

# ワイヤレス新時代のビジネス変革



藤吉 栄二

## CONTENTS

- I ワイヤレスネットワーク新時代の幕開け
- II 新しい無線技術の潜在能力
- III スマートシティ用ネットワークの可能性
- IV ワイヤレス新時代のスマート社会を支えるワイヤレスIoTプラットフォーム
- V ビジネス変革実現に向けた課題

## 要 約

- 1 携帯ネットワークは約10年ぶりに大幅刷新され、2020年に5G（第5世代移動通信）として提供される。また、IoT（Internet of Things：モノのインターネット）を実現する技術としてLPWA（低消費電力広域）や低消費電力PAN（パーソナルエリアネットワーク）が注目を集めており、一部では実利用も始まった。2020年代は「5G時代」であると同時に、スマート社会の実現を支援するさまざまな無線技術・サービスの活用が進む「ワイヤレス新時代」でもある。
- 2 5Gは、高速大容量通信、超信頼・低遅延通信、多数同時接続の機能を有する。スマホ向けに高精細映像をストリーミング配信できるだけでなく、モバイルワーク、自動運転、遠隔医療などさまざまな用途に応用できる。一方LPWAは、ボタン電池一つで数年間稼働するセンサー用のネットワークとして開発された経緯もあり、遠隔検針や資材・機器の管理などでの活用が期待されている。
- 3 今後、「ワイヤレスIoTプラットフォーム」の重要度が増す。企業はワイヤレスIoTプラットフォームの活用によって、5GやLPWAなど複数の無線技術を同時に、かつシームレスに活用する「ハイブリッド・ワイヤレス」を実現し、ビジネスのアジリティ（俊敏性）を高めるようになる。
- 4 今後、クラウドコンピューティングの普及も相まって、無線技術活用への期待が一層高まるだろう。現在、5Gの活用シーンを企業とともに検討する「共創プログラム」に、通信事業者各社が取り組んでいる。新技術の活用にありがちな「プロダクトアウト」視点から脱し、ネットワーク以外の機能・情報も活用した新しいサービスの追求や課題解決の探求など、高い視座からの取り組みが求められる。

# I ワイヤレスネットワーク新時代の幕開け

## 1 2020年、日本にも5G時代が到来

2019年4月、「世界初のスマートフォン（スマホ）向け5Gサービス」の称号をかけた大手通信事業者の発表が相次いだ。米国の大手通信事業者であるVerizon社は、当初4月11日から5Gに対応したサービスを提供する予定であったが、一週間前倒して4月3日から一部の都市でスマホ向けサービスを開始したと発表した。これは、韓国の大手通信事業者のSK Telecom、KT、LG U+ が、4月5日から世界初のスマホ向け5Gサービスを提供するとの発表を受けての対応であった。これに対し、韓国の3社はVerizon社の前倒しを察知して、5Gをスマホで使えるようにするサービスを3日深夜に始めた翌4日に発表するなど、5Gにおける国家間の競争が激しさを増している。

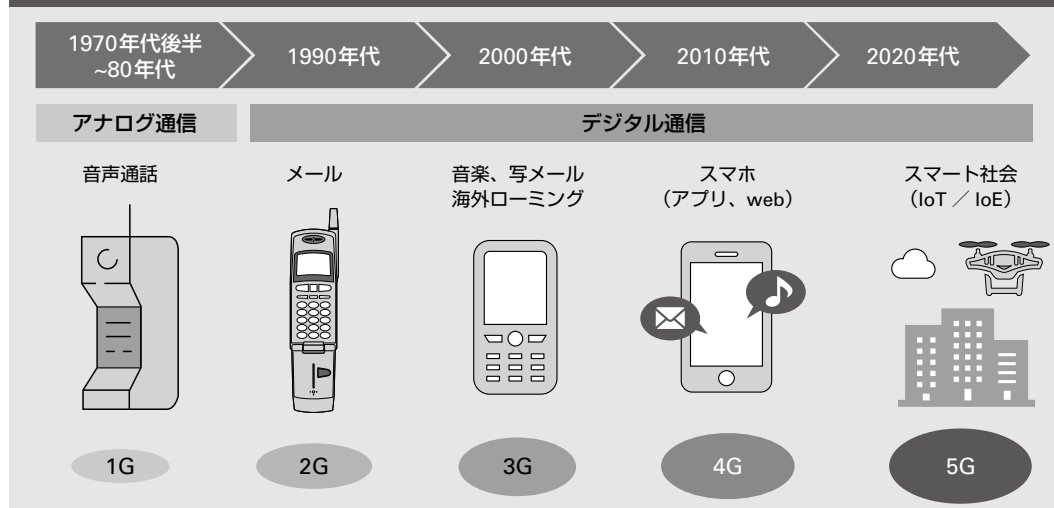
そもそも5Gとは、携帯電話サービスを提供する通信事業者が中心となって構築・提供する、移動通信ネットワークシステムを示す言葉である。Gは「Generation（世代）」の

