaWAN 海外での主要採用状況



LoRaWAN – National deployment plans...

27 Announced national deployments  
> 150 regional or city deployments

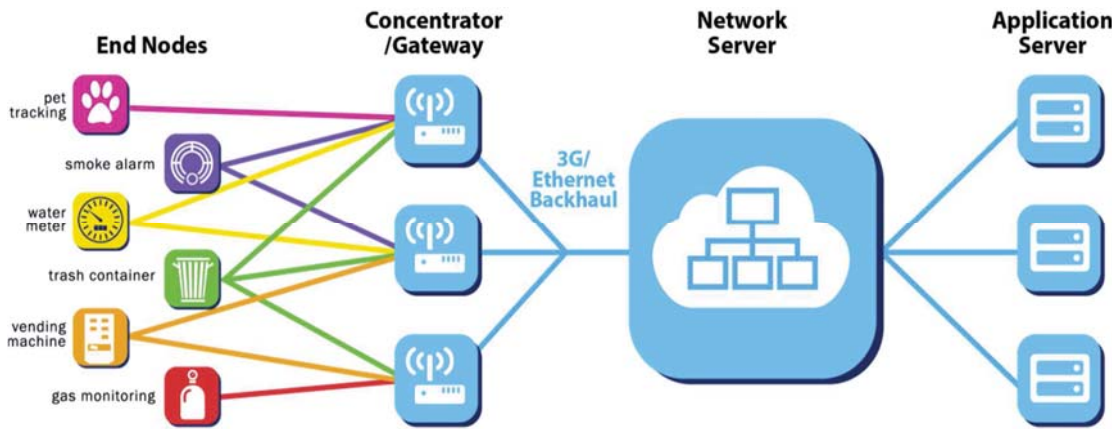
LoRa Alliance™  
Wide Area Networks for IoT

