

あらゆる産業に浸透するIoT向けLPWA

三橋 昭和 ●インプレス SmartGrid ニュースレター編集部

NB-IoT/LTE-M（セルラーLPWA）は、世界32か所で商用サービス。SIGFOX/LoRaWAN（非セルラーLPWA）市場にSony's LPWAが参戦。KDDIが日本初のセルラーLPWA「LTE-M」の商用サービス。

■5Gと同期したLPWAの進展

スマートシティ、スマート工場（インダストリー4.0）、コネクテッドカー、自動運転車、GoT（Grid of Things、すべてのモノをつなげる電力網）、VPP（仮想発電所）、スマート医療、スマート農業等々を含む第4次産業革命の実現に向けた取り組みが、全世界で同時に活況を呈している。

これらを実現する通信インフラとして、国際標準化団体の3GPPにおいて、ミッションクリティカルなビジネス（基幹業務）を推進するため第5世代移動通信システム（5G）の標準化が進められている。5Gは、限りなく超高速（10Gbps）を目指しながら低遅延（往復のデータ遅延1ミリ秒以下）で、しかも同時に限りなく大量な端末を接続可能（LTEの100倍程度の数）とするため大きな期待が寄せられている。

2017年12月末には、3GPPにおいて5Gの新無線方式（5G NR：5G New Radio）の標準仕様の初版が完成¹し、その商用サービス実現に向けて、本格的な開発が開始されている。

このような5G時代への流れと同期して、低速ではあるが、

- ①低価格（通信モジュール価格：1/10以下程度）
- ②低消費電力（電池寿命10年以上）
- ③長距離通信（数km～30km程度）

を目指す、IoTに特化したLPWA（Low Power Wide Area、低消費電力型広域無線ネットワーク）の商用サービスが、

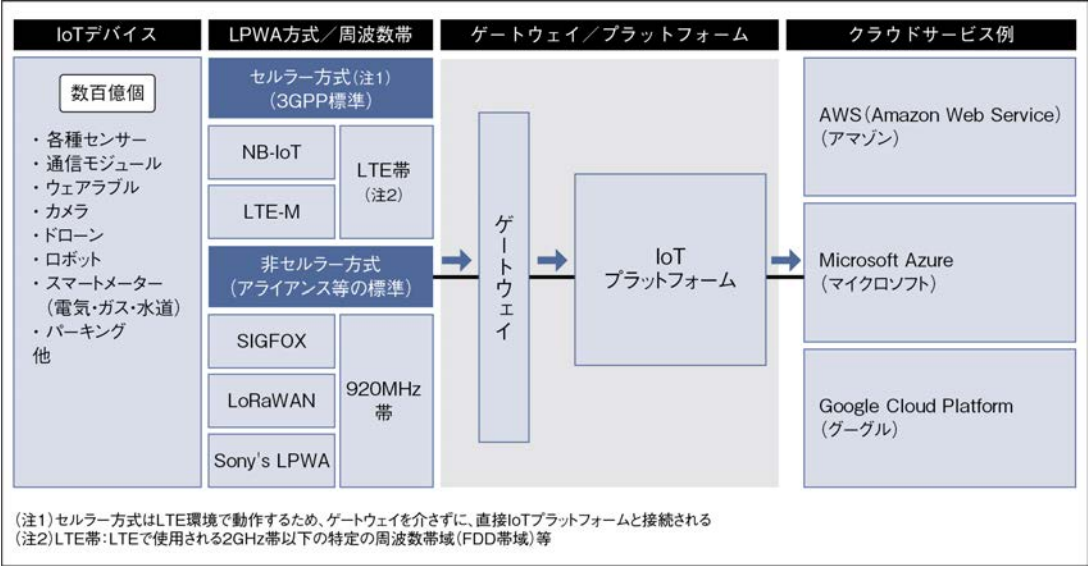
- ①LTEの周波数帯を使用するセルラー方式と、
- ②920MHz帯を使用する非セルラー方式

の両面から本格的に展開され始めている²。

資料2-1-1は、セルラー方式と非セルラー方式による代表的なLPWA方式を活用したIoTシステムのイメージ図である。ここでは、この資料2-1-1を見ながら、IoTデバイスの動向や主なLPWAの動向を解説する。