頭文字であり、5Gは5世代目を意味する。1980年代に登場したアナログ無線通信ネットワークの1G（第1世代移動通信）を皮切りに、通信事業者は約10年サイクルで無線ネットワークの世代交代をさせてきた。90年代にはデジタル無線方式の2G（第2世代移動通信）に切り替わり、その後、世界中の通信業者から組成される業界団体である3GPP（Third Generation Partnership Project）が3G（第3世代移動通信）の仕様を定めた。

日本では2001年から3Gサービスの提供が開始され、10年代には4G（第4世代）へと移行する。18年6月には、5G用の仕様である「Release15」が3GPPで策定され、国際連合の専門機関であるITU（国際電気通信連合）は、「5G Phase 1」（IMT-2020とも呼称される）として承認し、現在世界中の通信事業者が5Gサービスの準備に取りかかっている（図1）。

日本における5G時代の幕開けは2020年である。NTTドコモ、KDDI（au）は19年9月に、ソフトバンクは19年の夏以降に5Gのプレサービスを開始し、20年春に本格サービスとして提供する。楽天も5Gサービスを提供することを宣言しており、各社とも東京オリ

図1 移動通信システムの変遷



ンピック・パラリンピックの開催までに5Gサービスの提供を間に合わせる予定である。

## 2 IoT向けネットワーク技術： LPWA

移動通信事業者が提供する5G以外でも、無線ネットワークの技術革新が始まっている。人だけでなくモノもネットワークにつながるIoT（Internet of Things：モノのインターネット）時代の到来が期待される中、モノをネットワークにつなげるための無線技術が求められている。具体的には、気象センサーや検針器、カメラのような小型機器に組み込めるよう、通信モジュールや通信費用が低コ

ストであること、電池の交換頻度を減らせるように低消費電力であること、利用シーンに応じて適切な通信エリアを確保できること、である。

これらのニーズに応える無線技術として、近年注目を集めている技術がLPWA（Low Power Wide Area）である。既にLPWAは、国内外で実用化が始まっている。日本では、2017年9月から10月にかけて、総務省の制度改正（省令などの改正）によって、サービス提供が可能になった。

ここでいうLPWAとは、低消費電力で広範囲のエリアカバーを実現する無線システムの総称であり、厳密な定義はない。一般的

表1 さまざまな無線通信技術

	方式 (国内利用周波数)	技術要件				特徴	想定利用先	
		カバレッジ (見通し)	通信コスト 目安 (円/年/台)	通信速度 (上り)	通信速度 (下り)			
アンライセンス系	LoRaWAN (920MHz)	<15km	360円～	0.25～50kbps		基地局を自社で整備できる	工場、地域など、閉域ネットワーク	
	Sigfox (920MHz)	<50km	100円～	100bps	600bps	インフラ運用はKCCS社 高い人口カバー率を目標	都市レベルのIoTネットワーク	
	ELTRES (920MHz)	≦100km	—	80bps	×	基地局あたりのカバレッジが広い 通信は上りのみ	モノ、移動体位置情報の把握	
	Weightless-P (920MHz)	<5km	—	～10kbps	～100kbps	下り通信速度が速い	エッジデバイスの書き換えがあるモノの管理	
	LECIM (920MHz)	<5km	—	40k～100kbps		下り通信速度が速い	エッジデバイスの書き換えがあるモノの管理	
	ZETA (920MHz)	<10km	—	0.1～50kbps		メッシュネットワークを構築するため、耐障害性あり	見通しが悪い場所でのモノの管理	
ライセンス系	FlexNet (280MHz)	<20km	—	10kbps		帯域が専用のため混信が少ない	公益インフラ用機器の管理	
	セルラーLPWA	Cat.M1 (LTE-M)	<15km	—	1Mbps	1Mbps	ハンドオーバーがある。 通信事業者のサービス	移動体、エッジの書き換えがあるモノの管理
		Cat.NB1 (NB-IoT)	<30km	1200円～	62kbps	21kbps	4G基地局を利用して提供。 通信事業者のサービス	広域IoTネットワーク

