

M2M/IoT時代必須の次世代無線通信規格「LPWA」の動向

三橋 昭和 ●インプレス SmartGrid ニュースレター編集部

M2M/IoT向けに、低速ながら低価格・省電力・長距離通信を実現するLPWAが登場し、2017年はLPWA元年に。セルラー系のNB-IoT、eMTCと非セルラー系のLoRaWAN、SIGFOX、IEEE802.11ah。キャリア、ベンダー、ベンチャーが参戦し、次世代通信の新市場を狙う。

2017年はLPWA元年である。「低価格」「省電力」「長距離通信」という3つの壁を同時に突き破る次世代無線通信規格「LPWA (Low Power Wide Area、省電力型広域無線網)」のサービスが、日本でも開始される。極端に表現すると、無線通信技術において、5GからLPWAまで、すなわち「限りなく高速へ、そして、限りなく低速へ」という両極へのイノベーションが同時に開始されたのである¹⁾。

M2M/IoT時代を迎えて、なぜ本命と言われるLPWAが登場したのか、2017年はどのような年になるのか。セルラー系LPWAと非セルラー系LPWAの激しい市場競争と今後の展開を見てみよう。

■ LPWA登場の背景

○2017年はLPWA元年

モノとモノ同士の接続を含めてすべてをネットワークで接続するM2M/IoT時代を迎え、これをサポートする次世代無線通信規格としてLPWAが日本でも急速に普及しようとしている。このLPWAは、従来のネットワークでは実現できなかった「低価格（従来の1/10以下程度）・省電力

（電池寿命10年）・長距離通信（数キロメートル以上）」を同時に実現するネットワークのイノベーションである。

今、このLPWAに関して3GPPやIEEE、各コンソーシアムなどから次々に規格が策定され、日本でもサービスが開始される前夜を迎えており、2017年はLPWA元年とも言われている。

○IoTデバイスは180億個が接続へ

資料2-1-1を見てみよう。この図は通信機器の国際的ベンダーであるエリクソンが発表（2016年11月）した、今後、世界で通信接続されるデバイス数の推移（2014年～2022年）を示したものである。

資料2-1-1から分かるように、2022年には全世界で290億個のデバイスがネットワークで接続されると見られているが、このうちIoT関連のデバイス（温湿度センサー類や通信モジュール、スマートメーター等）については、

- (1) 広域IoTデバイスが21億個
- (2) 短距離IoTデバイスが160億個

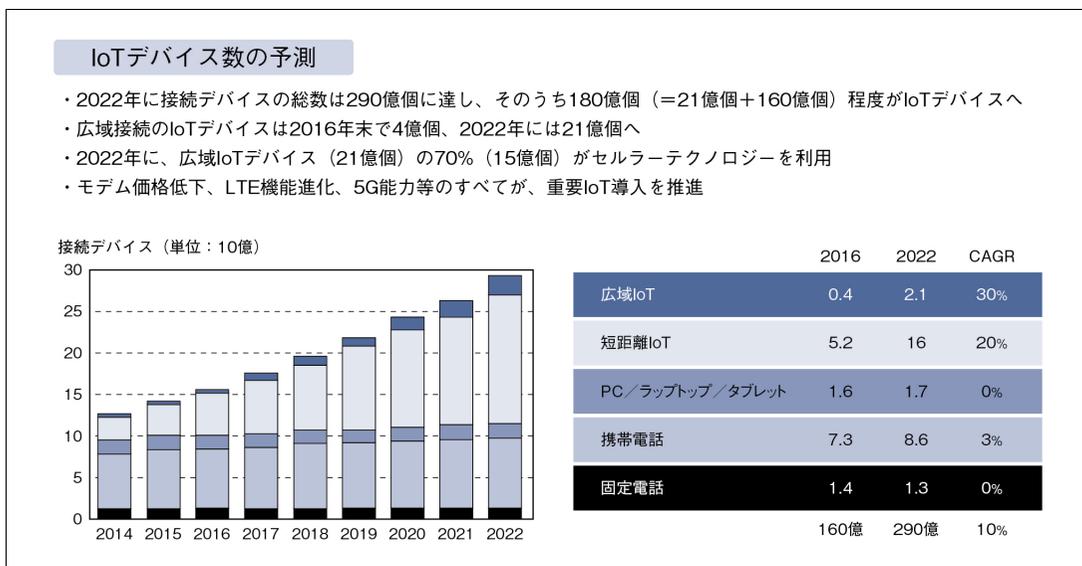
と、180億個のうち21億個の広域IoTデバイス（セルラー系IoTデバイスと非セルラー系IoTデバイスがある）が接続される。一方、短距離IoTデバイス（BluetoothやZigBee接続デバイス）は引き続き接続数を伸ばし、広域IoTデバイスの8倍近く普及すると見られている。

