

ローカル 5 G 等入門用資料

目次

第1章 無線通信の基礎知識

- 1-1 電波と周波数
- 1-2 電波の伝わり方
- 1-3 電波干渉・ノイズ・フェージング
- 1-4 電波法
- 1-5 無線局・通信方式ごとの特徴
- 1-6 制度整備や機器の市場投入推進への取組

第2章 ローカル5Gの基礎知識

- 2-1 ローカル5Gの概要
- 2-2 ローカル5Gに関する制度
- 2-3 ローカル5Gに関する技術的な特徴
- 2-4 「ローカル5G導入に関するガイドライン」の概要
- 2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース

第3章 Wi-Fiの基礎知識

- 3-1 Wi-Fiの概要
- 3-2 Wi-Fiに関する制度
- 3-3 Wi-Fiに関する技術的な特徴
- 3-4 Wi-Fiに関する主なユースケース

第4章 LPWAの基礎知識

- 4-1 LPWAの概要
- 4-2 LPWAに関する制度
- 4-3 LPWAに関する技術的な特徴
- 4-4 LPWAに関する主なユースケース

第5章 Wi-Fi HaLowの基礎知識

- 5-1 Wi-Fi HaLowの概要
- 5-2 Wi-Fi HaLowに関する制度
- 5-3 Wi-Fi HaLowに関する技術的な特徴

第6章 通信キャリアを利用したIoTサービスの基礎知識

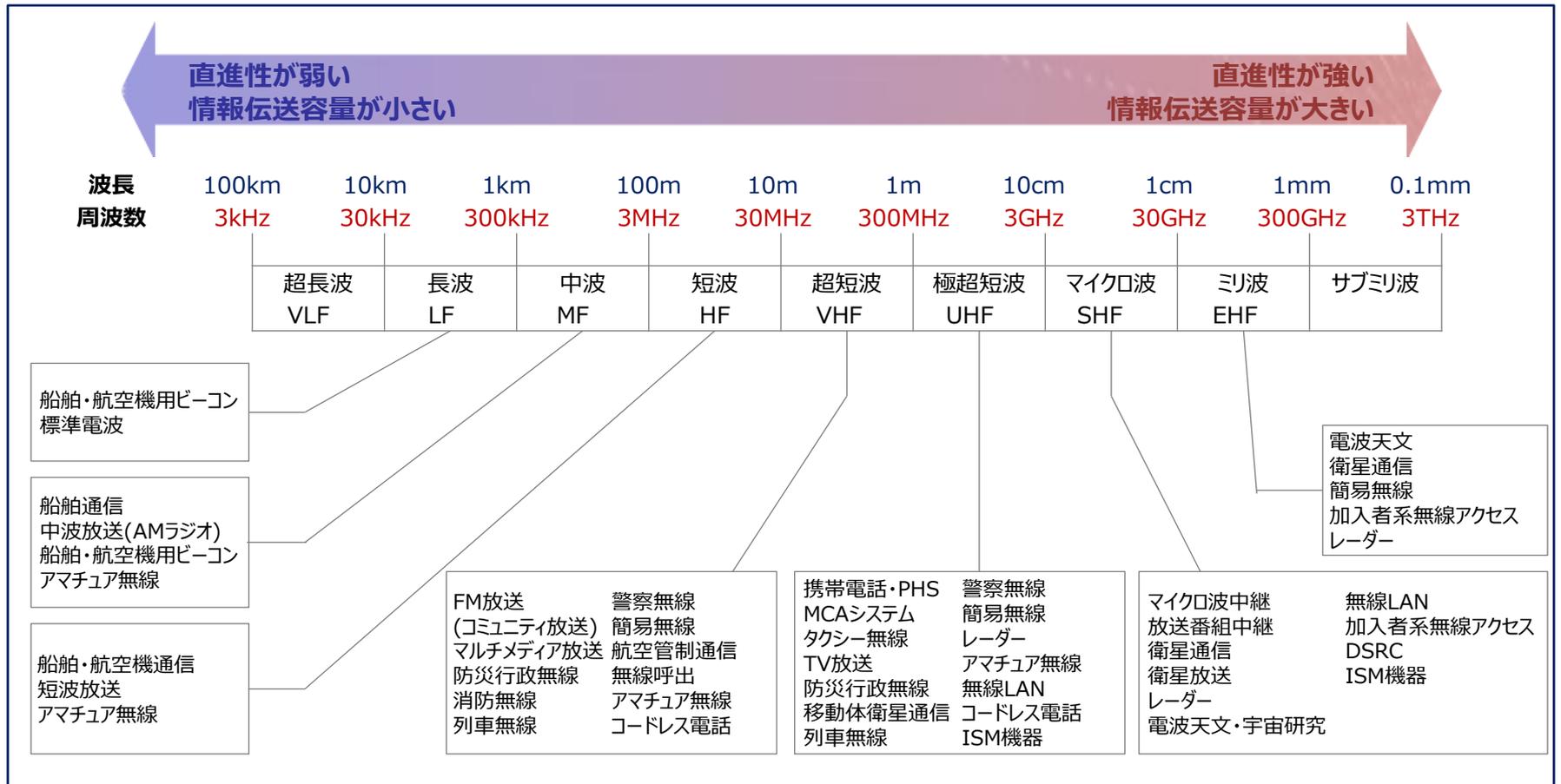
- 6-1 通信キャリアを利用したIoTサービスの概要
- 6-2 通信キャリアを利用したIoTサービスに関する制度
- 6-3 通信キャリアを利用したIoTサービスに関する主なユースケース

第1章

無線通信の基礎知識

1-1 電波と周波数

- 「電波」とは、電波法において、周波数3THz（テラヘルツ）以下の電磁波と定義されている。
- 電波法に基づき、用途によって使用できる電波の周波数、強さ、目的等が規定されている。
- 通信や放送のほかに、レーダーのような測位・測定や、電子レンジのようなエネルギー伝達にも利用されている。

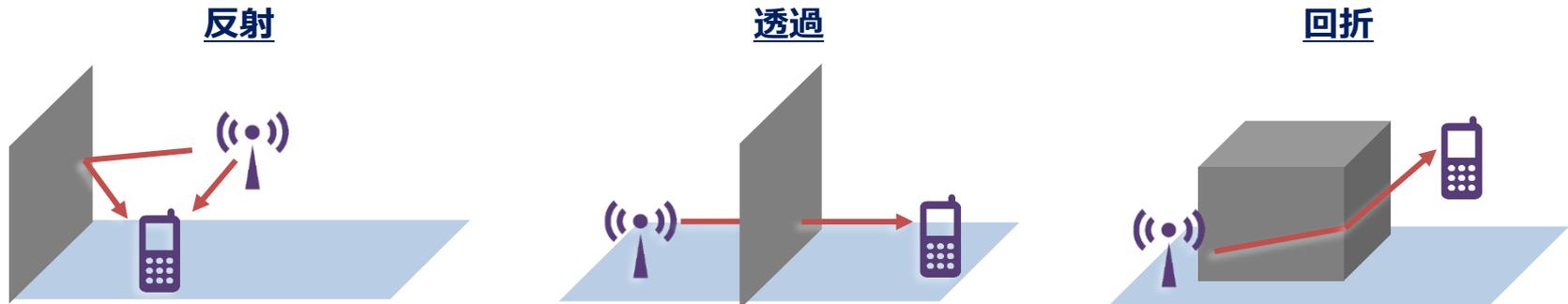


1-2 電波の伝わり方

- 電波の多様な伝わり方を理解した上で、無線機器等を使用する必要がある。

電波の伝わり方一覧

名称	補足
直進	電波は障害物の無い限り直進し、自ら方向を変えることはありません。
減衰 (げんすい)	電波は3次元的に広がり距離が離れるほど、電力が減衰していきます。
反射	光が鏡等で反射するのと同様に、電波は金属のような電気を通しやすい障害物があると反射します。
透過	光がガラスや水を透過するのと同様に、木やガラス窓、壁等の電気を通しにくい障害物であれば電波はある程度透過します。
回折 (かいせつ)	ビルの影や山の裏側等、障害物の後ろにも回り込んで伝わります。回折で回り込む度合いは、基本的に周波数が低いほど大きくなります。
吸収	電波は反射や透過をする際にエネルギーの一部が障害物に吸収されます。したがって反射や透過を繰り返したり、厚みのある障害物を透過すると電力が減衰していきます。
その他	電波は凹凸の多い障害物や複雑な構造物、降雨等により散乱し減衰します。また電波が伝わる際には減衰するばかりではなく、複数の伝搬経路の合成により増幅されることもあります。