また、資料2-1-2に本記事で解説するLPWAに関連する用語全般について整理して解説したので参照されたい。

資料 2-1-1 各種のLPWAを活用したIoTシステムのイメージ



出典：各種資料をもとに筆者作成

資料2-1-2 LPWAに関連する用語

項 目	内 容
3GPP	スリージー・ピー・ピー。Third Generation Partnership Project、第3世代(3G)移动通信システムの標準化プロジェクトとして設立(1998年)。3GPPは、W-CDMA(3G)、LTE、LTE-Advanced(LTE-A)などの4G標準化を終えた後、最近ではNB-IoT、LTE-M(Cat-M1あるいはeMTC)などのセルラーLPWAの標準化に続いて、LTE-Advanced Pro、第5世代(5G)の標準化を行っている。
リリース (Release)	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)して標準技術書が発行される。例えば、3GPPにおけるNB-IoT、LTE-M(Cat-M1あるいはeMTC)、EC-GSM-IoTの3つのセルラーLPWA規格は、リリース13(2016年6月完了)で標準化された。リリース14から5Gの標準化が行われている。
LPWA	Low Power Wide Area、省電力型広域無線ネットワーク。IoT向けに特化した低消費電力型の広域無線ネットワークで、データ伝送速度は低速ではあるが、「通信コストや通信モジュールが低価格」、「省電力型(電池寿命が10年と長い)」、「通信距離が長い」などの特徴がある。セルラーLPWA(LTEの周波数帯を使用)と非セルラーLPWA(920MHz帯を使用)がある
NB-IoT	Narrowband-IoT(3GPPリリース13標準の1つ、セルラーLPWA)。狭帯域IoT仕様(固定通信向け仕様)。3GPPリリース14で標準化されている次世代バージョンは、eNB-IoT(enhanced NB-IoT)と呼ばれている。
LTE-M (Cat-M1)	LTE-MまたはCat-M1(Category M1)。3GPPリリース13標準の1つ、セルラーLPWA)。移动通信向け仕様(時速50km程度)。eMTC(enhanced MTC: 拡張MTC※)とも呼ばれる。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: これはfeMTCと呼ばれている)を見越して付けられたバージョン番号。3GPPリリース14で標準化されている次世代バージョンは、feMTC(further enhancement for MTC)と呼ばれている。 ※ MTC: Machine Type Communication、M2Mと同義の3GPPにおける表現。
EC-GSM-IoT	Extended Coverage GSM IoT(3GPPリリース13標準の1つ、セルラーLPWA)。GSM(2G)の通信距離を拡張(Extended Coverage)によるセルラーIoT向け規格。GSM(第2世代)の周波数帯の跡地を利用するセルラーLPWA規格の1つ(日本ではGSMのサービスは提供されていないので、この規格によるLPWAは提供されない)。
LoRa	Long Range(長距離通信)の略。米国セムテック(Semtec)社が開発した「変調方式」(Long Range modulation technique)を意味する用語。次に示すLoRaWAN(通信システム規格)を実現する技術。
LoRaWAN	LoRa Wide Area Network。上記のLoRa変調をベースにLoRaアライアンスで策定された免許不要帯(日本は920MHz帯)の「通信システム規格」(非セルラーLPWA)。
SIGFOX	SIGFOX社(フランス)が開発した免許不要帯(日本は920MHz帯)の非セルラーLPWA規格。企業名であるとともに非セルラーLPWAの名称でもある。

LTE-M: LTE(Long-Term Evolution) for Machines。MはMachine-type Communication(M2Mと同義)として、LTE-Machine-type Communicationと表記される場合もある。

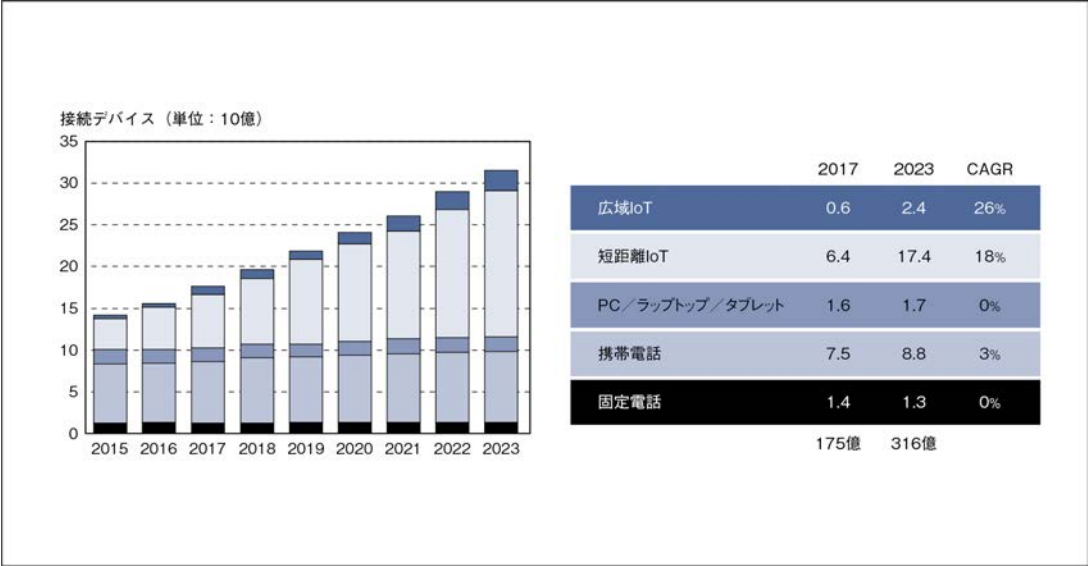
出典: 各資料をもとに筆者作成

■IoTデバイスは2023年に300億個へ

最初に、資料2-1-1の左側に示したIoTデバイスの動向と今後の市場予測を見てみよう。資料2-1-3は、通信機器の国際的ベンダーであるエリ

クソンが2017年11月に発表した、今後ネットワークに大量に接続されるIoTデバイス数の推移(2017年~2023年)を示したものである³。

資料2-1-3 IoTデバイスの接続数の増加予測



出典：「Ericsson Mobility Report」、NOVEMBER 2017<https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2017/ericsson-mobility-report-november-2017.pdf>

資料2-1-3から分かるように、接続デバイス数は、2017年に合計175億個であったが、2023年には全世界で合計316億個と80%も増加すると予測されている。そのうち、

- ①広域IoTデバイスが24億個
- ②短距離IoTデバイスが174億個

となっている。この約200億個（＝24億個＋174億個）のうち、24億個の広域IoTデバイスがLPWA（セルラーLPWAと非セルラーLPWA）に接続される。この広域IoTデバイスのCAGR（年平均成長率）は26%と高い。

また、同レポートでは、2017年末時点では広域IoTデバイス6億個のうち「5億個がセルラーLPWA」に接続されたと見ている。2023年には24億個の75%に相当する「18億個（＝24億個×0.75）」がセルラーLPWAに接続されると予測されている⁴。すなわち6億個（＝24億個－18億個）が非セルラーLPWAに接続される。

一方、174億個のIoTデバイスは、既存のBluetoothやZigBee、Wi-Fiなどの短距離ネットワーク（通信距離：100m程度）を利用して接続される。そのCAGR（年平均成長率）はLPWAに比べて若干低いものの、引き続き接続数を伸ばし、18%と高い成長率となっている。

■セルラー方式LPWAの国際的な最新動向

本白書の2017年版では、「2017年はLPWA元年となる」と紹介した。実際、2017年におけるLPWA（特にセルラーLPWA）は、全世界で予想以上に速いテンポで商用サービスが開始された。