現在、製造業をはじめ農業、医療、自動車、小

売、スマートシティなどにおいてM2M/IoTの導入意欲が業界を越えて高まってきている。しかし、従来のネットワーク環境²では、通信コストの面からも、通信のカバー範囲からも、すべてのモノを接続（IoT：Internet of Things）する最適なネットワークは存在していなかった。

そこで登場してきたのがLPWAである。

資料2-1-1 世界で通信接続されるデバイス（機器）数の推移



出典：エリクソン・モビリティレポート 2016年11月号、<https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2016/ericsson-mobility-report-november-2016.pdf>

■主なLPWAの規格のプロフィール

○LPWAを5つの視点から比較する

資料2-1-2は、用語の整理も含めて、資料2-1-1に示した、広域IoTデバイスを接続するためのセルラー系LPWAと非セルラー系LPWAの標準規格を5つの視点から比較してみたものである。国際的にみるとLPWAは、これらの他にも多くの規格が存在するが、日本でサービスが提供される予定が見込まれるものを中心に紹介している。

○セルラー系LPWAと非セルラー系LPWA

この資料2-1-2の中で、LTEや第5世代（5G）

の標準化を推進している3GPP³では、セルラー系LPWAとして、NB-IoT（固定通信向け）、eMTC（移动通信向け）、EC-GSM-IoT（GSMの拡張仕様）という3つの仕様が3GPPリリース13⁴で策定されたが、このうち日本ではGSMのサービスは提供されていないのでEC-GSM-IoTについては解説を省略する。

また、資料2-1-2に示すLoRaWAN、SIGFOX、IEEE 802.11ah（HaLow）は、各アライアンスやIEEE等で策定された主な非セルラー系LPWA規格である。

資料 2-1-2 セルラー系 LPWA と非セルラー系 LPWA の標準規格

視点	名称	名称
[1] IoT の視点	セルラー系 IoT ネットワーク	非セルラー系 IoT ネットワーク
[2] LPWA の視点	セルラー系 LPWA	非セルラー系 LPWA
[3] 免許の視点	免許必要帯域 (ライセンスバンド)	免許不要帯域 (アンライセンスバンド)
[4] 周波数帯の視点	LTE の場合 : 700MHz、800MHz ~ 2GHz 帯域等 3GPP リリース 13 で策定された 3 つの LPWA 規格	920MHz 帯 (日本) (ARIB STD-T108) 各アライアンス / IEEE 等で策定された主な LPWA 規格の例
[5] 標準の視点	(1) NB-IoT (固定通信向け) (注) (2016 年 6 月標準化完了) (2) eMTC (移動通信向け) (2016 年 3 月標準化完了) (3) EC-GSM-IoT (GSM の拡張仕様) (2016 年 6 月標準化完了)	(1) LoRaWAN (LoRa アライアンス : 2015 年 2 月設立) (2) SIGFOX (SIGFOX 社 : 2010 年設立) (3) IEEE 802.11ah (HaLow) (2016 年 12 月標準化完了)

NB-IoT : Narrowband-IoT、狭帯域 IoT 仕様。半二重通信

eMTC : enhanced Machine Type Communication、MTC の拡張版。3GPP では、M2M のことを MTC と呼んでいる。また、eMTC は、Cat-M1 と呼ばれている
Cat-M1 : Category M1、LTE のカテゴリ M1 端末仕様。M は Machine Type Communications の略。M1 の 1 はバージョン 1 という意味で、今後の拡張 (M2 への拡張) を見越して付けられたバージョン番号。全二重通信または半二重通信

EC-GSM-IoT : Extended Coverage GSM IoT、GSM (2G) の通信距離を拡張 (Extended Coverage) によるセルラー IoT ネットワーク向け規格。

HaLow : ヘイロー。Halo と Low を合わせた造語。Halo は暈 (かざ)、すなわち、月や太陽に雲が薄くかかった際に、周囲に光の輪が現れる後光のような大気現象のこと。低消費電力 (Low Power) の IEEE 802.11ah (Wi-Fi) の電波が暈 (かざ) のように広く伝わっていくイメージの表現。