1-3 電波干渉・ノイズ・フェージング

- 無線通信品質に悪影響を与える代表的な要因として、「干渉」「ノイズ」「フェージング」がある。

干渉

- 通信したい相手からの受信電波に、他の通信機からの電波が同じ周波数・同じタイミングで重なると干渉になります。強い干渉を受けると通信ができなくなることがあります。

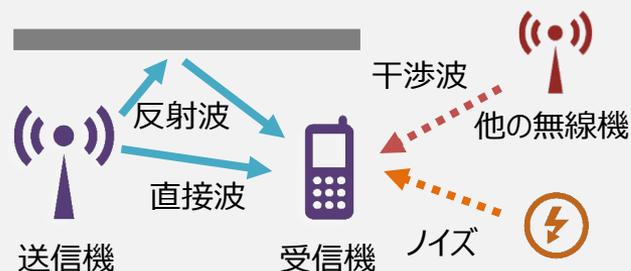
ノイズ（雑音）

- 周辺にある機械や受信機自体から発生するノイズも、通信したい電波の受信を邪魔します。干渉と同じく、強いノイズが突発的に発生したり、定常的なノイズが複数重なると、通信ができなくなることがあります。

フェージング

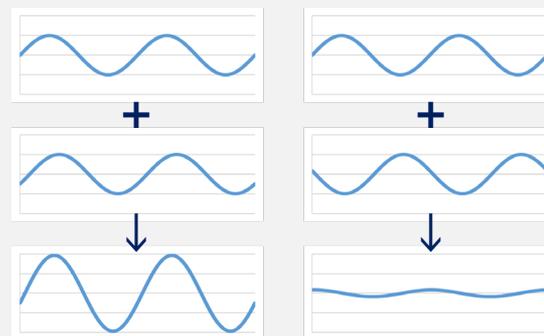
- 受信機は同じ送信機から発射された反射波と直接波の合成波を受信します。
- 波の山と山が合成されれば強め合い、山と谷が合成されれば弱め合います。
- そのため、送信機からの距離が同じでも受信状態が良い場所と悪い場所が存在することがあります。
- また、送受信機や周りのものが動いていると受信状態が変動し、通信の品質が悪くなります。

到達する電波のイメージ



同じ電波でもいろいろな経路で受信機まで到達する。それらが合成されると場所により強めあったり弱めあったりする。

フェージングのイメージ



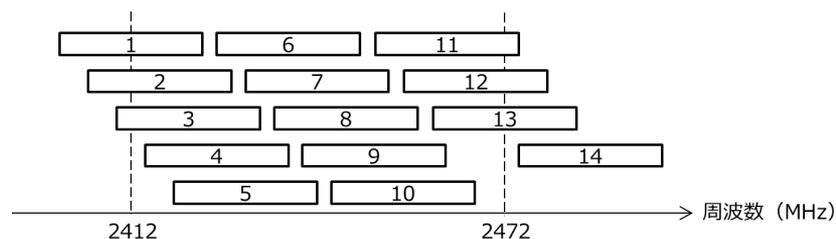
1-3 電波干渉・ノイズ・フェーディング – 電波干渉やノイズを避ける手法（例）

- **同じ周波数帯、同じ空間、同じ時間に発生した電波は相互に干渉するノイズ**になる。
- 電波干渉やノイズを避けるためには、**周波数帯、空間、時間をずらすことが効果的**である。

周波数帯

- 使用する周波数帯を指定するチャンネル設定を適切に行いましょう。
- 各チャンネルが使用する周波数帯が重複していないか確認しましょう。
例) 2.4GHz帯のWi-Fiで重複しないチャンネルは5チャンネル以上離れたチャンネル

IEEE 802.11 仕様で定められたチャンネルと使用する周波数帯

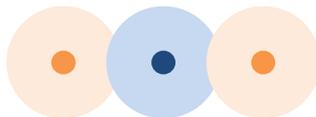


- (例) 1チャンネルを使用する場合
- 周波数帯が重複する2～5チャンネルは使用しない
 - 周波数帯が重複しない6～14チャンネルを使用する

空間

- 電波の発生源となる機器から十分に距離をとりましょう。
- 同じ周波数帯を使用する機器でも十分に距離をとれば電波が減衰し干渉しません。

例)



時間

- 電波を発生する時間を最小限に抑えましょう。

1-4 電波法 – 各無線方式ごとの免許制度

- 電波法は、電波の公平かつ能率的な利用を確保することにより、公共の福祉を増進することを目的としており、無線局の開設とその運用、無線設備を操作する無線従事者、無線設備の技術基準、周波数の割当等について規定している。
- 無線システムを利用するためには、基本的に総務大臣（委任を受けた総合通信局長）に申請し、無線局免許を受ける必要があるが、無線システムによっては登録手続きによるものや、手続きが不要なものがある。

各無線方式ごとの免許制度

			無線従事者の要否
免許	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 標準処理期間 1~1.5カ月 ✓ 無線局運用者が免許手続き 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="background-color: #0056b3; color: white; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 150px;">ローカル5G</div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 150px;">地域/自営等BWA</div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 第3級陸上特殊無線技士 ✓ 無線局運用者が無線従事者を選任
登録^{※1}	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 標準処理期間 0.5カ月 ✓ 無線局運用者が登録手続き 	<div style="background-color: #0056b3; color: white; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 300px; margin: 0 auto;"> Wi-Fi (5GHz帯無線アクセスシステム) (5.2GHz帯高出力データ通信システム) </div>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 第3級陸上特殊無線技士 ✓ 無線局運用者が無線従事者を選任
免許・登録不要^{※1,2}	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 手続き無しで使用可能 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="background-color: #0056b3; color: white; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 200px;">Wi-Fi (小電力データ通信システム)</div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 100px;">LPWA</div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 無線従事者不要

※1 無線機器の技術基準適合証明マーク（技適マーク）を確認（必須）
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/index.htm>
 ※2 微弱無線は微弱無線適合マーク（ELPマーク）を確認（推奨）
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/ref/material/rule/>

1-4 電波法 – 免許や登録が不要となる対象

- 発射する電波が極めて弱い無線局や、一定の条件の無線設備だけを使用し、無線局の目的、運用が特定されている無線局については、無線局の免許及び登録は要しないとされている。

免許や登録が不要となる対象

免許や登録が不要となる条件

発射する電波が著しく微弱な無線局

- 発射する電波が著しく微弱な無線設備で、総務省令で定めるものをいいます。
- 例えば、模型類の無線遠隔操縦を行うラジコン用発振器やワイヤレスマイク等が該当します。

市民ラジオの無線局

- 26.9MHzから27.2MHzまでの周波数帯の電波の中で、総務省令で定める電波の型式及び周波数の電波を使用し、かつ、空中線電力が0.5W以下で、技術基準適合証明を受けた無線設備のみを使用する無線局が該当します。

小電力の特定の用途に使用する無線局

特定の用途及び目的の無線局であり、次の条件をすべて満たすものが該当します。

- 空中線電力が1W以下であること。
- 総務省令で定める電波の型式、周波数を使用すること。
- 呼出符号または呼出信号を自動的に送信または受信する機能や混信防止機能を持ち、他の無線局の運用に妨害を与えないものであること。
- 技術基準適合証明を受けた無線設備だけを使用するものであること。