○世界のセルラーLPWA：LTE-M、NB-IoT 商用サービスの動向

世界最大の携帯通信事業者の業界団体「GSMA（GSM協会）」⁵は、現在、第5世代（5G）の取り組みとともに、セルラーLPWAにも活発な活動を展開している。

このGSMA内には、3GPPで標準化されたセル
ラーLPWA（NB-IoT、LTE-M等）の普及を加速す
るため、すでに計72社の通信事業者が参加する

「NB-IoT Forum」（資料2-1-4）と、計30社が参
加する「LTE-M Task Force」（資料2-1-5）が設立
され活発な活動を展開している。

資料2-1-4 GSMA内の「NB-IoT Forum」メンバーの一覧（総計72社：2018年1月現在）

メンバー名	メンバー名	メンバー名
AIS	KT Corporation	Spirent Communications
Asia Pacific Telecom (APTG)	LG Electronics	Starhome Mach
Avea Iletisim Hizmetleri A.S.	LG Uplus	Syniverse Technologies
Bell Mobility	MediaTek Inc.	TDC A/S
Blackberry	MegaFon	Tele2 Eesti Aktsiaselts
BT	Mobileum	Tele2 Group
China Mobile	MTS	Tele2 Russia
China Telecom	Nokia	Telecom Italia S.p.A.
China Unicom	NOS	Telecom Personal S.A.
Cisco	NTT Docomo	Teleena Holding B.V.
Cloud9	Oberthur Technologies	Telefónica
Deutsche Telekom	Oi	Telekom Austria AG
Dish	Ooredoo	Telia Finland Oyj
Du	Oracle America, Inc.	Telia Group
Entel Chile	Qualcomm	Telit Communications S.p.A.
Etisalat	Quectel	Telstra
Ericsson	Radiomóvil Dipsa, S.A. de C.V.	True Move H Universal Communication
Gemalto	Safaricom	Turkcell
Giesecke & Devrient	Samsung	Turk Telecom
GlobeTouch	Sequans Communications	Two Degrees Mobile Ltd.
Huawei	Sierra Wireless	u-blox
Intel Corporation	SingTel	Verizon Wireless
Interdigital	SK Telecom	Vodafone
KDDI Corporation	Softbank	ZTE Corporation

出典：全体は <https://www.gsma.com/iot/mobile-iot/>、NB-IoT は <https://www.gsma.com/iot/narrow-band-internet-of-things-nb-iot/>

資料2-1-5 GSMA「LTE-M Task Force」メンバーの一覧（総計30社。2018年1月現在）

メンバー名	メンバー名	メンバー名
AT&T Mobility	Current Members	Qualcomm Inc.
Bell Mobility	JT (Jersey Limited)	Sequans Communications
China Mobile	KDDI Corporation	Sierra Wireless Inc.
China Telecom	KPN B.V.	SoftBank
China Unicom	LG Uplus (LGU +)	Telecom Italia
Deutsche Telekom	Marathon Telecom	Telefónica
Ericsson	Mediatek Inc.	Telstra
Etisalat	Nokia	Turkcell
Gemalto	Oberthur Technologies	u-blox
Huawei Technologies	Orange	Verizon Wireless

出典：全体は <https://www.gsma.com/iot/mobile-iot/>、LTE-M は <https://www.gsma.com/iot/long-term-evolution-machine-type-communication-lte-mtc-cat-m1/>

○セルラーLPWAの商用サービス：商用サービス

このGSMAの発表（2018年1月現在）によれば、世界のセルラーLPWAの商用サービスは、資料2-1-6に示すように、NB-IoT（固定通信向け仕様）が25か所、LTE-M（移動通信向け仕様）が7か所と、合計32か所で開始されている。その概略的な動きは次のようである。

（1）2016年12月に、欧州のノルウェーの移动通信事業者Telia Norway（テリア・ノルウェー）が中国のハーウェイの協力を得て、NB-IoT対応の商用サービスを開始した。このNB-IoTを用いて世界初のスマート農業ソリューションを実現し

たと発表⁶。その後、資料2-1-6に示すように、ドイツテレコムやボーダーフォンなど欧州の移动通信事業者を中心に、中国のチャイナモバイル、韓国のKT（Korea Telecom）などによって、世界の25か所でNB-IoTの商用サービスが展開されている（2018年1月現在）。

（2）一方、LTE-M（eMTC）については米国勢を中心に、2017年3月に米国のベライゾンがLTE-Mの商用サービスを開始したのをはじめ、2017年5月にAT&Tが商用サービスを開始するなど、資料2-1-6に示すように、世界の7か所でLTE-Mのサービスが開始されている。

資料2-1-6 セルラーLPWAの商用サービスを提供している世界の通信事業者（2018年1月現在）。LTE-M：7か所、NB-IoT：25か所（合計32商用サービス）

	通信事業者	国・地域	LPWA 技術		通信事業者	国・地域	LPWA 技術
1	3	香港	NB-IoT	17	M1 Singapore	シンガポール	NB-IoT
2	AT&T	北米	LTE-M	18	Telia Norway	ノルウェー	NB-IoT
3	AT&T	メキシコ	LTE-M	19	Telecom Italia	イタリア	NB-IoT
4	China Mobile	香港	NB-IoT	20	Telstra	オーストラリア	LTE-M
5	China Mobile	中国	NB-IoT	21	Telstra	オーストラリア	NB-IoT
6	China Telecom	中国	NB-IoT	22	Turkcell	トルコ	LTE-M
7	China Unicom	中国	NB-IoT	23	Turkcell	トルコ	NB-IoT
8	Deutsche Telekom	オーストリア	NB-IoT	24	Velcrom	ベラルーシュ	NB-IoT
9	Deutsche Telekom	ドイツ	NB-IoT	25	Verizon	北米	LTE-M
10	Deutsche Telekom	オランダ	NB-IoT	26	Vodafone	スペイン	NB-IoT
11	Dialog Ataxia	スリランカ	NB-IoT	27	Vodafone	オーストラリア	NB-IoT
12	Etisalat	UAE	LTE-M	28	Vodafone	オランダ	NB-IoT
13	Etisalat	UAE	NB-IoT	29	Vodafone	アイルランド	NB-IoT
14	KDDI	日本	LTE-M	30	Vodafone	イタリア	NB-IoT
15	Korea Telecom (KT)	韓国	NB-IoT	31	Vodafone	チェコ	NB-IoT
16	LGU+	韓国	NB-IoT	32	Vodafone	トルコ	NB-IoT