(注) <http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2016/10/3GPP-Low-Power-Wide-Area-Technologies-GSMA-White-Paper.pdf> の 25 ページの Table 4: Standardisation Status 参照

出典 : 筆者作成

■セルラー系 LPWA : eMTC、NB-IoT の動向

○セルラー LPWA とは LTE 版 LPWA のこと

資料 2-1-3 に、主な LPWA 規格と現在提供されている LTE (第 4 世代モバイル) の比較を示す。

LTE では、高精細画像やビデオもストレスなく通信できること重視しているため、通信と基地局でやり取りするチャンネル帯域幅 (通信路の周波数幅) は太く、10MHz 幅⁵が使用されているが、この LTE をベースにした LPWA (すなわち LTE 版 LPWA) 規格として標準化されたのが、セルラー LPWA である。このセルラー LPWA 規格のチャンネル帯域幅は、

(1) eMTC (移動通信向け) : LTE の 1/10 強程度の 1.4MHz 幅 (全二重の場合 : 上り 1Mbps/下

り 800kbps、半二重の場合 : 上り 300kbps/下り 300kbps)

(2) NB-IoT (固定通信向け) : LTE の 1/50 の 200kHz 幅 (半二重のみ。上り 62kbps/下り 21kbps)

となっており、チャンネル帯域幅 (電波の通信路) が狭いので、伝送速度が低くても多くのデバイスが安く接続できるようになっている。

たとえば、1 つの基地局 (キャリア。セル) 当たりでみると、NB-IoT の場合は 20 万个/セル、eMTC の場合は 100 万个超/セルのデバイスが接続可能となっており、そこで送受信されるデータサイズは、たとえば NB-IoT では上りが 20~200 バイト、下りが 20 バイトとなっている。

資料 2-1-3 主な LPWA と LTE (第 4 世代モバイル) の比較

名称	通信距離	チャネル帯域幅 (LTE の帯域幅との比)	伝送速度
SIGFOX	50km	100Hz 幅 (10 万分の 1)	100bps/600bps (上/下)
LoRaWAN	15km	125kHz 幅 他 (1/100 強)	0.3kbps ~ 50kbps
NB-IoT (LTE 系)	40km	200kHz 幅 (1/50)	62kbps/21kbps (上/下)
IEEE 802.11ah	1km	1MHz 幅 (1/10)	150kbps ~ 4Mbps
eMTC (LTE 系)	20km	1.4MHz 幅 (1/10 強)	1Mbps/800kbps (上/下)
LTE	2km (注)	10MHz 幅	300Mbps/80Mbps (下/上)

チャネル帯域幅：データの送受信に必要な周波数の幅 (チャネル：通信路) のこと
 上/下：上り (送信側) と下り (受信側)。下/上：下り (受信側) と上り (送信側)

(注) LTE のセル半径は 2km 程度であるが、基地局を連携させて全国規模、国際規模の長距離通信が可能。なお、eMTC や NB-IoT の通信距離 (カバレッジ) が長いという意味は、距離を延ばすという意味よりも、街中の地下等に設置されたスマートメーター等に、容易に電波が届いて通信を可能にするという意味合いが強い。

出典：筆者作成

○セルラー LPWA 実証実験

すでに国際的には、多くの通信事業者がセルラー LPWA の実証実験を開始しているが、日本でも、KDDI がエリクソンと eMTC や NB-IoT の検証を実施している (2016 年 6 月)⁶。さらに NTT ドコモは、eMTC (カテゴリ M1)、NB-IoT (カテゴリ NB1) の実証に加え、さまざまな IoT サービスに利用可能な LPWA 対応の IoT ゲートウェイ機器の実証実験を開始している (2016 年 11 月 15 日から約 1 年間の予定)⁷。

■非セルラー系 LPWA : LoRaWAN・SIG-FOX・IEEE 802.11ah の動向

次に、各種の非セルラー LPWA の動向を見てみよう。

○LoRa と LoRaWAN の違い

最初に、LoRa (ローラ) と LoRaWAN という用語は、使い分けられていることに注意する必要がある。

「LoRa」とは、Long Range (長距離通信)

の略であり、正確には「変調方式」(Long Range modulation technique) を指す用語である。一方、「LoRaWAN」(Long Range Network protocol) とは、この LoRa 変調をベースにして、米国セムテック (Semtech) などが開発した「通信システム規格」のことを意味する用語である。通信距離が長く広域的に利用できることから、WAN (Wide Area Network、広域通信網) という名称が付けられている。