に、「アンライセンス（免許不要）系」と「ライセンス（免許必要）系」の2種類に分けられる。後者は、4Gのネットワークを使って提供されるLPWAであり、セルラーLPWAとも呼称されている。アンライセンス系の代表例は、LoRaWANとSigfoxであるが、両者の出自は全く異なる。LoRaWANは技術コミュニティや企業が協働して仕様を作り上げ、全世界で300社以上の企業が参加するLoRaアライアンスによる認定製品が発売されている。Sigfoxの場合は、フランスのSigfox本社がサービスの管理を行う。同サービスは、KCCS（京セラコミュニケーションシステム）社が国内代理店となってサービスを統括し、契約やサービス提供などの顧客窓口はソラコムなどのITパートナーである。

ライセンス系は3GPPにおいて仕様が定められたNB-IoTが代表例である。アンライセンス系は産業・科学・医療に活用するために割り当てられた「ISM周波数帯」を利用するものが多く、低出力の場合は無線局免許が不要となるため、サービス提供の障壁は低い。それぞれ、複数の通信方式が提案されている（表1）。

## II 新しい無線技術の潜在能力

### 1 5Gは「高速大容量」「多数同時接続」「超信頼・低遅延」でスマート社会実現を支援

5Gが世界中で注目を集める背景には、4Gの100倍に相当する下り通信速度20Gbpsへの速度アップを見込む「高速大容量（eMBB）」もさることながら、スマート社会の実現を支える機能を実装したことが大きい。

たとえば、「多数同時接続（mMTC）」機能は、1km<sup>2</sup>あたり100万台のセンサーの接続を実現する。自動車や自転車の移動体に加え、街灯や電子看板（デジタルサイネージ）、ごみ箱など街中のモノにセンサーを設置して、5Gネットワークを介した管理が可能になる。「超信頼・低遅延（URLLC）」の場合は、無線区間の通信遅延を1ミリ秒以下に抑えつつ、パケットデータ通信の送信成功率99.999%以上を実現する。これは通信の遅延がサービスの継続に重大な影響を及ぼす、遠隔医療や建築現場の遠隔操作、クルマの自動運転など高い信頼性が要求されるミッションクリティカルな業務で効果を発揮する。

### 2 LPWAは用途を特化し、低コストなIoTインフラを構築

一方、LPWAはIoTの実現に不可欠な、3つの機能を持つ。

#### (1) 広域・長距離通信

LPWAの最も大きな特徴は、広域での通信が可能なことである。見通しの有無や気象条件に左右されるものの、基地局あたりのエリアカバー能力は、LoRaWANやSigfoxの場合は3～10km程度、ソニーが開発したEL-TRES（エルトレス）の場合は最大100kmと広い。

#### (2) 低消費電力

低消費電力はLPWAの大きな特徴の一つである。LPWAの場合、ボタン電池一つで数年間動作できるため、電源を供給できない場所でのテレメトリー（遠隔計測）や、コンテナやパレットなどの移動するモノに取り付

けて管理を行う用途では効果を発揮する。

### (3) 低速通信

前述の特徴を実現できる背景には、LPWAが低速通信、すなわち低ビットレートであることが大きい。下り最大20Gbpsの5Gと比べて、LPWAは1万分の1から10万分の1程度のビットレートしか有さない。通信速度が遅いため、映像の配信などには向かない反面、仕組みを簡素化できることから、基地局には多くの機器が接続できる。

LPWAの利用者にとって最も大きなメリットは、通信コストの安さである。接続する端末の数にもよるが、1台あたり月額数十円から数百円（年間で数百円から2000円前後）の通信費用で済む（表2）。半径3km程度、見通しが良い場合は半径10km前後の範囲を、無線基地局一つでカバーできる。さらに、3つの機能を有する5Gと比べて、通信仕様もシンプルであり、アンライセンス系LPWAの場合は安価にシステムを構築できる。自前構築も可能である。工場やプラント、農耕地など比較的中規模の範囲内での機