LoRa-Alliance.org





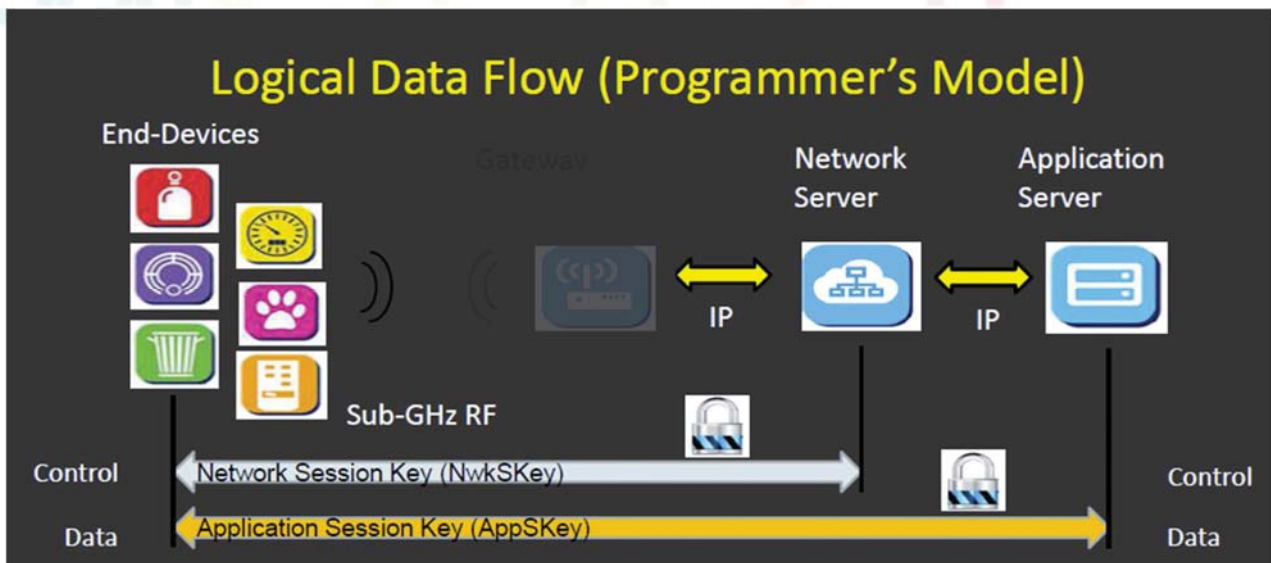
# 水平分業によるLoRaWAN™ ネットワーク



8/1/2016

4

## LoRaWAN 論理データフロー



LoRa End-Deviceは、データを、アプリケーションとネットワークレイヤの2重に暗号 (AES-128)化し、LoRa無線でGateway装置に送信します。Gatewayは、LoRaパケットをIPパケットに返還してサーバに中継するだけです。論理的には、エンドデバイスとネットワークサーバの通信となります。アプリケーションデータは、ネットワークサーバでは復号されず、アプリケーションサーバで復号され、利用されます。



## オープンなビジネスモデル



**LoRaWAN™ IoT ECOSYSTEM – Multi-source value chain**

CHIPSET	MODULES	DEVICES	BASE STATION	NETWORK SERVER	APPLICATION SERVER
 <p>SEMTECH MICROCHIP ST STMicroelectronics</p>	 <p>MICROCHIP muRata MICROCHIP FOXCONN MULTITECH</p>	 <p>BOSCH Mueller SYSTEMS Schneider Electric HOMERIDER SYSTEMS</p>	 <p>everynet CISCO SAGEMCOM kerlink MULTITECH</p>	 <p>IBM hp OrbWise actility everynet SAGEMCOM</p>	 <p>senet libelium diigo WIPRO iSECUR</p>

LoRa Alliance™  
Wide Area Networks for IoT

LoRa-Alliance.org

LoRaWAN認定製品

<https://www.lora-alliance.org/Products/Certified-Products>



## LoRaWAN概要



### □ LoRaWANは、LoRa Alliance™が技術仕様を作成し公開しているMACレイヤのオープンな規格です。

- 仕様はLoRa Allianceホームページから、非会員でもダウンロードできます。
- <https://www.lora-alliance.org/For-Developers/LoRaWANDevelopers>
- 2016年11月1日現在の最新は、V1.0.2です。

### □ LoRaWAN特長

- 双方向、アクノリッジ・ベースの通信
- 単純なスター型トポロジ、長距離飛ぶのでリピータ、メッシュ・ルーティングは不要です。
- 残念ながら低速です
- 低コストです(エンドデバイスの部品コストは、従来のFSKからあまりコストアップしません)
- 長距離です
- 低消費電力が、電池駆動型ノードに最適です
- 物理層は、LoRaもしくはFSKを利用し、各国の電波法に準拠します。
- 各国対応で仕様が分かれています。今回、日本を含むアジアクラスタが策定されました。

### □ 3つの通信クラスがあります

- Class A LoRaの基本通信です。センサーからデータを送信します。
- Class B ビーコンモードです。日本が率先して動作検証を来年行います。
- Class C レイテンシなし。

## □ アジア地域の規格として、ASIA ClusterとSouth Koreaを策定

- 2つのMACコマンドを追加
- UL/DL分離可能
- 各国EIRP要求に準拠
- 送信時間設定
- 仕様書は、LoRaWAN 1.0.2 (プロトコル仕様)と、Regional Parameters 1.0に分離

## □ ASIA Cluster

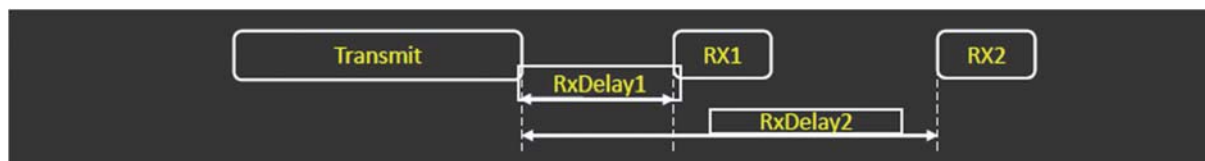
- デバイスはネットワーク参加時にJoin-requestをブロードキャスト@923.2MHzと923.4MHz /SF10 /<400ms
- ネットワークサーバが、join-acceptを送信し、次にTXParamSetupReq MACコマンドを送って、デバイスを各国(地域)設定にする
- ネットワークサーバが、jNewChannelReq MACコマンドを送って、周波数チャンネルを設定する