歴史的には、フランス・グルノーブルにある Cycleo (シークレオ) という、無線長距離 IP プロバイダー (Wireless Long Range IP Provider) を、米国のファブレス半導体ベンダーであるセムテック⁸が、買収 (2012 年 3 月) したことが始まりである。

2015 年 2 月には、このセムテックや IBM、シスコをはじめ世界各国の通信事業者が LoRa Alliance (ローラ・アライアンス) を設立した。現在、約 400 社が会員となっている (2016 年 12 月)。資料 2-1-4 に、公開資料に基づく LoRaWAN (通信システム規格) の内容を示す。

資料2-1-4 LoRaWAN（通信システム規格）の内容

項目	内容
最新仕様のバージョン (2016年11月公開)	・LoRaWAN仕様：バージョンV1.0.2 ・LoRaWANリージョナルパラメータ：バージョンV1.0
使用周波数帯	アンライセンスバンド（免許不要の周波数帯） ・世界各国のISMバンド（日本は920MHz帯を使用）。
電池寿命（省電力型）	10年程度
伝送速度	0.3 kbps ~ 50 kbps
通信距離（長距離）	15km
変調方式	LoRa変調、一部FSK（※）
チャンネル帯域幅	日本では125kHz幅および250kHz幅のみとなる
安価な通信モジュール	1個あたり数百円
デバイス接続数	基地局で同時受信する周波数数によるが、1周波数あたり最大1000~2000呼/時間の処理が可能
用途	センサー、スマートメーター（電気・ガス・水道）、スマートシティ、他
備考	オープンな通信規格

※ FSK：Frequency Shift Keying、周波数変調方式

出典：各種資料をもとに筆者が作成

○日本におけるLoRaWANの最新動向

このような動きをとらえた日本のエイビット（ABIT。1986年設立。東京都八王子市）は、2015年10月にM2Bコミュニケーションズ（略称：M2B）を立ち上げた。このM2Bが、早くからLoRaアライアンスに参加したこともあり、LoRaアライアンスにおいて日本初のコントリビュータとしてLoRaWANの日本規格策定に関与している。現在同社は、LoRaWANによるIoTプラットフォームの提供および製品開発を展開している。

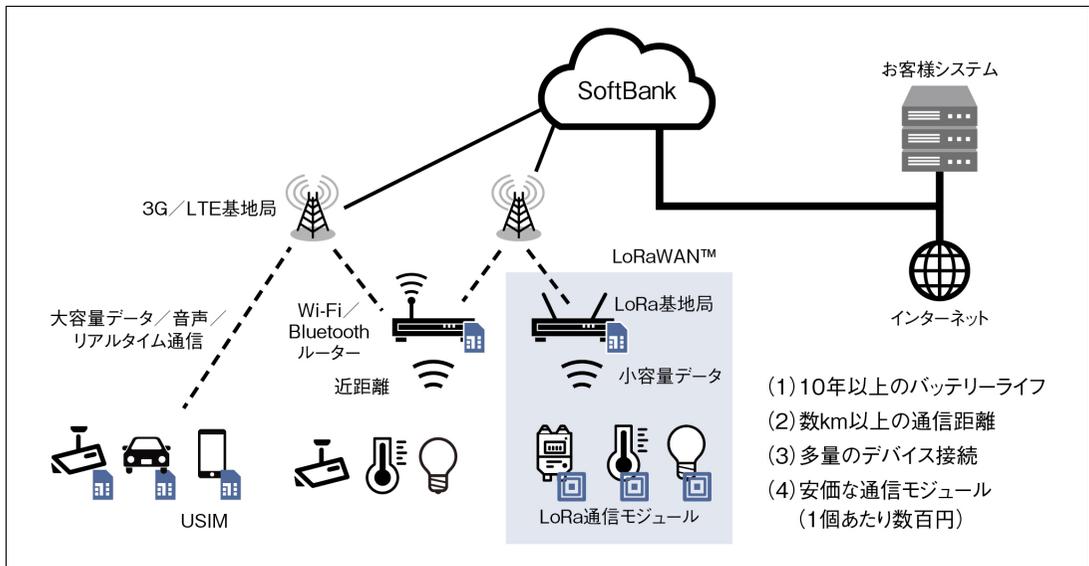
一方、ソラコム（東京都世田谷区）は、このM2Bと資本業務提携し、LoRaWANを利用した通信事業に参入を表明した⁹。また、ソフトバンクは、「LoRaWAN」サービスを2016年度中に提供（資料2-1-5）し、デバイスからアプリケーショ