1-4 電波法 – 技術基準適合証明

- 技術基準適合証明は、無線設備が電波法に定める技術基準に適合していることを証明するものであり、同証明を受けた無線機器には、「技適マーク」が付されている。
- 無線機器を利用する際には、この「技適マーク」がついていることを必ず確認すること。

技術基準適合証明

概要

- 技術基準適合証明は、無線設備が電波法に定める技術基準に適合していることを証明するものであり、同証明を受けた無線機器には、「技適マーク」が付されています。
- 無線機器を利用する際には、この「技適マーク」がついていることを必ず確認してください。

注意点

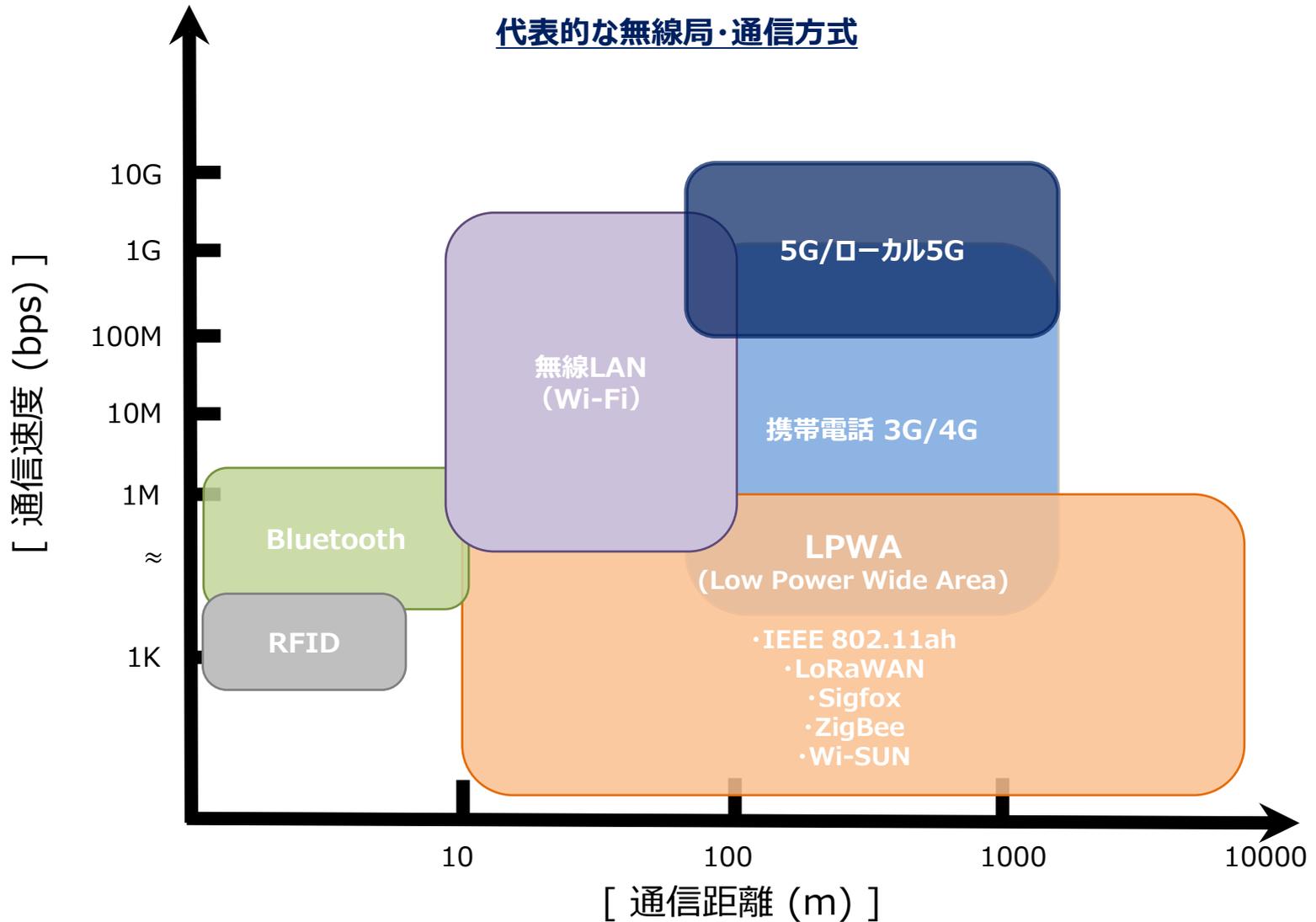
- 外国から輸入された無線機器を利用しようとする場合には、「技適マーク」がない場合もあり、電波法違反となるおそれがあるため注意が必要です。

技適マーク



1-5 無線局・通信方式ごとの特徴－代表的な無線局・通信方式

- 無線通信は、用途やユースケースに応じて、様々な通信規格が用いられている。



1-5 無線局・通信方式ごとの特徴 – 代表的な無線局・通信方式

- **送受信するデータ量や伝送距離等を比較しながら、最適な無線システムを選択することが必要。**
- ローカル5Gで運用できる無線機器の出力電力は、**制度上、キャリア5Gと比較して低く制限されている。**

主な通信方式	周波数帯域	無線区間 伝送速度 (理論値)	遅延 (規格値)	同時接続 (規格値)	伝送距離
ローカル5G	4.7/ 28GHz	20Gbps	1ms	不明 (規格目標: 100万デバイス/km ²)	4.7GHz: 200m程度 28GHz: 50m
Wi-Fi (Wi-Fi6)	2.4GHz 5GHz	9.6Gbps	-	~8台 (MU-MIMO)	約20~30m
Wi-Fi HaLow	920MHz	150kbps~ 数Mbps	-	100台~	約1km~
LPWA (LoRaWAN、 Sigfoxなど)	200/400/ 800/900MHz	250bps~50Kbps	-	100台~	約2~15km
キャリア5G	3.7/4.5/ 28GHz	20Gbps	1ms	数千デバイス/km ² (規格目標: 100万デバイス/km ²)	3.7/4.5GHz: 200m~1km 28GHz: 50m
4G (キャリアLTE)	3.5/3.4/2.0/1.7G Hz、800MHz	1.0Gbps (2020年3月末時点)	10ms	数百~数千 デバイス/km ² (規格目標: 10万デバイス/km ²)	約1~5km

※ローカル5Gの伝送距離は、今後、マクロセル基地局の出力レベルに準拠した装置が登場すれば拡大する可能性があります。

1-5 無線局・通信方式ごとの特徴－周波数帯の比較

- 6GHz未満の周波数帯である「Sub6」と、28GHz帯の周波数帯である「ミリ波」に分けられる。帯域幅や利用環境にそれぞれ違いがある。※

※ローカル5Gでの利用の場合

	4.7GHz帯 (Sub6)		28GHz帯 (ミリ波)	
	4.6GHz-4.8GHz	4.8GHz-4.9GHz	28.2GHz-28.45GHz	28.45GHz-29.1GHz
伝搬距離	数百m		数十m	
遮蔽物影響	低		高	
屋内利用	△ 低出力無線機のみ利用可 (一部地域を除く)	△ 48dBm/MHz以下	○	○
屋外利用	× 利用不可	△ 48dBm/MHz以下 (一部地域を除く)	○	△ 屋内利用が基本
帯域幅	300MHz * 4.6～4.8GHzは利用条件が厳しいため実質、4.8～4.9GHzの100MHz幅での運用と想定される		900MHz * ただし全帯域を使用可能な端末は現時点では市場に存在しない	
主な適用方式	SA		NSA	
主なメリット	<ul style="list-style-type: none"> 障害物の影響を受けにくい カバーできる通信範囲が広い 		<ul style="list-style-type: none"> 割り当てられている周波数帯の帯域幅が広い 同時接続数が多い 	
主なデメリット	<ul style="list-style-type: none"> 割り当てられている周波数帯の帯域幅が狭い 同時接続数が少ない 		<ul style="list-style-type: none"> 直進性が強く障害物の影響を受けやすい カバーできる通信範囲が狭い 	