合計：32 商用サービス

出典 <https://www.gsma.com/iot/mobile-iot-commercial-launches/>

資料2-1-4、資料2-1-5から分かるように、GSMA内のNB-IoT Forumなどに日本の移動通信事業者は参加しているが、かつて常連国であった日本の通信機メーカーの参加が見られず、日本のIoTビジネスがこの分野で立ち遅れている感が否めない。

日本におけるセルラーLPWAの商用サービスは、後述するように、KDDIがトップバッターとして2018年1月29日からLTE-Mの商用サービスを開始した。

○セルラーLPWA導入に向けた日本の制度整備

このような世界の動向を背景に、セルラーLPWAであるLTE-MもNB-IoTも、2016年6月に3GPPリリース13で、標準化仕様の策定は完了していた。しかし、日本国内で免許申請するための前提となる技術基準の制度化が未整備であった。このため、総務省は、携帯電話システムをベースに省電力、長距離通信を実現するセルラー

LPWA（LTE-MおよびNB-IoT）の導入に向けた制度整備を行うため、電波法施行規則等の一部を改正する省令を策定、2017年9月1日に施行した（官報に掲載⁷。関連資料⁸）。

このように総務省による制度化が完了したため、2017年9月1日から、日本の携帯電話事業者が、セルラーLPWAの商用サービスを行う制度の整備が完了した。

○機能拡張した次世代のセルラーLPWA：eNB-IoT、feMTCを標準化へ

また、3GPPリリース13に続いて、リリース14では、

(1)NB-IoTを機能拡張した⇒eNB-IoT(enhanced NB-IoT)

(2) eMTCのさらなる機能拡張⇒feMTC (further enhancement for MTC)

などの次世代のLPWAの標準化も行われている。

この機能拡張されたセルラーLPWA (eNB-IoT/feMTC)では、セル内あるいは地域内のマルチキャスト通信 (MBMS)⁹ができるため、接続されている多数のIoTデバイスのソフトウェアを一斉に更新することが可能となる。あるいは、街や高速道路に設置されている多数の街灯のスイッチを、一斉にON/OFF するなどの制御が可能になる。

この他、eNB-IoTではハンドオーバー (基地局切り替え機能) がサポートされる。さらにfeMTCでは、チャンネル帯域幅 (通信に使用される周波数の幅) を「1.4MHz幅⇒5MHz幅」に拡張して高速化を図り、さらにVoLTE (LTE環境における音声通話サービス) 機能が実現されて、エレベータの故障時などの緊急連絡に音声を利用できるようになる。

■非セルラー方式LPWAの最新動向

次に、920MHzの周波数帯を使用する免許不要のSIGFOXとLoRaWANの新しい動向に加えて、新たに非セルラー方式LPWA市場に参入したソニーの非セルラー方式LPWA「Sony's LPWA」の動向を見てみよう。

○SIGFOX：下り通信も可能へ

SIGFOXは、フランスのSIGFOX S.A社 (2010年設立) が開発した、チャンネル帯域幅が100Hz幅で伝送速度上り100bps/下り600bps、通信距離は30km～50kmと長距離通信が可能な920MHz帯を使用するLPWAである。

すでに、全世界36か国で7億2700万の人口をカバー (2018年1月現在) するSIGFOXは、日本ではKCCS (京セラコミュニケーション) が2017年2月から東京都内23区を皮切りに、LPWAサービスを開始している。SIGFOXは、1国で1事業者 (日本はKCCS) とだけ契約し、その事業者 (SIGFOX

オペレーター) が国内のネットワーク構築運用を行うビジネスモデルとなっている。

商用サービスを開始した当時のKCCSが提供するSIGFOXは、上りの通信のみであり、下りサービスの提供ができないため、活用の幅が制限されていた。しかし、2017年10月1日に施行された920MHz帯無線システムの制度改正に伴って、2017年11月から下り通信のサービスが提供開始された。このサービスの提供によって、IoTデバイスからサーバーへの上りメッセージに対応して、アプリケーションサーバーから下りメッセージを返信することが可能となった。このため、各種のIoTデバイスの設定変更、再起動、送信成功通知 (ACK) などが可能になった。

○LoRaWAN：最新バージョン「LoRaWAN 1.1仕様」等を公開

クローズド (1国で1事業者限定) なSIGFOXに対して、オープン (誰でも参入可能) なLoRaWANは、米国のファブレス半導体ベンダーであるSemtec (セムテック) 社がフランスにある無線長距離IPプロバイダ (Wireless Long Range IP Provider) であるCycleo (シークレオ) を買収 (2012年3月) したことに始まる。

その後、シスコやIBM、Semtecをはじめ、仏ブイグテレコム、オランダのKPNなどの通信事業者によって、LoRaアライアンスが設立 (2015年2月) された。現在、41か国の65オペレーターによって100か国以上でサービスが開始され、世界350か所以上の都市などで実証試験が展開されている¹⁰。また、アライアンスの会員は500社を超えている (2018年1月現在)。

2017年10月に中国蘇州市で開催された「第9回LoRa Allianceカンファレンス」 (2017年10月17日～20日) では、資料2-1-7に示す、LoRaWANに関する最新仕様である、