## □ 今後の仕様化

- V 1.1 ローミング仕様、Class B(日本での実験を踏まえて)、Class A/C一時的切り替え
- Backend Interface 1.0

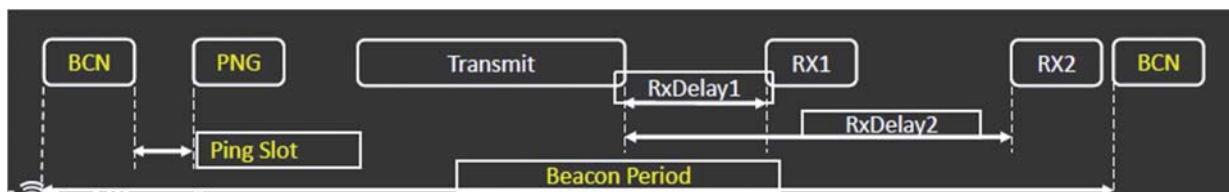
## バッテリー駆動 Class A

- 双方向通信
- ユニキャスト・メッセージ
- センサーデータなどの、小さなサイズのペイロードに向きます
- 長い休止時間
- エンド・デバイスから通信を始めます(アップリンク)
- エンドデバイスは送信した後、一定時間後に、サーバーからの受信を行う(ダウンリンク)スロット(受信モード)を設けて、ACK信号を受け取ることができます。受信スロットは2回設定されています。



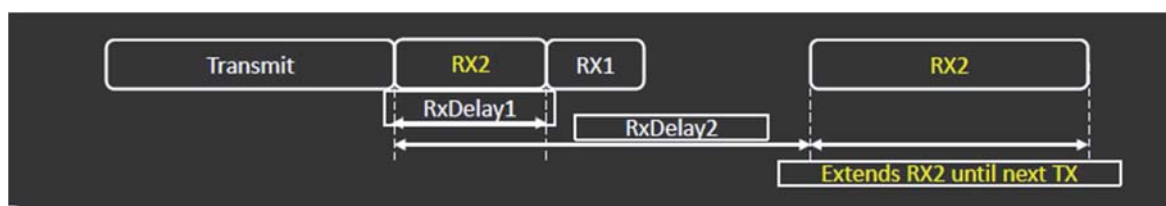
## 低遅延 Class B

- ❑ エンドノードが、定期的に受信スロットを設ける双方向通信です。
- ❑ ユニキャストとマルチキャスト・メッセージ
- ❑ センサーデータなどの、小さなサイズのペイロードに向きます
- ❑ 長い休止時間
- ❑ ゲートウェイから定期的にビーコンが送信されます。
- ❑ 特別な受信ウィンドウ(Ping Slot)で、ビーコンを受信したら送信します。
- ❑ サーバーから、通信を開始します。休止時間が設定されています。



## 遅延なし Class C

- ❑ 双方向通信
- ❑ ユニキャスト・メッセージ
- ❑ センサーデータなどの、小さなサイズのペイロードに向きます
- ❑ サーバーは、いつでも通信を開始します。
- ❑ エンドデバイスは継続して受信モードです。
- ❑ エンドデバイスに電源が担保されている場合に向きます。





# ASIA Cluster



## Regions

- EU [863-870MHz]
- EU [433MHz]
- Russia [863-870MHz]
- New-Zealand [915-928MHz]
- Australia [915-928MHz]
- U.S.A [902-928MHz]
- Canada [902-928MHz]
- South Korea [920.9-923.3MHz]
- China [779-787MHz]
- Brunei [923-925 MHz]
- Cambodia [923-925 MHz]
- Indonesia [923-925 MHz]
- Japan [920-928 MHz]
- Laos [923-925 MHz]
- New Zealand [915-928 MHz]
- Singapore [920-925 MHz]
- Taiwan [922-928 MHz]
- Thailand [920-925 MHz]
- Vietnam [920-925 MHz]