1-6 制度整備や機器の市場投入推進への取組

- 令和2年度に、安全性・信頼性が確保された5G設備の導入を促す観点から、一定の5G設備に係る投資について、税額控除又は特別償却等ができる「**5G導入促進税制**」を創設。

<課税の特例の内容>

法人税・所得税 【適用期限：令和6年度末まで】

対象事業者	税額控除	特別償却
ローカル5G 免許人	令和4年度：15% 令和5年度：9% 令和6年度：3%	30%

控除額は当期法人税額の20%を上限。

<対象設備>

ローカル5G※

- 基地局の無線設備
- 交換設備
- 伝送路設備（光ファイバを用いたもの）
- 通信モジュール

※先進的なデジタル化の取組に利用されるものに限る。

- 令和4年度における「**課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証等**」の事業概要は以下のとおり。（次頁以降に採択案件を参考掲載）

開発実証事業	特殊な環境における実証事業	端末システム試作事業
<ul style="list-style-type: none"> 様々な利用環境におけるローカル5Gの活用ニーズを満たせるよう、ローカル5Gの電波伝搬特性等についての検討を行うとともに、ローカル5G活用モデルの実証を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 線路や道路等の線状の空間等の特殊な環境下におけるローカル5Gの活用ニーズを満たせるよう、ローカル5Gの電波伝搬特性等についての検討を行うとともに、ローカル5G活用モデルの実証を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 様々な利用環境におけるローカル5Gの活用ニーズを満たせるよう、ローカル5Gでの実現性のある具体的な利用シーンを想定した上で、<u>端末システムの試作</u>を行うとともに、電波伝搬等に係る測定・試験・分析を行う。



- 公募期間 令和4年6月1日（水）～6月30日（木）
- 採択発表 令和4年7月25日、8月5日

1-6 制度整備や機器の市場投入推進への取組 – <参考> 令和4年度における開発実証

- 令和4年度における「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」の採択案件（20件）は以下のとおり。

分野	主たる実証地域	代表団体	件名（案件概要）
農業	北海道新冠町	シャープ株式会社	広大な放牧地におけるローカル5Gを活用した除雪や草地管理等の効率化・省力化の実現
農業	秋田県大仙市	東日本電信電話株式会社	ローカル5Gを活用した自動収穫ロボットやAI画像認識等による農産物の生産・収穫工程の省人化の実現 ※農林水産省『スマート農業産地モデル実証(ローカル5G)』と連携するもの
農業	高知県北川村	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所	ローカル5Gを活用した遠隔監視制御及び遠隔指導等によるゆず生産スマート化の実現 ※
農業	鹿児島県鹿屋市	西日本電信電話株式会社	AI画像解析や見回りロボットによる高品質と牛の肥育効率化に向けた実証 ※
漁業	三重県尾鷲市	株式会社ZTV	ローカル5Gを活用したAI画像認識によるブリ養殖の効率化に向けた実証
工場・発電所等	秋田県秋田市	株式会社秋田ケーブルテレビ	ローカル5Gを活用した風力発電の設備利用率向上によるカーボンニュートラル社会の実現
工場・発電所等	神奈川県横浜市	富士通株式会社	データセンターにおけるローカル5Gを活用した運用省人化及び安定運営の実現
工場・発電所等	愛媛県新居浜市	株式会社ハートネットワーク	ローカル5Gを活用した精製物のAI粒度判定等による離島プラント工場の業務効率化の実現
工場・発電所等	熊本県苓北町	九州電力株式会社	地方公共団体と連携したローカル5Gの活用による火力発電所のスマート保安の実現
空港・港湾	千葉県成田市	東日本電信電話株式会社	空港制限区域内におけるターミナル間連絡バスの複数台遠隔型自動運転（レベル4相当）に向けた実証
空港・港湾	大阪府大阪市	西日本電信電話株式会社	ローカル5Gを活用したコンテナプランニングデータのリアルタイム伝送等による港湾・コンテナターミナルのDXの実現
文化・スポーツ	茨城県つくばみらい市	株式会社NHKエンタープライズ	ローカル5Gを活用したドラマ映像制作の合理化に向けた実証
文化・スポーツ	栃木県栃木市	株式会社地域ワイヤレスジャパン	ゴルフ場におけるローカル5Gを活用したコース運営の効率化及び新たなゴルフ体験の実現
文化・スポーツ	佐賀県佐賀市	KDDIエンジニアリング株式会社	ローカル5G簡易設置キットを活用した屋内スポーツにおける高精細・多視点の映像サービスモデル構築に向けた実証
防災・減災	奈良県天理市	シャープ株式会社	ローカル5Gを活用したガムの点検管理及び災害時現場検証による自治体業務支援の実現
防災・減災	愛媛県大洲市	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ関西	高精細映像伝送による災害時の迅速な情報共有・意思決定の実現
医療・ヘルスケア	北海道岩見沢市	東日本電信電話株式会社	ローカル5Gを活用した地域モビリティによる遠隔高度医療サービス提供に関する実証
医療・ヘルスケア	群馬県前橋市	東日本電信電話株式会社	ローカル5Gを活用した院内外の次世代薬剤トレーサビリティ及び医療従事者の業務改善の実現
医療・ヘルスケア	神奈川県川崎市	トランスコスモス株式会社	ローカル5Gを活用した大都市病院間の広域連携による救命救急医療の強靱化と医師の働き方改革の実現
医療・ヘルスケア	徳島県徳島市	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所	高精細映像伝送による院内ICU等の遠隔モニタリング及び救急医療連携の高度化に関する実証

1-6 制度整備や機器の市場投入推進への取組 – <参考> 令和4年度における開発実証

- 令和4年度における「特殊な環境における実証事業」の採択案件（4件）は以下のとおり。

分野	主たる実証地域	代表団体	件名（案件概要）
河川	埼玉県坂戸市	国際航業株式会社	ローカル5Gを活用した河川災害におけるリアルタイムな状況把握と安全かつ迅速な応急復旧の実現
道路	東京都板橋区	首都高速道路株式会社	ローカル5Gを活用した都市内高速道路での大規模災害発生時における通信手段の確保と迅速な被害状況把握の実現
鉄道	神奈川県横浜市	住友商事株式会社	複数鉄道駅及び沿線におけるローカル5Gを活用した鉄道事業者共有型ソリューションの実現
鉄道	兵庫県西宮市	アイテック阪急阪神株式会社	ローカル5Gを活用した車地上間通信及びAI画像認識等による鉄道事業のより安心安全かつ効率的な運営の実現

- 令和4年度における「端末システム試作事業」の採択案件（3件）は以下のとおり。

代表団体	件名（案件概要）
F C N T 株式会社	移動ロボットや現場作業員の利活用を想定した高画質映像ストリーミング対応小型カメラ端末の試作
シャープ株式会社	過酷なフィールドでの利活用を想定した防水・防塵・小型USB Dongle端末の試作
パナソニック コネクト株式会社	移動ロボット等での利活用を想定したエンコーダ一体型ルータ端末の試作

第2章

ローカル5Gの基礎知識

2-1 ローカル5Gの概要 – 5G（第5世代移動通信システム）とは

- 5Gとは、4Gを発展させた「**超高速**」だけでなく、「**多数同時接続**」、「**超低遅延**」といった新たな機能を持つ次世代の移動通信システムのことである。

<5Gの主要性能>

超高速 : 最高伝送速度10Gbps
超低遅延 : 1ミリ秒程度の遅延
多数同時接続 : 100万台/km²の接続機器数



2-1 ローカル5Gの概要

- ローカル5Gは、地域や産業の個別のニーズに応じて、地域の企業や自治体等の様々な主体が、**自らの建物内や敷地内でスポット的に柔軟に構築できる5Gシステム**である。