① LoRaWAN 1.1 仕様

② LoRaWAN バックエンドインタフェース 1.0 仕様

③ LoRaWAN 1.1 リージョナルパラメータ
Revision: A

などが公開された。最新バージョンでは、ハンド
オーバーローミング（基地局の切り替え）機能や
セキュリティ機能が強化されている。

資料2-1-7 LoRaWANに関する最新の仕様

項 目	内 容	策定日
■ LoRaWAN 1.1 仕様	ハンドオーバーローミング（基地局の切り替え）、LoRaWAN クラス B（MAC 層）、セキュリティ機能などを強化（Revision 1.0 ⇒ 1.0.1 ⇒ 1.0.2 ⇒ 1.1 と進化）。	2017 年 10 月 11 日策定
■ LoRaWAN バックエンド インタフェース 1.0 仕様	ネットワークベンダー間のローミングに必要な、ネットワークを相互 運用可能なノードをサポート。	2017 年 10 月 11 日策定
■ LoRaWAN 1.1 リージョナル パラメータ Revision: A	LoRaWAN 1.1 エンドデバイスの地域固有の無線パラメータを記述 （V1.0 からの拡張）。	2017 年 10 月 11 日策定

出典 <https://www.lora-alliance.org/> から「リクエスト（Request）」すると入手できる。

○ Sony's LPWA：セキュリティを強化し高速移動も可能へ

これまでセルラー方式と非セルラー方式の各種の LPWA を紹介してきたが、ソニーおよびソニーセミコンダクタソリューションズは、ソニーのデジタル信号処理技術やテレビチューナの受信技術を活かした、独自の非セルラー方式の LPWA を開発したと発表した（2017 年 4 月 27 日）。

この Sony's LPWA は、920MHz 帯を使用し、送信電力 20mW によって、片方向通信（上り：伝送速度 80bps）ではあるが次のような通信を可能としている。

（1）長距離伝送：見通し 100km 以上の伝送性能

1 つの LPWA 受信基地で、見通し 100km 以上の伝送が性能をもっており、実際の実証実験では、最長 274km まで離れた受信端末と通信が可能であった。

（2）移動性能：移動性能時速 100km の移動時でも利用可能

NB-IoT が時速 50km 程度の対応できる他は、多くの LPWA は固定的な通信が基本である。これに

対し、Sony's LPWA は、時速 100km の移動時でも利用可能となっている。実際の実証では、さらに高速な時速 250km の新幹線の窓に設置した端末と通信基地局の間の実証実験でも通信が可能であった。

（3）安定通信：ノイズの多い都市部の混雑時でも、また電波ノイズの多い都市部でも効率的な誤り訂正¹¹と波形合成技術によって、他の電波からの干渉に強い通信が可能となっている

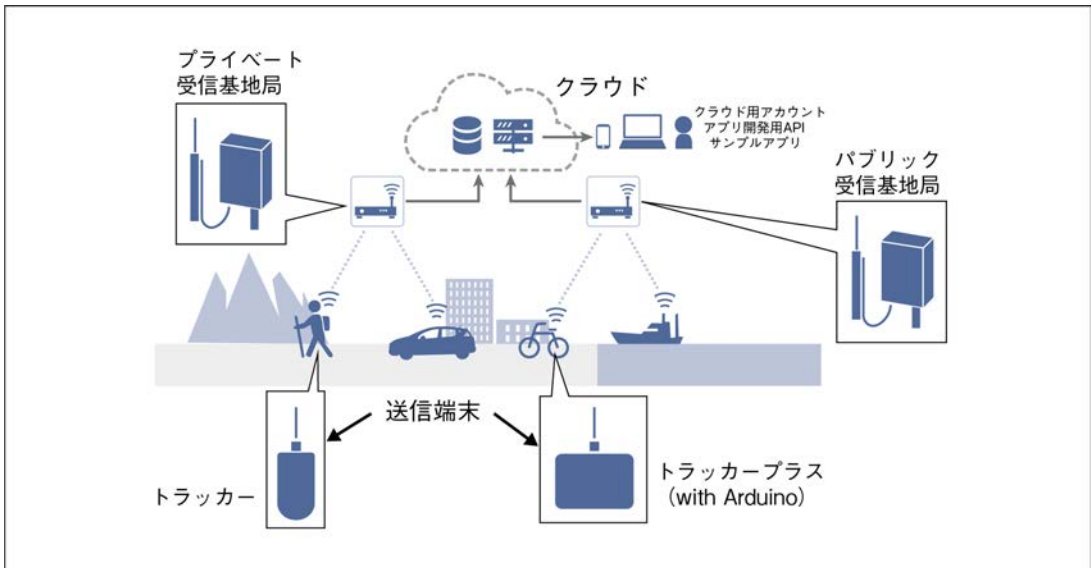
（4）セキュリティ：セキュリティについては、国際標準 AES-128 ビット¹² 相当の 128 ビット暗号化方式を開発し搭載して、サイバーセキュリティに備えている。

（5）プライベートとパブリックの両方に対応可能

資料2-1-8 に、Sony's LPWA システムの全体的な基本構成を示す。

資料2-1-8 から分かるように、Sony's LPWA はキャリア型（通信事業者型）のパブリック網（公衆網）をベースにする SIGFOX 型の LPWA と、プライベート網（企業網）をベースとする LoRaWAN 型の LPWA の両方に対応できる LPWA となっている。

資料2-1-8 Sony's LPWAのPoCキット全体の構成



出典： https://www.sony-semicon.co.jp/products_ja/lpwa/poc/

なお、資料2-1-8は、提供されている Sony's LPWA のPoC キット（2017年9月発売）全体の構成である。下段に示す送信端末（トラッカーやトラッカープラス）を備えた人や自動車、船舶などから送信されるデータは、受信基地局で受信され、クラウドで収集・分析処理される。