器や資材の管理や、目視チェックが難しい場所での検針、さらには子供の防犯や高齢者の見守りに利用できる。

## Ⅲ スマートシティ用 ネットワークの可能性

アイルランドのダブリン市は、2017年から、LoRaWANやSigfoxを用いたLPWAの通信サービスを提供している。同市は、経済・行政・モビリティ・環境・生活・市民の課題を解決するアイデアを募集しており、その実施手段の一つとしてLPWAを利用できる。これまで採択済みのLPWA活用案件には、盗難自転車の追跡や河川の氾濫の監視などがある。

国内でも複数の都市がLPWAを利用したIoTネットワークの構築を進めている。たとえば、福岡市は「Fukuoka City LoRaWAN」プロジェクトを17年から主宰し、市内全域の約7割で大規模なLoRaWANネットワークを構築し、実験環境として民間企業に提供している。河川水位の把握やメーターの自動検針の実験利用のほか、18年には、福岡マラソン

表2 LPWAの通信費用（LoRaWAN 所有型サービス）

ケース	デバイス (台)	ゲートウェイ (台)	通信頻度	通信総額 (月)	LoRa デバイス 一台あたり (月)
電灯監視	200	1	1分ごと (1440回/日)	¥39,800	¥199
ゴミ箱	2,000	4	10分ごと (144回/日)	¥129,200	¥64.6
GPSトラック	3,000	5	15分ごと (96回/日)	¥159,000	¥53
水道メーター	30,000	10	30分ごと (48回/日)	¥308,000	¥10.2
パーキング メーター	60,000	15	1時間ごと (24回/日)	¥457,000	¥7.61

出所) ソラコム

2018でランナーの位置を確認するインフラとして、天神市街での人流の可視化、祭事における神輿の移動状況を取得するツールとして利用されている。

これらの取り組みの目的は、低コストでインパクトのあるスマートシティソリューションを構築し、その効果を証明することである。LPWAは、低コストのネットワークを構築可能であり、通信費用も4Gネットワークと比べて安価であるため、スマートシティが目指す姿と相性が良い。街灯や屋外のごみ箱、駐車場などのLPWAを介してさまざまなセンサーのデータを取得・連携して、データ駆動型の都市の構築を目指す。

#### IV ワイヤレス新時代の スマート社会を支える ワイヤレスIoTプラットフォーム

2020年代は人だけでなく、さまざまなモノがネットワークに接続する。センサー端末の数・種類が増え、位置や温度、加速度、扉の

開閉情報や顔の検知データなど、さまざまなデータを扱うようになると、高度な多端末管理、データ管理が求められる。さらに通信事業者が提供する無線通信サービスや、自社が構築した無線ネットワークと企業ネットワークを接続するゲートウェイ機器との接続も必要になる。

ワイヤレスIoTプラットフォームは、無線ネットワークを活用したシステムの構築や、サービスの管理を効率化するIT基盤として重要な役割を果たす。具体的には、通信にかかわる機能を有するコネクティビティプラットフォームと、データ管理・活用にかかわる機能を有するサービスプラットフォームの2つから構成される(図2)。

##### 1 コネクティビティプラットフォーム

コネクティビティプラットフォームでは、デバイス管理や各種通信サービスの相互接続性の管理、データの利用状況、回線利用料などを管理する。デバイスと無線ネットワークの接続・管理を一元的に行う。

図2 ワイヤレスIoTプラットフォームの機能



## 2 サービスプラットフォーム

サービスプラットフォームでは、データの収集や処理、認証とセキュリティ、外部アプリケーションとの連携機能を提供する。データのリアルタイム表示などの1次ビューアー機能に加え、大量のデータを分析し、ビジネスに利用するためのデータ分析機能も提供する。

現在、ワイヤレスIoTプラットフォームは、多数のベンダー、事業者が提供している。代表的な企業には、GEデジタルやシーメンスなどの産業システム向けベンダー、ボーダフォン、AT&T、シスコ（買収したJasper Technologies）などの通信事業者、アマゾンやIBM、マイクロソフトなどのクラウド事業者、そのほかHPEやソフトウェアAGなどがある。