他のシステムと比較した特徴

- 携帯事業者の5Gサービスと異なり、
 - ✓ 携帯事業者によるエリア展開が遅れる地域において5Gシステムを先行して構築可能。
 - ✓ 使用用途に応じて必要となる性能を柔軟に設定することが可能。
 - ✓ 他の場所の通信障害や災害などの影響を受けにくい。
- Wi-Fiと比較して、無線局免許に基づく安定的な利用が可能。

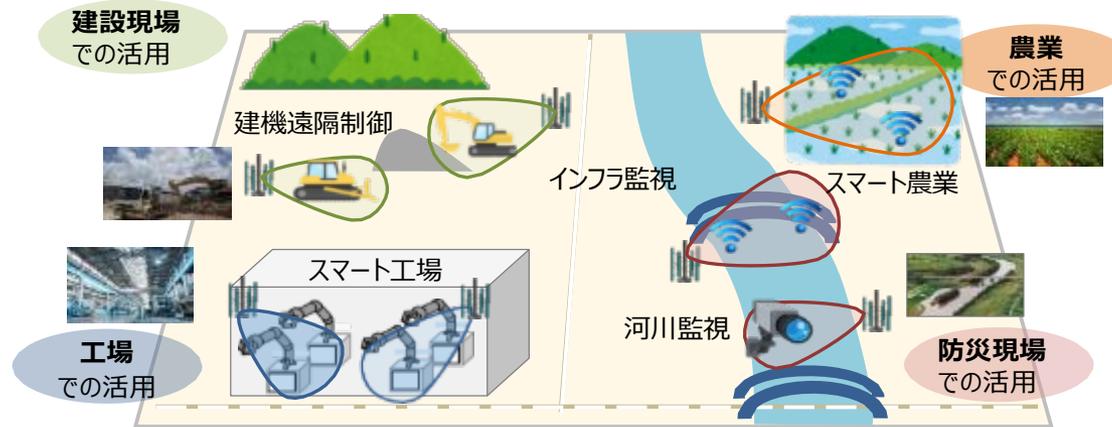
ゼネコンが建設現場で導入
建機遠隔制御



事業主が工場へ導入
スマートファクトリ



建物内や敷地内で自営の5Gネットワークとして活用



農家が農業を高度化する
自動農場管理



自治体等が導入
河川等の監視



出典 総務省「ローカル5G等を活用した地域課題の解決に向けて」令和2年1月 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000668257.pdf)

※一部、制度変更を反映させ修正

2-1 ローカル5Gの概要

- ローカル5Gでは、**ユースケースに応じて柔軟な性能の設定が可能**である。

高速大容量/超低遅延/多数同時接続の選択

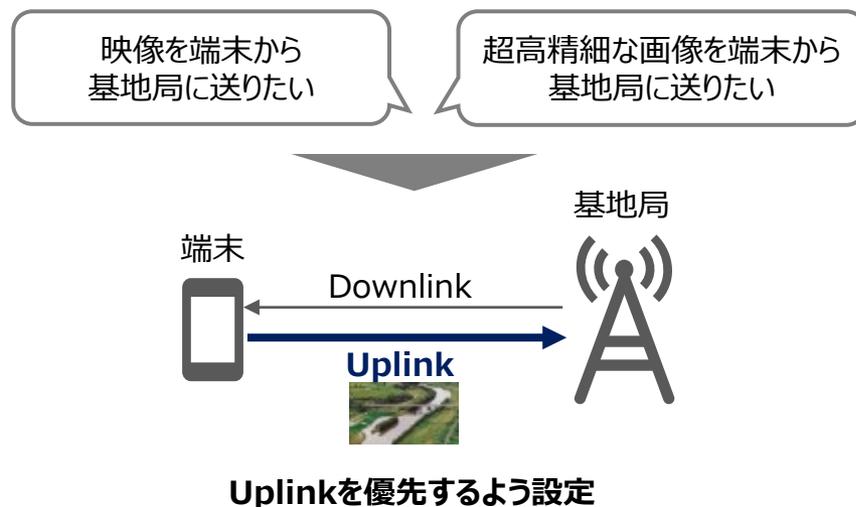
ユースケースに応じて、5Gの3つの特徴（高速大容量/超低遅延/多数同時接続）のどれを最大限活用するか、柔軟に変更することが可能。

ユースケースの例

高速大容量	<ul style="list-style-type: none">超高精細な画像AR/VR
超低遅延	<ul style="list-style-type: none">遠隔操作自動運転
多数同時接続	<ul style="list-style-type: none">スマートシティIoT

Uplink/Downlink比率の設定

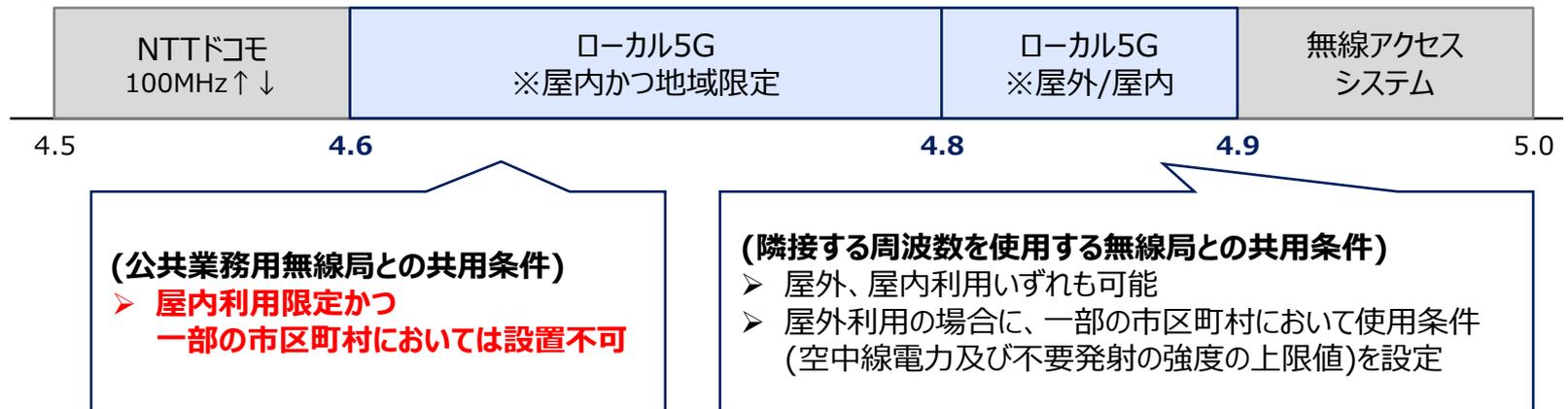
一般的な携帯事業者の無線サービスでは、下り（Downlink）方向でのダウンロードのスループット（通信回線の速度）を高速にすることを優先しているが、ローカル5Gでは、ユースケースに応じて上り（Uplink）方向の優先度を高めることも可能。



2-2 ローカル5Gに関する制度

- ローカル5Gは、4.6-4.9GHz及び28.2-29.1GHzの周波数を利用することが想定されている。
- その中でも28.2-28.3GHzの100MHz幅について、先行して2019年12月24日に制度化された。
- 4.6-4.9GHz及び28.3-29.1GHzの周波数帯は、2020年7月に情報通信審議会において技術的条件が取りまとめられ、2020年12月に制度化された。

【4.5GHz帯】



2-2 ローカル5Gに関する制度

【28GHz帯】



(衛星通信システムとの共用条件)

- 28.2-28.45GHzは屋外、屋内利用いずれも可能
- 28.45-29.1GHzは屋内利用が基本
- 使用条件(空中線電力及び空中線利得の上限値)を設定

■ 5Gシステム同士の共用条件

- 同一周波数を利用する近接するローカル5G同士は、免許申請時にエリア調整を実施
- 隣接周波数を利用する全国5G等と非同期の運用を行う場合は、「準同期TDD」を導入