■セルラー方式LPWAと非セルラー方式LPWAを整理する

これまで解説してきた、主なIoT向けに特化した低消費電力型の広域無線ネットワークLPWAを

整理すると、大きく、

- ①免許不要の920MHz周波数帯を使用する非セルラーLPWA
- ②免許必要のLTE周波数帯を使用するセルラーLPWA

の2つのタイプのLPWAのサービスが提供されている。

これを資料2-1-9と資料2-1-10に整理して示す。

資料2-1-9 非セルラー方式LPWAの例（免許不要帯：920MHz帯を使用）

LPWA 方式	SIGFOX	LoRaWAN	Sony's LPWA
標準化組織	SIGFOX 社	LoRa アライアンス	ソニー
使用周波数帯（日本）	920～928MHz	920～928MHz	920.6～928MHz
チャンネル帯域幅	100Hz 幅	50/125/250kHz 幅	200kHz 幅
無線アクセス技術	UNB（超狭帯域）	チャープ周波数拡散	線形チャープ周波数拡散
伝送速度	上り：100bps 下り：600bps	上り/下り： 300bps～100kbps	上り：80bps （下りはなし）
最大通信距離	30～50km	15km	100km 以上
電池寿命	10 年（単3×2）	10 年（単3×1）	10 年（コイン電池×1）
備考	日本では KCCS（京セラコミュニケーションシステム）が商用化。	日本では移動通信事業者や独立系事業者が商用化。	ソニーの独自方式。時速 100km でも通信可能。PoC（概念実証）キットを提供中。

出典：エリクソン・ジャパン 藤岡 雅宣氏の「SEMICON Japan 2017」講演資料をもとに筆者作成

資料2-1-10 セルラー方式LPWA（免許必要帯：LTE周波数帯を使用）

LPWA 方式	LTE-Cat-1	Cat-M1（LTE-M、注1）	NB-IoT
標準化組織	3GPP（リリース 8）	3GPP（リリース 13）	3GPP（リリース 13）
標準化年月	2009 年 3 月	2016 年 3 月	2016 年 6 月
使用周波数帯	全 LTE 帯域	2GHz 以下の特定 FDD 帯域、および 2.5GHz 以下の特定 TDD 帯域	2GHz 以下の特定 FDD 帯域
チャンネル帯域幅	最大 20MHz 幅	1.4MHz 幅	200kHz 幅
伝送速度	上り：5 下り：10	上り：300kbps（注2）/1Mbps 下り：300kbps（注2）/800 kbps	上り：62kbps 下り：21 kbps
全 2 重 / 半 2 重	全 2 重	全 2 重または半 2 重	半 2 重（TDD 対象外）
デバイス最大送信出力	200mW	100 mW / 200 mW	100 mW / 200 mW
最大通信距離（対 LTE）	NA	15dB 拡張（LTE の 5.6 倍）	20dB（LTE の 10 倍）
電池寿命	（実用上は 10 年）	10 年以上	10 年以上
端末の想定移動速度	時速 300km 以下	時速 50km 程度まで	データ通信時停止
日本での展開	既に商用化済み	KDDI は LTE-M（Cat-M1）を 2018 年 1 月から提供。他は、2018 年早期に提供予定	KDDI、NTT ドコモ、ソフトバンクは、ともに 2018 年早期に提供予定

（注 1）Cat-M1 は、eMTC や LTE-M と呼ばれることもある。

（注 2）半 2 重通信（片方向・交互通信）の場合

出典：エリクソン・ジャパン 藤岡雅宣氏の「SEMICON Japan 2017」講演資料をもとに筆者作成

■非セルラーLPWAの事例：世界初のLoRaWAN「クラスB」の提供

次に、注目される非セルラーLPWAの事例を紹介しよう。

NTT西日本グループとの連携によってトータルなITソリューションを提供する（株）NTTネオメイト（本社：大阪市都島区）は、すでに九州・福岡市におけるLoRaWAN実証環境「Fukuoka City

LoRaWAN」のサービス〔クラスA：端末からサーバーへのアップリンク通信（上り通信）〕を提供してきた（2017年8月）¹³。

2017年11月からは、さらにLoRaWAN環境で双方向通信を実現する「クラスB：サーバーから端末へのダウンリンク通信（下り通信）」の商用サービスの提供を開始した¹⁴。

LoRaWAN仕様では、資料2-1-11に示すように

省電力化を考慮して、「クラスA、B、C」3つの通信方式（LoRaWAN仕様のMAC層¹⁵）が策定されており、用途によって選択可能となっている。現在、全世界で使用されているLoRaWANの通信方

式は、IoT端末からのデータ収集を中心とするクラスAが主流であるが、このクラスAの場合は上り通信を契機にして（すなわち上りの通信があった場合だけ）、下り通信を行う方式である。

資料2-1-11 LoRaWANにおける基本的な3つの通信方式（MAC層）

通信方式	通信	電力消費	用途
（従来） クラスA	アップリンク（上り）通信をトリガーで（契機として）、ダウンリンク通信	電池駆動 （電力消費：低）	データ収集中心（センサー情報・ステータス・機器ログ・エラーコード等）
クラスB	任意のタイミングでダウンリンク（下り）通信が可能		遠隔制御（センターからの指示・開閉栓・ON/OFF等）
クラスC	常時アップリンク通信やダウンリンク通信が可能	電源駆動 （電力消費：高）	クラスA・Bと同等

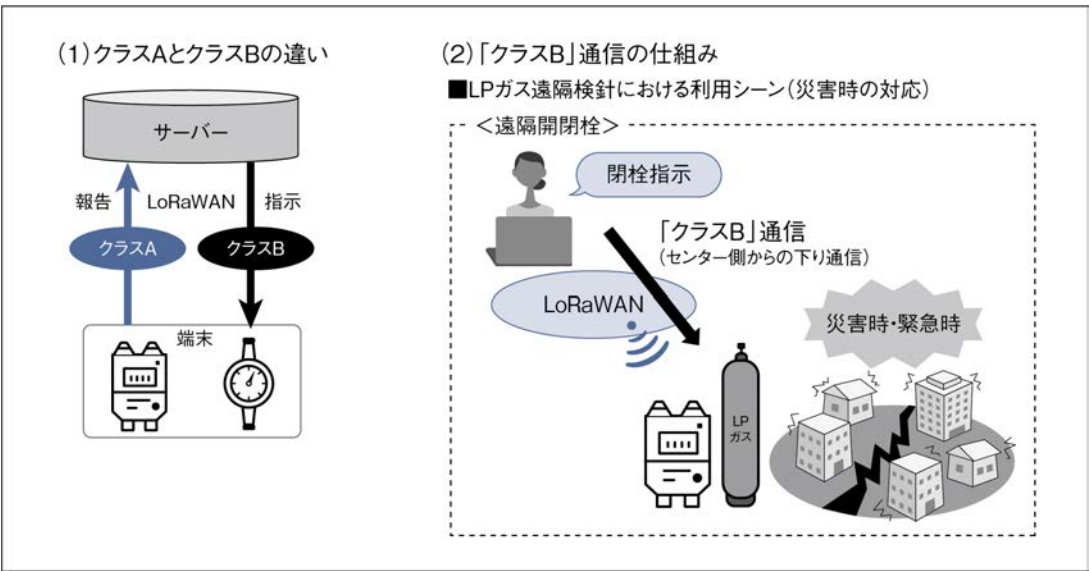
- ・アップリンク（上り）通信：IoTデバイス（センサーや端末等）からサーバへ向かう通信
- ・ダウンリンク（下り）通信：サーバからIoTデバイス（センサーや端末等）へ向かう通信
- ・MAC層：Medium Access Control Layer、媒体アクセス制御層。端末から送信する信号などが衝突しないように制御するプロトコル（通信規約）