これらベンダーから提供されるワイヤレスIoTプラットフォームで利用できる機能は、上記の一部に過ぎない。具体的には、IoTで企業の活用ニーズが比較的高い温度センサーやカメラ、湿度などのセンサー機器、および4GやWi-Fi、LoRaWANの接続管理に対応したという程度である。

スマートシティでは、都市規模のネットワークインフラ構築、大量のセンサー管理が必要なため、ワイヤレスIoTプラットフォームを活用するメリットは大きい。前出のダブリン市のプロジェクトでは、ノキアのIoTプラットフォームサービスであるIMPACT（Intelligent Management Platform for All Connected Things）が照明の電力消費を最適化するスマートライティングや、燃料系データや速度、GPS位置情報を収集し管理するアプ

リケーション用のプラットフォームとして利用されている。同プラットフォームは、セルラーLPWAのNB-IoT、LoRaネットワークとの接続機能を有する。

インドのスマートシティプロジェクトを推進するタタグループは、HPEの「Universal IoT Platform」を活用し、スマートシティのプラットフォームを構築した。LPWAや4Gネットワークを介して送信される駐車場の空き状況や、ごみ収集車の移動状況の情報を収集し、市民や事業者に提供している。子供や女性の安全を確保するための仕組みもある。暴漢に襲われそうになった場合に、リストバンド型ウェアラブル端末の「パニックボタン」を押すと、LoRaネットワークを介して緊急メッセージが防犯センターに飛ぶ仕組みになっている。このウェアラブル端末は、Bluetoothを介してスマホと連携しており、メッセージの着信と同時にGPSの位置情報とタイムスタンプを取得して発信者を特定する。

また、各社のサービスを組み合わせ、ワイヤレスIoTプラットフォームをワンストップで提供する事業者も登場している。IoT向けMVNOのソラコムは、自社が提供するワイヤレスネットワーク接続サービスとアマゾンのIoTプラットフォームサービス「AWS IoT 1-Click」を組み合わせた「SORACOM LTE-M Button powered by AWS」の提供を2018年7月から開始した。利用者は、事前定義済みのLambda（ラムダ）関数を利用することで、クリック時にメールやSMSなどを簡単に送信できるほか、JavaScript、Java、Python、C#などの言語で記述した独自のビジネスロジックの実行も可能になる。

今後、ワイヤレスIoTプラットフォームの活用によって、ネットワークサービスの利用とさまざまな機器、センサー端末、取得データの効率化が可能になると、「ハイブリッド・ワイヤレス」が実現する。ハイブリッド・ワイヤレスは、米調査会社のフォレスター・リサーチ社が、17年から21年にかけて重大なインパクトをもたらす15個の技術の一つとして提唱したキーワードである。企業は、5GやLPWAなど複数の無線技術を同時に、かつシームレスに活用し、ビジネスのアジリティ（俊敏性）を高めることができる。

たとえば、大量データの送受信や通信遅延の発生がサービス品質に影響するようなシーンでは5Gを、また、処理開始のトリガー情報の送信やテレメトリー情報の定期配信にはLPWAを使う。コールドチェーン（低温輸送）などの高度なサプライチェーンや工場間の部品輸送・検収・発注などでは、通信事業者が提供するネットワークだけでなく、自社構築の無線ネットワークなども加えた、複数の無線ネットワークを組み合わせ運用を最適化することが要求される。このようなシーンでは、ワイヤレスIoTプラットフォームが重要な役割を果たす。

## V ビジネス変革実現に向けた課題

5GやLPWAなどの新しいネットワークの登場によって、これまでケーブルの取り回しが困難であった場所を無線化によってネットワーク化できる。5Gであれば臨時店舗や移動型の店舗、社員のPCで利用可能なモバイルワーク、また、LPWAであれば設備管理

や検針のためのネットワークとして利用できる。複数の事業者がこの新しいネットワークを活用したビジネスに参加し、旧来のビジネスを覆すような革新的なサービスが生まれる可能性もある。

### 1 5Gの全国展開は2020年代半ば

一方、「土管」とも表現されるように、ネットワークの整備はデータという水を流すための土管の設置、あるいは道路の整備に似ている。整備には時間もコストも要する。具体的には、通信アンテナや基地局、局舎にあるスイッチを4Gから5G対応のものに交換しなければならない。また、最大で4Gの100倍に達する高速大容量通信に対応するためには、基地局同士をつなぐ有線ネットワークやバックボーンの通信帯域を増強させる必要がある。