ン、コンサルティングに至るまでエンド・ツー・エンドでのIoTソリューションを提供すると発表した。

さらに、ジーアイサプライ（北海道上川郡）とNTT西日本は、ロートピア（奈良県天理市）が運営する春日台カントリークラブ（奈良県天理市）において、従来方式と比べて低コストでゴルフカートの位置情報を管理できるLoRaWAN対応のGPSトラッカー¹⁰を用いたLPWAフィールドトライアルを2016年12月下旬から開始している。

なお、2016年11月には、LoRaWANの最新仕様「バージョンV1.0.2」と「LoRaWANリージョナルパラメータ：バージョンV1.0」が公開されたので参照されたい。

資料 2-1-5 ソフトバンクの通信体系の中のLoRaWANサービスの位置付け



出典：ソフトバンク・プレスリリース 2016年9月12日 (http://www.softbank.jp/corp/group/sbm/news/press/2016/20160912_01/)

○SIGFOXの動向

SIGFOX (シグフォックス)¹¹は、フランス南西部のラベージュにある、LPWAに特化したグローバル通信企業(2010年設立)であり、SIGFOXは、企業名であるとともにLPWAネットワークの名称でもある。

このSIGFOXは、免許不要のアンライセンスバンド(日本では920MHz帯)を使用して、

- ①チャンネル帯域幅200Hz幅(LTEの10MHz幅の5万分の1の幅)という超狭帯域(UNB: Ultra Narrowband)を使用
- ②100bps(上り)という超低速な伝送速度
- ③データはわずか12バイト(上り。下りは8バイト¹²)のデータ(<参考>イーサネットデータ1518バイトの1/100以下の大きさ)

という仕様のLPWAネットワークで、すでにフランスをはじめドイツ、米国、ベルギーなど全世界29か国で4.5億人をカバーする地域に普及してい

る(2016年12月時点)¹³。

○日本におけるSIGFOXの最新動向

日本では、京セラコミュニケーションシステム(KCCS。本社：京都市伏見区)が2017年2月からSIGFOXのサービスを順次開始すると発表した。

そのサービスの1回線(1デバイス接続)の通信料金が「1年間でわずか100円」から可能とあって、大きな注目を集めている。

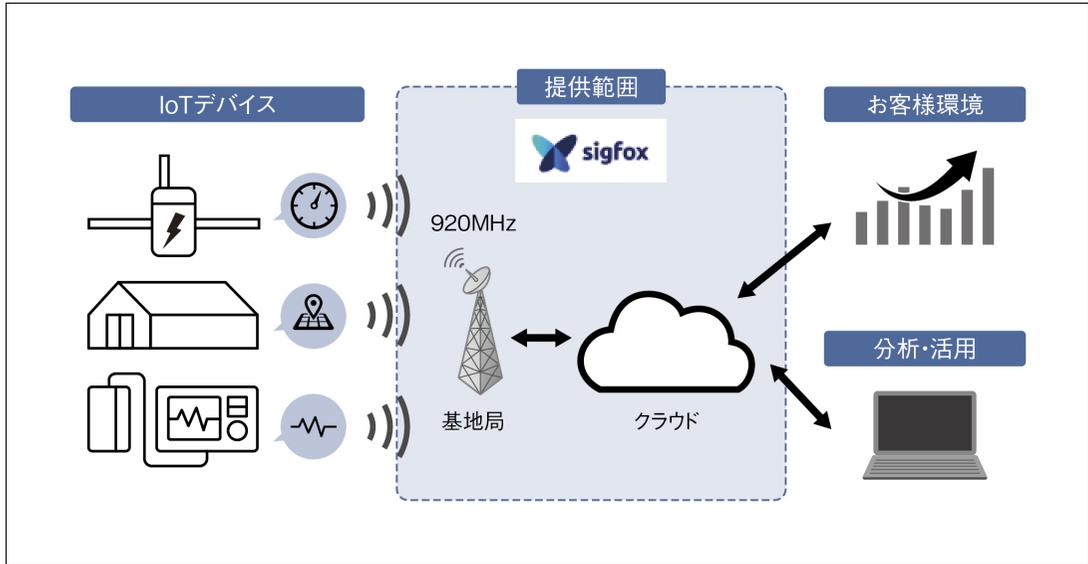
資料2-1-6に示すように、KCCSが提供するSIGFOXサービスの範囲は、SIGFOX対応の920MHz帯の基地局とクラウドである。そのためSIGFOXを構成する各領域については、次のように協業するエコシステムとなっている。