出典：http://www.ntt-neo.com/news/2017/pdf/171117.pdf

今回、ガスメーターや水道メーターなどの精密機器メーカーであるアズビル金門¹⁶に、NTTネオメイトから提供される「クラスB」の通信方式（資料2-1-12）は、任意のタイミングで（すなわち

必要なタイミングで）サーバーから端末への下り通信が可能となる方式である。これは、世界初めての採用であり、アズビル金門はその第1号ユーザーとなった。

資料2-1-12 世界初のLoRaWAN「クラスB」の利用イメージ図



出典：http://www.ntt-neo.com/news/2017/pdf/171117.pdf

1 このアズビル金門は、LPガス配送合理化を目的としており、LPWA ネットワークを活用したIoT による遠隔検針を実現するため、さまざまな通信方式の活用を検討し、メーターの開発や実証実験を進めてきていた。

2 ○「クラスB」通信で災害時にも対応

3 例えばLPガス業界では、このような「クラスB」の通信に対応することによって、ガスメーターからの通信（上り通信）による遠隔検針だけでなく、地震などの災害発生時や緊急時に必要に応じて（任意のタイミングで）ガス供給を能動的に停止するといった、センター（サーバー側）からメーターへの通信（下り通信）が可能となる。

4 今後、NTTネオメイトは、アズビル金門への導入を通して、多くのLPガス事業者へ遠隔検針環境を提供するだけでなく、NTTネオメイトが提供するエリアにおいてLoRaWANの「クラスB」通信を活用したソリューションを、水道検針など他の業界へ幅広く提供していくことが予定されている。

■KDDI：日本初のセルラーLPWA（LTE-M）サービスを開始へ

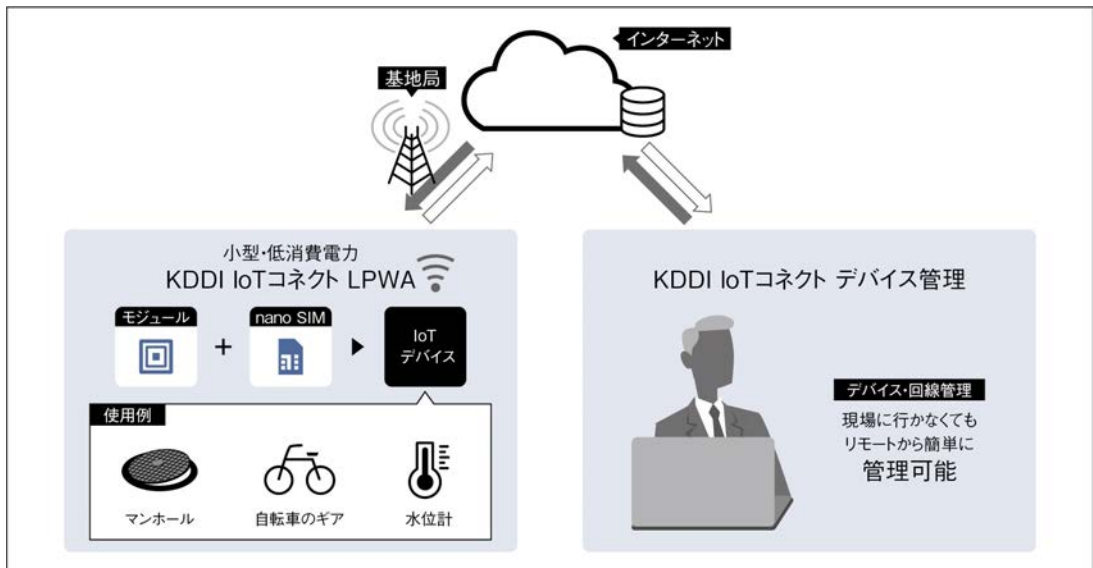
次に、KDDIから発表（2017年11月16日）され2018年1月29日¹⁷からサービスが開始された、日本初のセルラーLPWA「LTE-M」¹⁸のサービスを紹介しよう。

この「LTE-M」サービスは、「KDDI IoT コネクト LPWA」と呼ばれる。このサービスの提供に伴って、同時にIoTデバイス管理サービスも提供される。

すなわち、資料2-1-13に示すように、KDDIのセルラーLPWA（LTE-M）サービスは、

- (1) セルラーLPWA通信サービス「KDDI IoT コネクト LPWA（LTE-M）」
- (2) IoTデバイス管理サービス「KDDI IoT コネクトデバイス管理（LTE-M）」

の2つのサービスから構成されている。



出典：筆者撮影「KDDI記者会見の会場展示資料」をもとに作成（2017年11月16日）

(1) は、既存のLTEネットワークで使用されている電波（周波数）を利用して提供されるLPWAサービスである。各種のIoTセンサーデバイスをはじめ、ガス・水道などのスマートメーターやウェアラブル端末などのIoT分野での利用が見込まれている。