2019年4月に公布された5Gの通信事業者免許に際して、通信事業者が申請した計画における5年後のエリア展開率<sup>注</sup>はNTTドコモが97%、KDDIは93.2%、ソフトバンクは64%、楽天は56.1%であった。4社は24年度末までに5G基地局に合計1.7兆円弱の設備投資を実施する計画であり、20年時点で5Gを利用できるエリアは、人口が多く利用ニーズが高い都市部や、オリンピック・パラリンピック会場などのイベント施設などが中心であろう。

さらに5Gの特徴として有望視されている超信頼・低遅延、多数同時接続機能の実現に向けたロードマップは公開されていない。エリアの整備に加えて、全国規模で5Gの新しい機能を使いこせるようになるには、さらに時間を要しそうだ。



## 2 ネットワークサービスの 目利き力が重要に

5Gの登場を待たずとも、IoT向けのネットワークであれば、企業はLPWAを使ってネットワークを構築することができる。企業にとって、IoTビジネス実現時の障壁となってきたランニングコストの問題は、LPWAによって大幅に軽減できる。

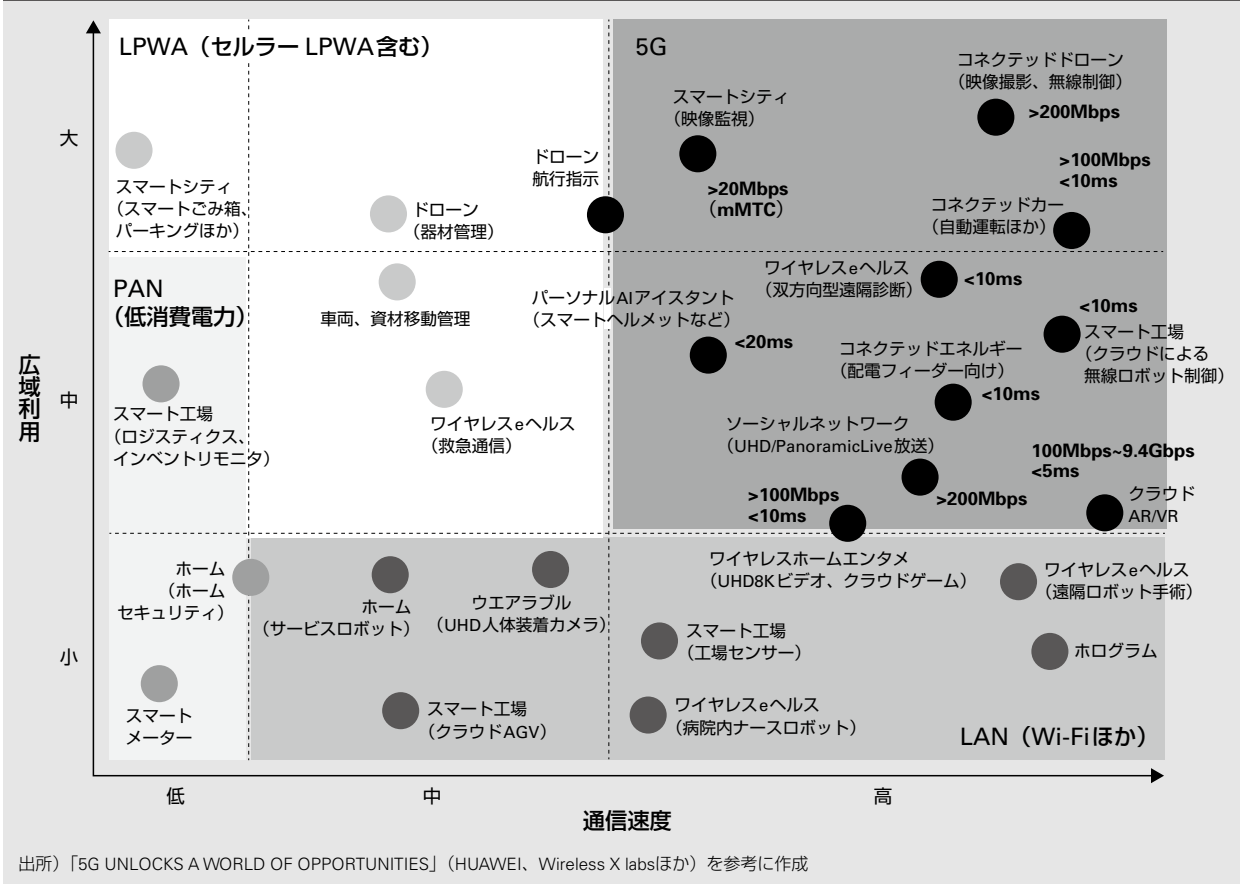
サービス提供事業者にとって、LPWAのビジネスモデルの構築は難しい。顧客拡大のためには、提供エリアの拡大が不可欠であるが、そのためには基地局の設置とバックボーンネットワークの整備が必要となるからである。この場合、携帯電話ネットワーク用に基地局を持つ通信事業者が提供するライセンス系LPWAのほうが、エリアカバーでは優位