- ①「半導体チップやモジュール、モジュール内蔵デバイス」(IoTデバイス)などを提供するデバイスパートナーとの協業
- ②「IoTプラットフォーム」を提供する多くのパートナー企業との協業

③さらに、SIGFOXクラウドと連携可能なアプリケーションを提供するアプリケーションパートナー企業との協業

KCCSは、ユーザーからの要望に応じてコンサルテーションからサービスの導入・開発・構築・運用までを提供するインテグレーションパートナー企業とも協業していく。

資料2-1-6 KCCSのSIGFOXサービスの提供範囲



出典：京セラコミュニケーションシステム ニュースリリース：2016年11月9日 (<http://www.kccs.co.jp/release/2016/1109/>)

○IEEE 802.11ahの動向

一方、IEEE 802.11WG（ワーキンググループ）でも、LPWAネットワークであるIEEE 802.11ah（Halow）の標準化が完了した（2016年12月）。

このIEEE 802.11ah（Halow）は、

- (1) アンライセンスバンドの920MHzを使用
- (2) チャネル帯域幅1MHz幅（日本の場合）を使用
- (3) 最大伝送速度：4Mbps
- (4) 最大通信距離：最大1km

の規格である。

このIEEE 802.11ah（Halow）は、Wi-Fiファミリー規格の1つであるが、従来のWi-Fiが高

速化を目指して、11Mbps（802.11b）⇒54Mbps（802.11a/g）⇒600Mbps（802.11n）⇒6.93Gbps（802.11ac）と高速化（ただし通信距離は100m）してきたのに対して、4Mbpsと低速ながら1kmという長距離を実現していることから、LPWAとして位置づけられている¹⁴。

■注目したい通信産業の今後の展開

これまで、セルラーLPWAと非セルラーIPWAの概略的な動向を見てきた。資料2-1-7は、以上解説してきたLPWAを、伝送速度と通信距離の観点から整理したものである。

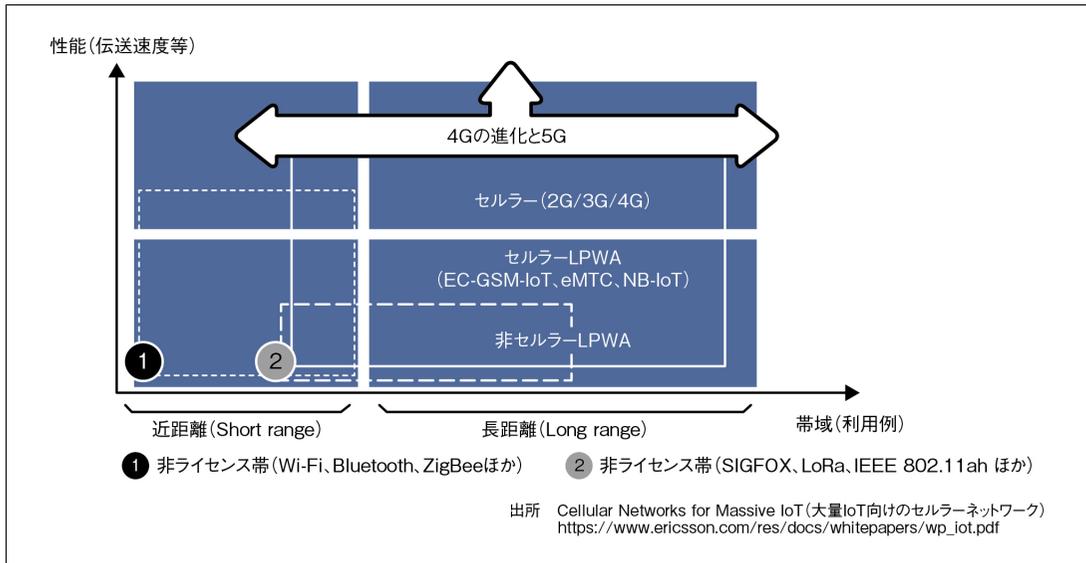
無線通信ネットワークの分野では、一方で2020年のサービス開始を目標に4G（第4世代）の100倍の10Gbps以上の伝送速度を目指す5G（第5世