この「KDDI IoTコネク ト LPWA」には、IoTデバイスの電池寿命を10年程度実現するための低消費電力技術「eDRX（extended Discontinuous Reception）」や、通信範囲の拡張技術「PSM（Power Saving Mode）」も導入されている。また、その専用料金プランは、通信データ量に応じて「LPWA10」「LPWA100」「LPWA500」から選択でき、1回線当たり月額40円というかなり低い料金から利用できるようになっている¹⁹。

(2) の「KDDI IoTコネク ト デバイス管理」サービスは、ユーザー側で利用されている遠隔地に点在するIoTデバイス（IoT機器）や通信モジュールの状態監視や設定を、手元のWeb上から管理できるサービスである。

また、オプション機能（有料）として、現地に従業員を派遣しなくとも、ファームウェア（デバイスに組み込まれたソフトウェア）の更新や省電力機能の設定などの作業を、運用状況に応じて遠隔地から行うことも可能となっている。

○LTE-M通信モジュールも提供へ

さらに、KDDIは、LPWAのデータ通信機能や位置測位機能（GPS/GLONASS）をはじめ、前述したeDRX・PSMや、エリア拡張機能、KDDIコネク トデバイス管理機能（LwM2M²⁰）、SIMセキュリティ機能などを搭載した、超小型（20mm×20mm×3.7mm、重さ3.1g）のLTM-M通信機能モジュール「KYW01」（京セラ製）の提供も開始した²¹。

この通信モジュールは、伝送速度「上り：1Mbps、下り：1Mbps」、電源電圧3.3～4.2Vの仕様となっている。

■結び

以上、主なLPWAについて、セルラーLPWAと非セルラーLPWAの全世界の最新動向を見てきた。IoT向けに特化したLPWAを活用したIoTシステムが構築され、本格的なビジネス展開はこれ

からである。しかし、すでに紹介したように、日本のLPWAの取り組みは、世界的な水準から見ると先頭からかなり後れをとっている面もある。今後のビジネス展開の中で、このような遅れを取り戻し、トップランナーになれるよう期待したい。

1. https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2017/12/21_00.html
2. セルラー (Cellular) : セル (Cell) とは細胞を意味する用語。移動通信システムにおいて、ある地域をいくつかの「セル」(例 : 半径数km程度の通信エリア) に分けて基地局を配置した無線通信方式はセルラー方式と呼ばれる。セルラー方式には、例えば①3G (W-CDMA) や②4G (LTE / LTEAdvanced)、さらにLTEの周波数帯 (免許必要帯 : ライセンス・バンド) を使用する③NB-IoTやLTE-Mなどは、セルラー方式と呼ばれる。このような通信方式とは異なり、ISM帯 (Industry Science Medical Band、産業科学医療用バンド) や920MHz帯 (これらは免許不要帯 : アンライセンス・バンドと呼ばれる) を使用するWi-FiやBluetooth、SIGFOX、LoRaWANなどは、非セルラー方式と呼ばれる。
3. この推移は「インターネット白書2017年」の改訂版である。
4. 「Ericsson Mobility Report」、NOVEMBER 2017の14ページ参照 <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2017/ericsson-mobility-report-november-2017.pdf>
5. GSM : GSM Association、GSM協会) は、2G (第2世代) の通信方式「GSM」の普及を目的として1995年に設立され、本部は英国・ロンドン。現在 (2018年1月)、携帯電話のオペレーター約800社で構成されている業界最大の団体。
GSM : Global System for Mobile Communications、欧州が中心となって開発された第2世代のデジタル携帯電話システム。事実上の世界標準 (日本ではサービスされていない)。毎年開催される世界最大規模のモバイル関連展示会「Mobile World Congress (MWC)」の主催団体としても広く知られている。
6. <https://www.gsma.com/iot/mobile-iot-commercial-launches/>
7. 総務省報道資料 : 平成29年7月12日 : 電波法施行規則等の一部改正に係る電波監理審議会からの答申及び意見募集の結果－eMTC及びNB-IoTの導入－http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000309.html
8. 新世代モバイル通信システム委員会、LTE-Advanced等の高度化に関する技術的条件 平成29年5月19日
9. マルチキャスト通信 : MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service)、特定のグループ全体 (すべてのIoTデバイス) に、データを一斉配信する通信方式
10. <https://www.lora-alliance.org/>
11. 誤り訂正 : 通信データに誤りが発生した場合に、それを検出し訂正する技術。Sony's LPWAでは、誤り訂正符号化方式としてもっとも効率的なLDPC (Low Density Parity Check、低密度パリティ検査符号) を採用している。
12. AES : Advanced Encryption Standard、データ暗号化方式の1つ。強度に応じて、128/192/256ビットの3種類の鍵を使って暗号化する。
13. <http://www.ntt-neo.com/topics/2017/170825.html>
14. <http://www.ntt-neo.com/news/2017/171117.html>
15. MAC層 : MAC : Medium Access Control Layer、媒体アクセス制御層。端末から送信する信号などが (電波空間で) 衝突しないように制御するプロトコル (通信規約)
16. アズビル金門 (株) : 本社・東京都豊島区、明治37 (1904) 年創業。営業品目 : 都市ガスメーター、LPガスメーター、水道メーター、オイルメーター、積算熱量計、その他各種流量計、電気計器、工業計器等、他。売上高 : 259億円、従業員数 : 452名 (2017年3月現在)。 <http://ak.azbil.com/corporate/outline.html>
17. <http://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2018/01/29/2916.html>
18. LTE-Mは、Cat-M1あるいはeMTCとも呼ばれる。前出の資料2-1-1参照。
19. 料金の詳細は <http://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2017/11/16/besshi2797.html> 参照
20. LwM2M : Lightweight M2M、OMA (Open Mobile Alliance) で策定されているIoT/M2M機器の管理のためのアプリケーション層プロトコル。
21. <http://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2017/11/16/2795.html>



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～2018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）と著作権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的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

©1996-2018 Impress R&D