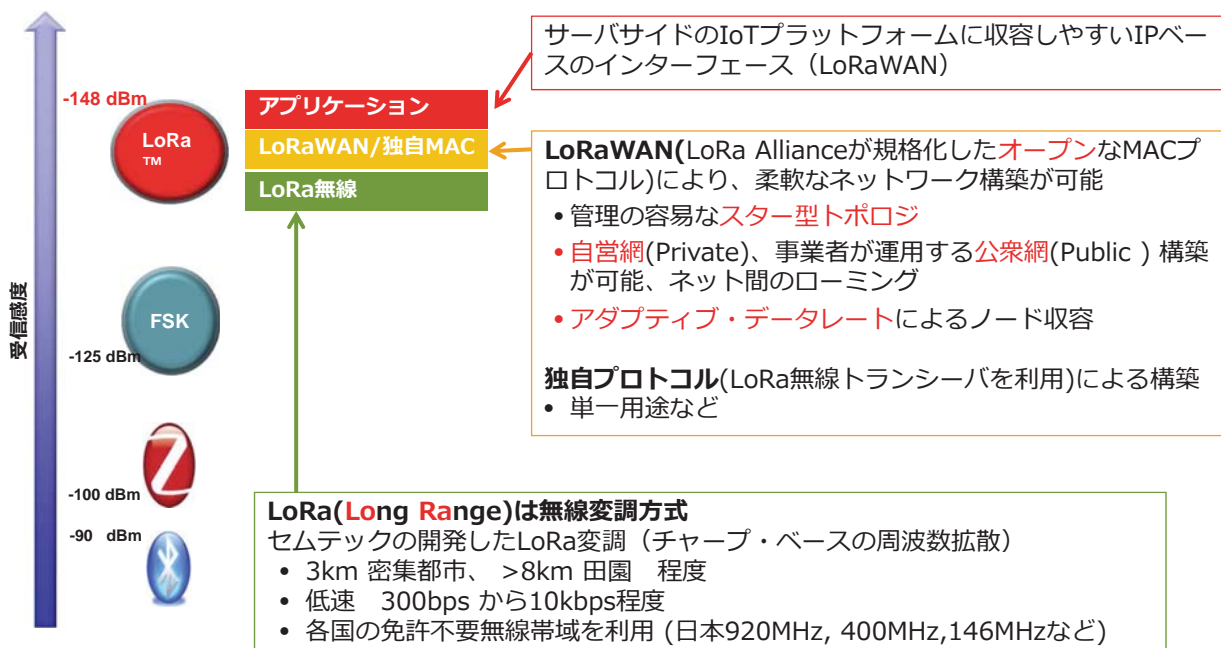
LoRa-Alliance.org

# LoRa® と LoRaWAN™概要

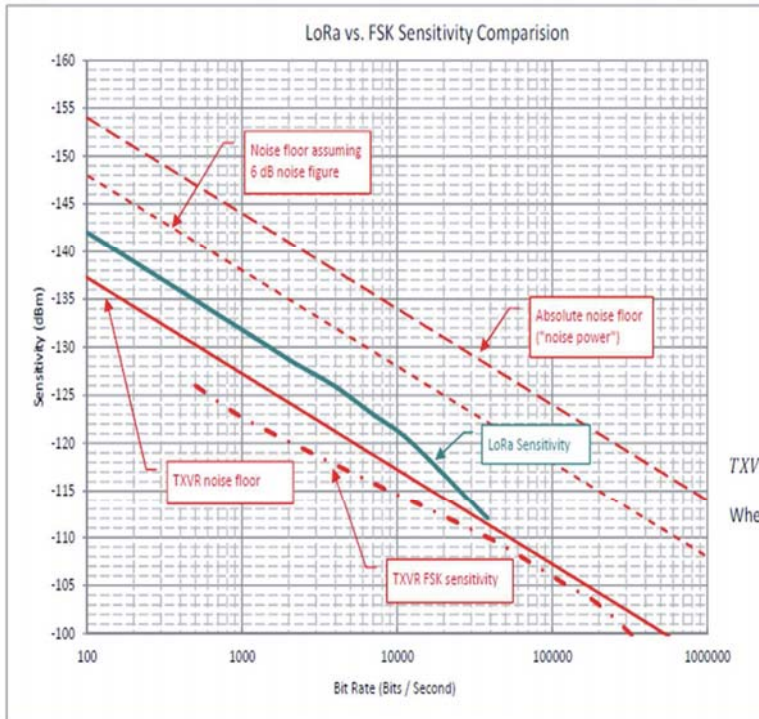


## LoRa / LoRaWANのチャレンジ

- センサーを、低消費(年単位の電池駆動)、低コスト(\$10以下の部品コスト)で、広域ネットワーク(10kmオーダー)をISM帯で実現する



# LoRa とFSK受信感度の比較



$$TXVR \text{ Noise Floor} = -174 + (B * 1.5) + D_{SNR} + NF \text{ (dBm)}$$

Where:

- B\*1.5 = Idealised channel bandwidth for GFSK modulation (Hz)
- D<sub>SNR</sub> = Required demodulator E<sub>b</sub>/N<sub>0</sub> for coherent FSK (~ 10 dB)
- NF = Receiver architecture noise figure (6 dB)

Figure 3: Comparison of LoRa and FSK Sensitivity

# リンク・バジェット



Mode	Equivalent bit rate (kb/s)	Sensitivity (dBm)	Δ (dB)
FSK	1.2	-122	-
LoRa SF = 12	0.293	-137	+15
LoRa SF = 11	0.537	-134.5	+12.5
LoRa SF = 10	0.976	-132	+10
LoRa SF = 9	1757	-129	+7
LoRa SF = 8	3125	-126	+4
LoRa SF = 7	5468	-123	+1
LoRa SF = 6	9375	-118	-3

Table 1: Link Budget Comparison for Narrowband FSK

$$P_{RX}(dBm) = P_{TX}(dBm) + G_{SYSTEM}(dB) - L_{SYSTEM}(dB) - l_{CHANNEL}(dB) - M(dB)$$

Where:

P<sub>RX</sub> = the expected power incident at the receiver

P<sub>TX</sub> = the transmitted power

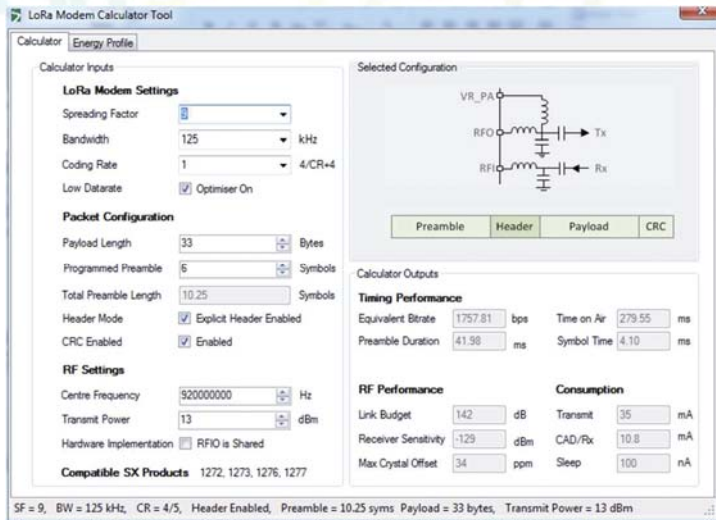
G<sub>SYSTEM</sub> = system gains such as those associated with directional antennas, etc.

L<sub>SYSTEM</sub> = losses associated with the system such as feed-lines, antennas (in the case of electrical short antennas associated with many remote devices), etc.

l<sub>CHANNEL</sub> = losses due to the propagation channel, either calculated via a wide range of channel models or from empirical data

M = fading margin, again either calculated or from empirical data

# 通信時間と消費電力計算ツール



20Byte data Tx = 279.55msec in SF9  
 LoRaWAN protocol  
 125kHz BW, 4/5 CRC coding, 6 preamble (ユーザ設定分), SF 7 から12  
 LoRaWAN protocolでは、data uplink = 13Byteオーバヘッド

LoRa Calculator **ダウンロード**

<http://www.semtech.com/apps/filedown/down.php?file=SX1272LoRaCalculatorSetup1%271.zip>