に立つ。だがいずれの場合も、採算確保には大量の台数契約の獲得が不可欠である。ネットワークサービスの普及とインフラの整備は、「ニワトリとタマゴ」の関係にある。将来的には、通信方式の淘汰やサービス提供事業者の事業撤退の可能性もある。ユースケースに応じたネットワークの目利き力が求められる。

## 3 適材適所のネットワーク選択と 5G活用時の注意点

企業にとって、新しいワイヤレス技術は付加価値を生むことができるのか。多くの新しいサービスがインターネット上で提供される中で、ネットワーク起点で新たにできることを探すことは難しい。5Gの場合、高速大容量

図3 無線技術の適用例



量通信や超信頼・低遅延が真に求められるシーンは、これらが運用に重大な影響をもたらす自動運転や遠隔医療などのミッションクリティカルなシーンに限定されるだろう。ワイヤレス新時代には4GやWi-Fi、LPWA、低消費電力PANなど多数の代替手段がある中で、どの無線技術が適切かの判断が求められるよう(図3)。

ここで、5Gを用いたビジネス開発では、インターネット上とのそれとは様相が異なる点に注意が必要である。5Gならではの機能、つまり高速大容量通信や超信頼・低遅延、多数同時接続は、通信事業者の管理下にある。たとえば、超信頼・低遅延機能を使う場合は、通信事業者が保有する5G用のクラウド基盤にサーバを設置することになる。通信事業者との戦略的な関係構築も視野に入れた5Gサービスの検討が要求される。

#### 4 「プロダクトアウト」に陥らないサービス検討が必要

現在、通信事業者は、ITパートナーなどと協力して、企業とともに5Gの可能性を検証する「共創プログラム」を実施している。5Gの実験ラボを開設し、5Gの特徴を企業に体験してもらいながら企業のニーズを確認し、アプリケーションの開発なども行う。企業が5GやLPWAなどの新しいネットワーク技術を用いた新しいサービスを検討するには、それらが有する技術面の特徴にこだわりすぎて「プロダクトアウト」(提供者視点)にならないことが必要である。消費者のニーズは移ろいやすい。3Gが登場した際、通信事業者はブロードバンド技術をアピールし、

キラーコンテンツとして動画に着目したものの、「軽量のコンテンツで大量にやり取りできるeメールや着うたが象徴的な3Gサービス」(KDDI高橋社長就任会見での発言)であった。

ワイヤレス新時代に一般消費者の生活はどう変わるのか、社員の働き方はどのように変わるのか。5GやLPWAはDX(デジタルトランスフォーメーション)の実現を支える重要な技術であるが、DXの実現にはネットワーク以外の要素も必要である。無線ネットワークから得られるデータの特性、たとえば5Gで得られる高精細な4K/8K映像データや超信頼・低遅延機能を活用して得られる自動運転や遠隔制御システムの運用データ、LPWA経由で得られた大量のセンサーデータに着目し、機械学習やディープラーニングなどのAI(人工知能)や分析技術を活用して、ビジネスや暮らしの向上につなげるアイデアを創出する。生活者や企業を取り巻く未来の絵姿を描くプロセスの中で、新しい無線技術の役割を検討する高い視座からの取り組みが求められよう。

注

10km四方の範囲に5Gの基地局があるかといった、従来の人口カバー率とは異なる日本を面的に捉えて評価した指標

著者

藤吉栄二(ふじよしえいじ)  
野村総合研究所(NRI)IT基盤技術戦略室上級研究員  
専門はネットワーク関連技術、量子コンピュータ