代)の標準化が行われているが、一方で、限りなくシンプルで「省電力」「低価格」「長距離通信」を目指すM2M/IoT向けのLPWAネットワークもさらに進化・発展していくと見られている。

セルラーLPWA (ライセンスバンド) と、非セ

ルラーLPWA (アンライセンスバンド) は、「共存するのか、競合するのか」、通信産業の今後とM2M/IoT市場の発展を占う動きだけに引き続き注目していきたい。

資料2-1-7 セルラーLPWA (ライセンス帯のLPWA) と非セルラーLPWA (非ライセンス帯のLPWA) の関係図



出典:「インプレス SmartGrid ニュースレター」、2016年11月号

- 1.5GにはLPWAも含まれている。
- 2.たとえば、セルラーのLTEでは通信速度は速いが通信料金が高く、非セルラーのZigBeeやBluetoothの近距離通信技術では通信距離が短いなどの課題があった。
- 3.3GPP:スリージー・ピー・ピー。Third Generation Partnership Project、第3世代(3G)移動通信システム標準化プロジェクト。3GPPは、WCDMA(3G)、LTE、LTE-Advanced(LTE-A)などの4G標準化を終えた後、最近ではNB-IoT、eMTCなどのセルラーLPWAの標準化や、LTE-Advanced Pro、第5世代(5G)の標準化が行われている。
- 4.3GPPでは、標準技術仕様がグループ化されており、リリース(Release)と呼ばれる機能セット単位でリリース番号を付与(一定期間)して標準技術書を発行している。たとえば、EC-GSM-IoT、Cat-M1、NB-IoTは、リリース13(2014~2016年)で標準化された。
- 5.1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz、20MHzの中から自由に選択可能
- 6.<http://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2016/06/29/1885.html>

- 7.https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2016/11/15_0.html
- 8.Semtech:Semtech Corporation。本社:米国カリフォルニア、1960年設立。現在14か国に31オフィスを設置している国際的企業。
- 9.2016年5月25日:ソラコム・プレスリリース<https://soracom.jp/press/2016052501/>
- 10.移動体通信等の無線通信を使用してGPSから取得した位置情報を送信する端末
- 11.SIGFOXの意味:SIGFOXのコミュニケーション担当副社長トーマス・ニコルズ(Thomas Nicholls)氏は、フランスのDirectIndustry e-Magazineの質問(2016年4月)に答えて、SIGFOXとは「賢い信号」(Clever Signal)を意味し、ラジオの世界では、FOXは非常にクリアな信号(Very Clear Signal)を指すと答えている。また、SIGFOXは、接続の民主化(Democratization of Connectivity)のためのソリューション(多くのデバイスが誰でも安く接続できるソリューション、という意味)である、とも答えている。<http://emag.directindustry.com/qa-sigfox-the-twitter-of-the-iot/>
- 12.現在、日本の電波法上の制約から、SIGFOX(920MHz帯)の通信

は「上り」だけに限られている。「下り」については、電波法改正などの整備が行われている。

13.<https://www.sigfox.com/en/coverage>

14.IEEE 802.11ah (Halow) は、LoRaWAN や SIGFOX などの LPWA とは相補的な関係にあるネットワーク (例: バックホール回線: 中継回線など) として位置づけられ、必ずしも LPWA に分類されないという見方もある。IEEE 802.11ah (Halow) に類似したネットワークとして、Wi-SUN や ZigBee NAN などがある。



1996, 1997, 1998, 1999, 2000...

[インターネット白書ARCHIVES] ご利用上の注意

このファイルは、株式会社インプレスR&Dが1996年～2017年までに発行したインターネットの年鑑『インターネット白書』の誌面をPDF化し、「インターネット白書 ARCHIVES」として以下のウェブサイトで公開しているものです。

<https://IWParchives.jp/>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、データ、URL、名称など)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真・図の作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は掲載されていない場合があります。
- このファイルの内容を改変したり、商用目的として再利用したりすることはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用される際は、出典として媒体名および年号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレスR&D)などの情報をご明記ください。
- オリジナルの発行時点では、株式会社インプレスR&D(初期は株式会社インプレス)と著作者は内容が正確なものであるように最大限に努めました。すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

お問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

✉ iwp-info@impress.co.jp