2-2 ローカル5Gに関する制度 – 自己土地利用／他者土地利用

- ローカル5Gの制度上、「自己土地利用」と「他者土地利用」の考え方が規定されている。

自己土地利用

- ローカル5Gは、**自己の建物内又は自己の土地内で、建物又は土地の所有者等**(賃借権や借地権等を有し、当該建物又は土地を利用している者を含む。以下同じ。)が**自ら構築することを基本**とする。また、**当該所有者等からシステム構築を依頼された者も、依頼を受けた範囲内で免許取得が可能である**。このような利用形態を「**自己土地利用**」という。

他者土地利用

- 「自己土地利用」以外の場所、すなわち**他者の建物又は土地等での利用**(当該建物又は土地の所有者等からシステム構築を依頼されている場合を除く。)については、**固定通信**(原則として、無線局を移動させずに利用する形態)**の利用のみに限定**する。このような利用形態を「**他者土地利用**」という。

自己土地利用と 他者土地利用の 関係

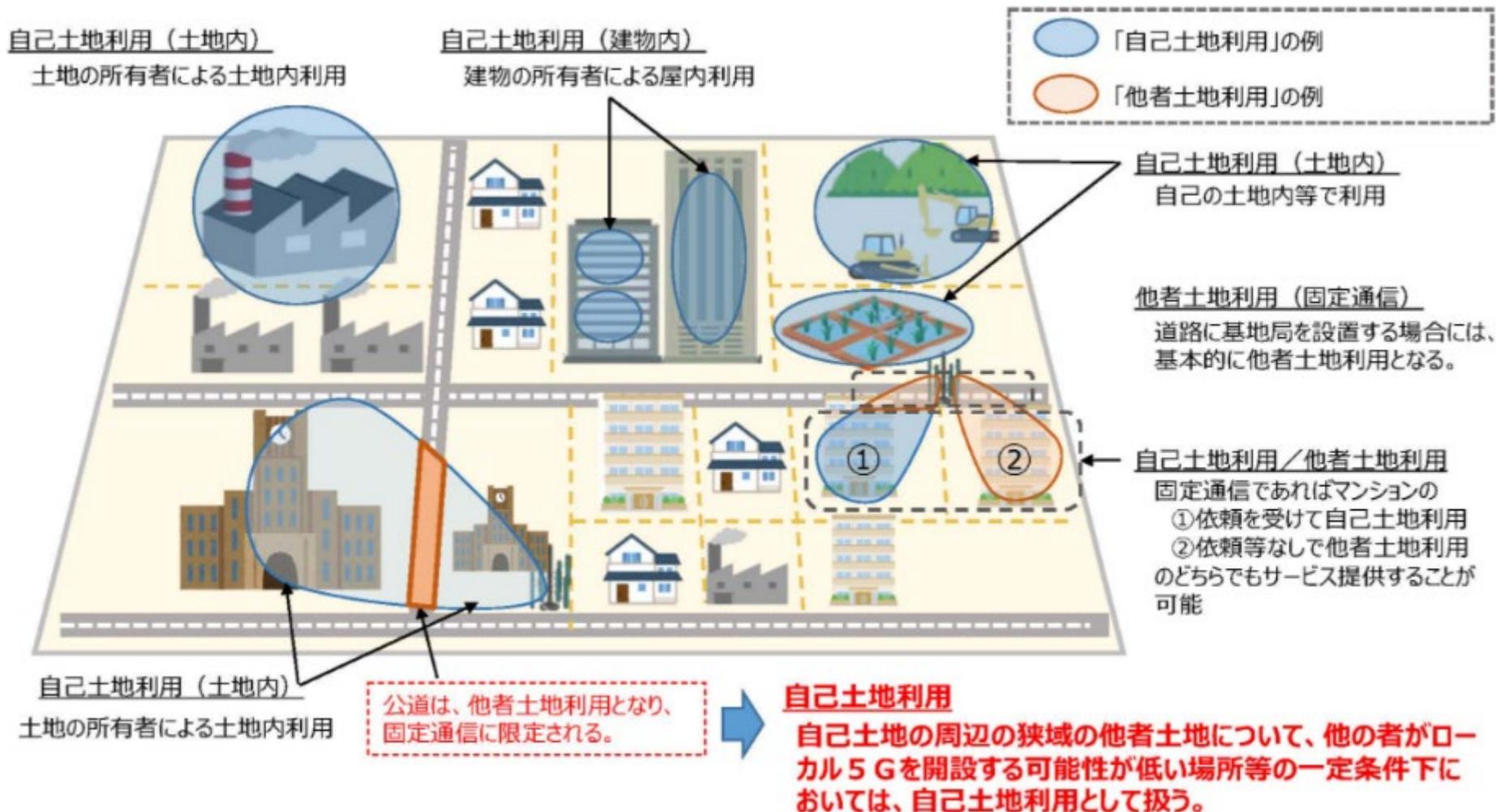
- 自己土地利用は、他者土地利用より優先的に導入**することができるものとして位置づけられる。このため、他者土地利用は、自己土地利用が存在しない場所に限り導入可能とする。
- また、他者土地利用のローカル5G無線局の免許取得後に、自己土地利用の免許申請がなされた場合には、他者土地利用側が自己土地利用のローカル5G無線局に混信を与えないように、空中線の位置や方向の調整等を行うことが必要である。

他者土地利用を 自己土地利用として 扱う場合

- 他者土地利用の場合でも、以下のような**一定の条件下においては、自己土地利用として扱う**こととする。(→次ページ参照)
 - 大学のキャンパスや病院等の**私有地の敷地内の間を公道や河川等が通っている場合等**の自己土地周辺にある狭域の他者土地について、別の者がローカル5Gを開設する可能性が極めて低い場合
 - 近隣の土地の所有者が加入する団体によって、**加入者の土地において一体的に業務が行われる場合**

2-2 ローカル5Gに関する制度 – 自己土地利用／他者土地利用

- ローカル5Gの「自己土地利用」と「他者土地利用」のイメージを示すと、以下のとおり。
- 大学のキャンパスや病院等の敷地の間を公道や河川等が通っている場合等の一定の条件における他者土地利用については、自己土地利用と同等の扱いとして移動通信を可能とする。



2-3 ローカル5Gに関する技術的な特徴

- ローカル5Gを活用するメリットは主に以下のような点が挙げられる。

ローカル5Gの主なメリット

5G通信の特徴



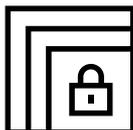
- 「超高速」、「超低遅延」、「多数同時接続」といった5G通信の特徴を持つ

柔軟な性能設定



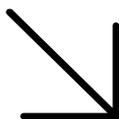
- ユースケースに応じて、5Gの特徴(高速大容量/超低遅延/多数同時接続)のどれを最大限活用するか、柔軟に変更可能
- 一般的な携帯事業者の無線サービスでは、下り方向のスループットを高速にすることを優先しているが、ローカル5Gでは、ユースケースに応じて上り方向の優先度を高めることが可能