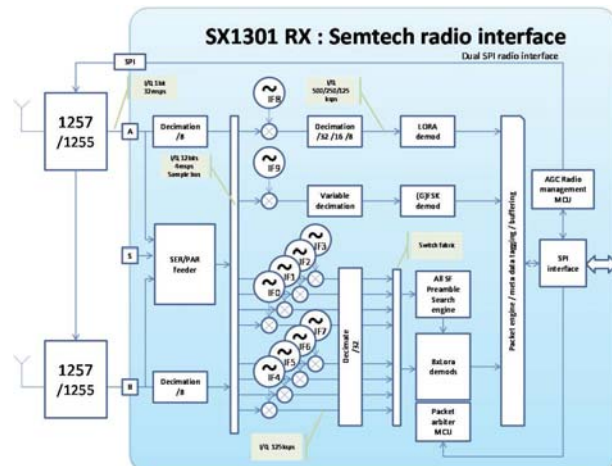
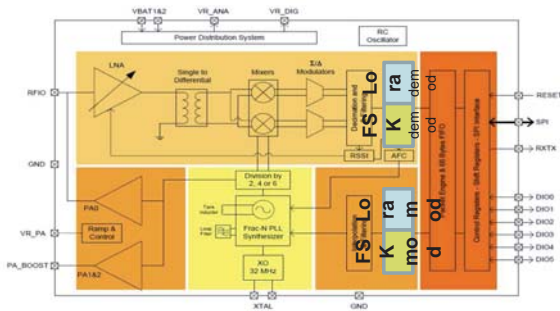
## LoRa™対応RF IC



### 製品ファミリー

- SX1272/73 : エンドノードIC 860-1000MHz 周波数範囲
- SX1276/77/78 : エンドノードIC 138-960MHz周波数範囲
- SX1301 : ゲートウェイLSI
- SX1255/57 : ゲートウェイ、アナログフロントエンド

### 全製品が802.15.4 d/g と LoRa™変調の両方式に対応



# 参考資料3 SIGFOXネットワークのご紹介

## SIGFOXネットワーク概要



**SIGFOXネットワークは、IoTに特化した省電力広域ネットワーク (LPWAN)**

12バイトのデータを1日最大140回送信 (最大送信回数に関しては運用制限)

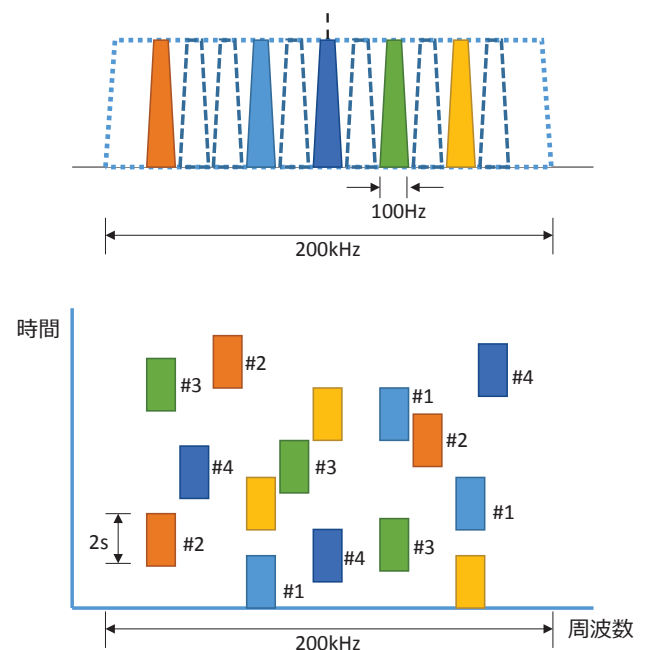
SIGFOXネットワークポロジはスター型であり、各基地局はSIGFOXクラウドと接続  
IoTデバイスからのデータは、SIGFOXクラウドに蓄積され、REST APIで外部サーバからデータを取得することが可能

IoTデバイスは、ネットワークに対し、データをブロードキャストするのみであり、ブロードキャストされたデータは、複数の基地局で受信可能。ネットワーク側からIoTデバイス側への下り信号は、ほぼ必要ないサービスを提供。

## SIGFOX 無線特性 (上り信号)

無線特性

無線アクセス制御	ランダム・アクセス
変調方式	シングルキャリア: SSB-SC + D-BPSK
データレート	100bps
使用チャンネル幅	200kHz
シングルキャリア周波数帯幅	100Hz
送信電力	20mW以下
最大送信継続時間	2s
与干渉抑制技術	キャリアセンス時間 : 5ms (単位チャンネル200kHzをキャリアセンス) Duty Cycle : 最大1%
被干渉耐性技術	・同一データ繰り返し送信(3回) ・サイトダイバーシチ ・チャンネル干渉に対し高いSNIR特性



その他特徴

長距離伝送 : リンクバジェット158dB  
周波数効率 : 1基地局あたり1日100万メッセージ受信



# SIGFOX 無線特性 (下り信号)

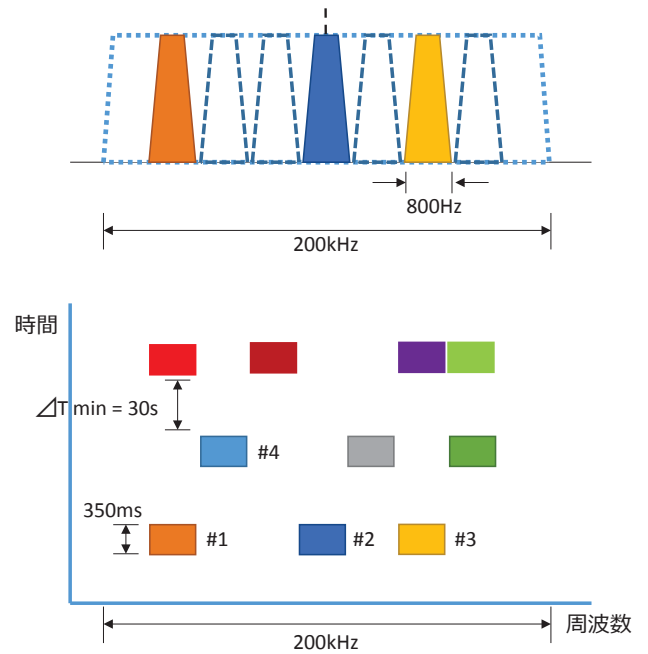
## 無線特性

無線アクセス制御	ランダム・アクセス
変調方式	マルチキャリア: ISB + GFSK
データレート	600bps
使用チャンネル幅	200kHz
シングルキャリア周波数帯幅	800Hz
送信電力	250mW以下
最大送信継続時間	350ms
与干渉抑制技術	キャリアセンス時間: 5ms (単位チャンネル200kHzをキャリアセンス) Duty Cycle: 最大10%
被干渉抑制技術	チャンネル干渉に対し高いSNIR特性