高いセキュリティの確保



- パブリックの通信から分離された閉域網であるため、不正アクセスのリスク低減等、高いセキュリティを確保することが可能

コスト低減に向けた選択肢



- サブスクリプション型の5Gコアの利用により、初期費用を抑えられる可能性がある
- 多数同時接続によって、総コストの低減に繋がる可能性がある

活用イメージ

- 超低遅延が必要な動作制御
- 大容量映像伝送
- 多数同時接続を活用したIoTセンサ

- Uplinkの比率を高め、大容量の映像データを収集するIoTサービスとしての活用

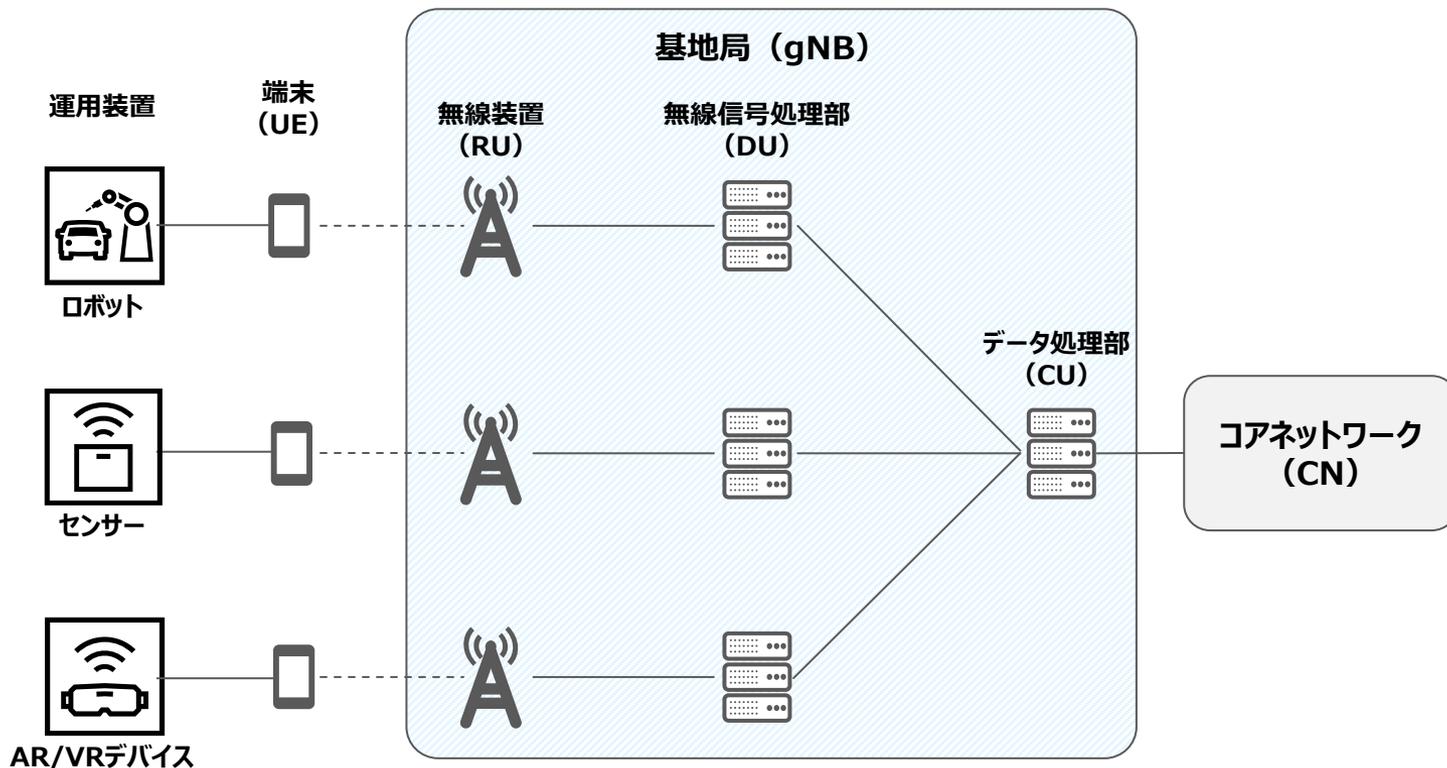
- 機密情報を扱う製造・エネルギープラント、製造現場での活用

- 中小規模の事業におけるAIやIoT導入基盤としての活用

2-3 ローカル5Gに関する技術的な特徴 – ローカル5Gのネットワーク構成

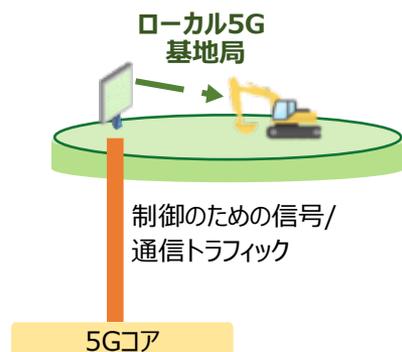
- ローカル5Gのネットワークは、大きく、①**コアネットワーク (CN)**、②**基地局 (gNB)**、③**端末 (UE)** から構成される。
- 基地局は、その役割によって更に3つに分けることができる。
RU (Radio Unit)：送受信されるデジタル信号の無線周波数変換や電力の増幅を担う装置。
DU (Distributed Unit)：主に無線信号処理を行う装置。
CU (Central Unit)：主にデータ処理を行う装置。
- なお、処理を高速化するため、**MEC (Multi-access Edge Computing)** サーバーをCNやCUに置く場合もある。

ローカル5Gのネットワーク構成図 (イメージ)

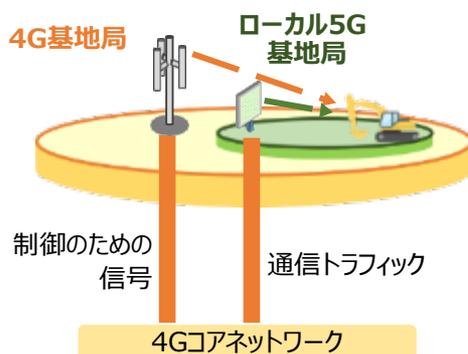


2-3 ローカル5Gに関する技術的な特徴 – SA/NSA

- **SA (Stand Alone) 構成:** 5Gの基地局、コアネットワークのみで動作するネットワーク構成のこと。現在、ローカル5GではSA構成が主流となっている。
- **NSA (Non-Stand Alone) 構成:** 通信の制御のための信号をやりとりするためのインフラ（アンカー）として、4Gの基地局、コアネットワークを利用するネットワーク構成のこと。



- SA構成では、4G LTEのコアネットワークに頼らず、制御信号とデータ信号を搬送し、ローカル5G基地局単独で通信が可能。



- ローカル5G事業者等が、局所的な4Gの基地局、コアネットワークを自前で運用する仕組みとして、2.5GHz帯自営等BWAの制度を合わせて整備。
- その他、既存の全国MNOや地域BWA事業者から4Gの基地局やコアネットワークを借り受けることも可能。ただし、現時点でサービス提供を公表している企業は把握されていない。
 - ※MNO：Mobile Network Operatorの略。いわゆる携帯電話事業者のこと。
 - ※BWA：Broadband Wireless Accessの略。広帯域移動無線アクセスの意味であり、高速ブロードバンドサービスが提供されている。
- また、1.9GHz帯TD-LTE方式デジタルコードレス電話(sXGP)についても、ローカル5Gの制御を行う「4Gの基地局」として利用可能。

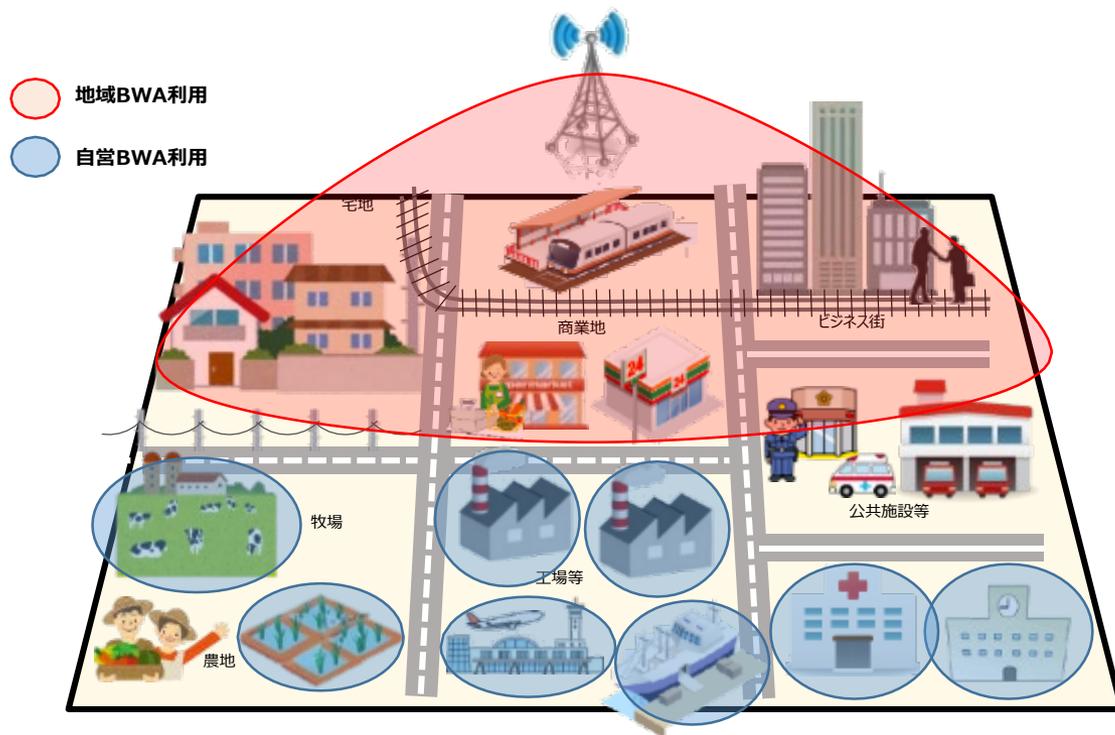
2-3 ローカル5Gに関する技術的な特徴 – <参考> 地域BWA／自営等BWA