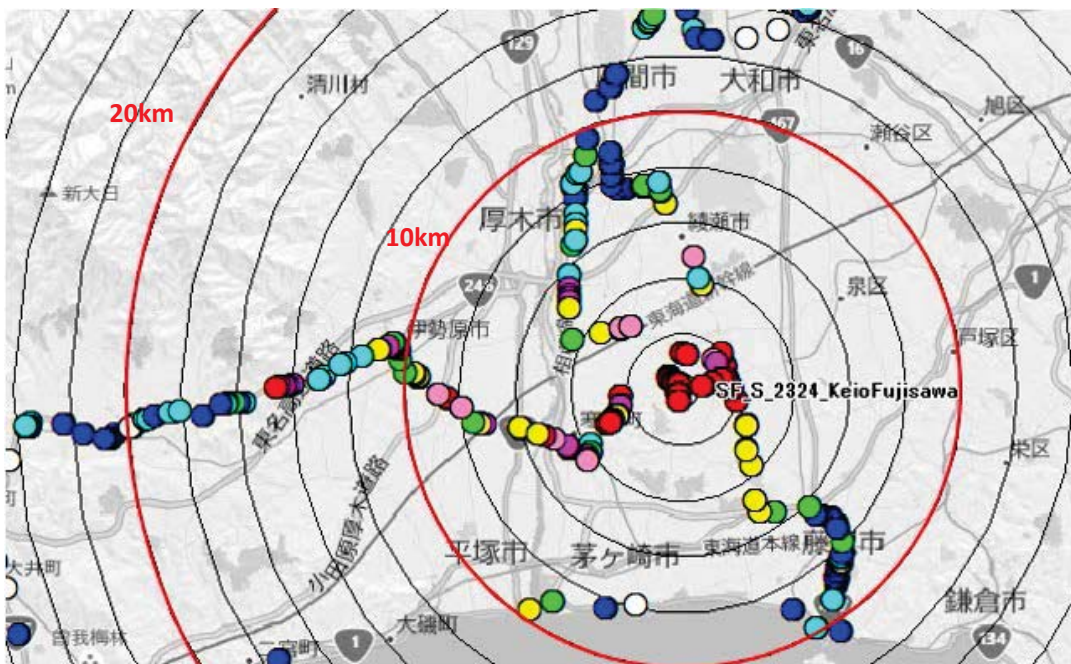
## その他特徴

長距離伝送: リンクバジェット159dB

周波数効率: 800Hz幅のUNBとマルチキャリア伝送の組み合わせ



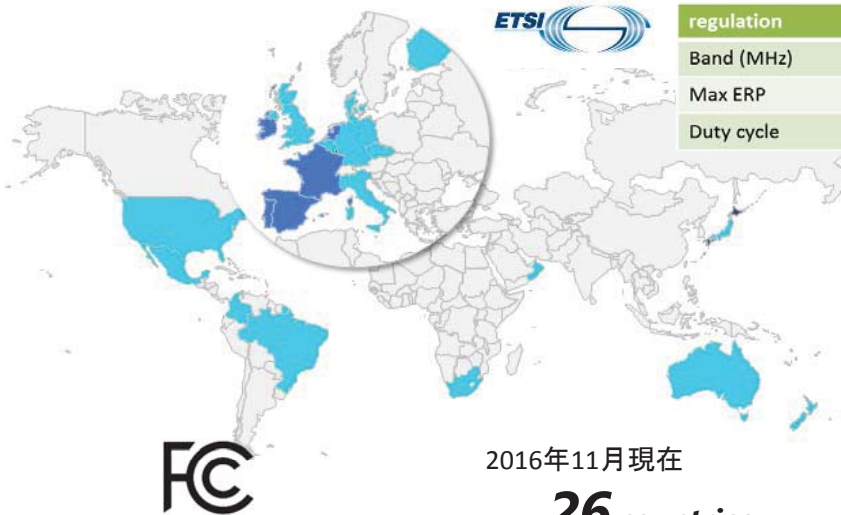
# SIGFOX 無線伝搬試験結果@藤沢



## 受信レベル

- ~ -112dBm
- -112dBm ~ -117dBm
- -117dBm ~ -122dBm
- -122dBm ~ -127dBm
- -127dBm ~ -132dBm
- -132dBm ~ -137dBm
- -137dBm ~ -142dBm
- -142dBm ~

# SIGFOX 海外展開状況



regulation	UL	DL
Band (MHz)	868 - 868.6	869.4 - 869.65
Max ERP	25mW <i>14dBm</i>	500mW <i>27dBm</i>
Duty cycle	< 1%	< 10%



regulation	UL	DL
Band (MHz)	920.6 - 923.4	
Max EIRP	40mW <i>168m</i>	40-500 mW
LBT/ Carrier Sense	LBT 5 ms	

2016年11月現在

**26 countries**  
**1.6 million km<sup>2</sup>**  
**4.24 Billion Populations**

**2018年までに  
 60カ国へ展開予定**

regulation	UL & DL
Band (MHz)	902 - 928
Max EIRP	4 W <i>36dBm</i>
Average time occupancy	0.4 sec

## 海外ユースケース



火災報知機 & ホームセキュリティ



AEDモニタリング



気象観測



スマートパーキング



水道メーター、漏水検知



GPSトラッカー



見守り端末



家畜・ペットモニタリング



線路温度、ケーブル張力



ボタン (呼び出し、アンケート)



訪問介護サービス



配送通知サービス

# 日本LPWA市場予測



平成27年版 総務省情報通信白書より

2020年には全世界で**500億**を超えるIoTデバイス



日本：世界第3位のIoT市場  
**7%** of all connections (\*)



LPWA :  
**11%** of all connections(\*)  
by 2025  
\*machine Research

日本のLPWA市場は2~4億デバイスを見込む