地域BWA

- 地域広帯域移動無線アクセス(Broadband Wireless Access)システム。
2.5GHz帯(2575-2595MHz)の周波数の電波を使用し、地域の公共サービスの向上やデジタル・ディバイド(条件不利地域)の解消等、地域の公共の福祉の増進に寄与することを目的とした電気通信業務用の4Gによる無線システム。

自営等BWA

- 自ら利用することを目的として構築される、地域BWAの帯域を使用した4Gによる無線システム。



地域BWAは、電気通信事業であり、
市街地(住宅街や駅・商業地等)を中心に
エリア展開

工業地帯や農業地帯等の
地域BWAが利用されていないエリア※/
近い将来利用される可能性が低いエリアに
おいては、「自己の建物内」又は
「自己の土地内」で自営BWAの利用が可能

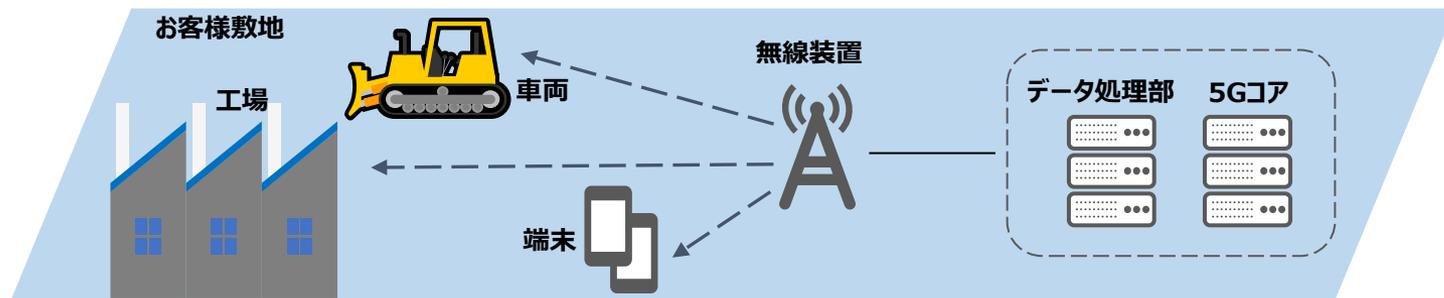
※ 地域BWAが開設されているエリアは以下の
URLをご確認ください。

総務省
「地域広帯域移動無線アクセス(地域BWA)システム」
https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/ml/area_bwa/

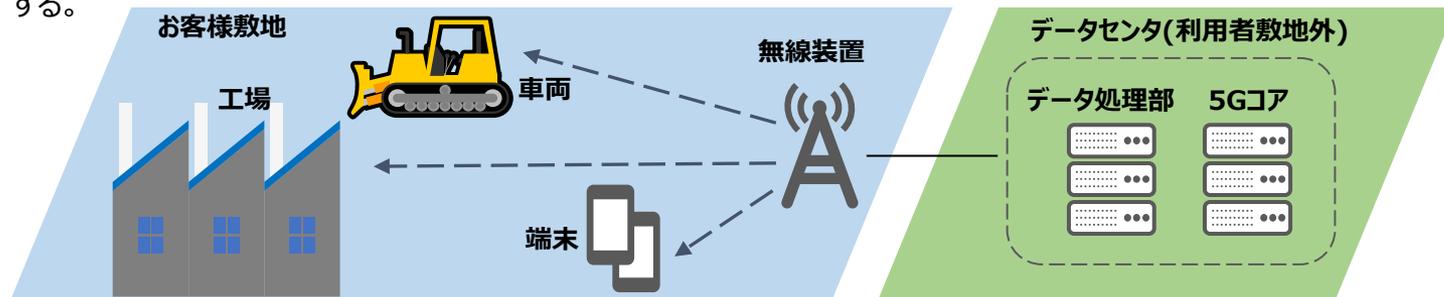
2-3 ローカル5Gに関する技術的な特徴 – オンプレ型／クラウド型の構成比較

オンプレ方式

- ローカル5G機器を利用者が資産として持ち、利用者敷地内に導入する。

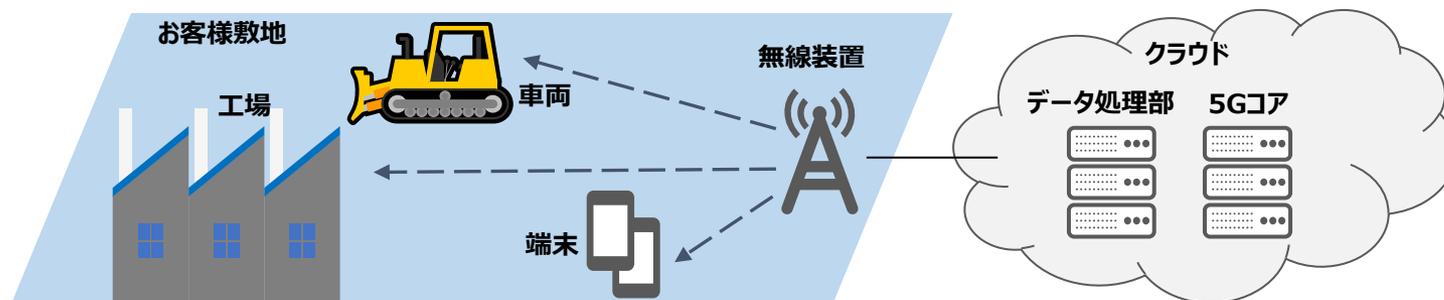


- ローカル5G機器を利用者が資産として持ち、データ処理部・5Gコアをベンダ等のデータセンタ等の借用スペースに導入する。



クラウド方式

- 端末・無線装置を利用者が資産として持ち、利用者の敷地内に導入する。
- データ処理部・5Gコアの機能は、ベンダ等クラウドサービスとして提供される。



2-4 「ローカル5G導入に関するガイドライン」の概要 – ガイドラインの主な内容①

- 28.2-28.3GHz帯の制度化に合わせ、**ローカル5Gの概要、免許の申請手続、事業者等との連携に対する考え方等の明確化を図る**ため、2019年12月7日、**総務省は「ローカル5G導入に関するガイドライン」を策定・公表。**
※令和4年3月最終改定 (https://www.soumu.go.jp/menu_kyotsuu/important/kinkyu02_000473.html)

ガイドラインの主な内容

1. ローカル5Gの 免許主体

- ローカル5Gは当面「**自己の建物内**」又は「**自己の土地内**」での利用を基本とする。
- **建物や土地の所有者が自らローカル5Gの無線局免許を取得可能。**
- **建物や土地の所有者から依頼を受けた者が、免許を取得し、システム構築することも可能。**
- 携帯事業者等（※）によるローカル5Gの免許取得は不可。
※携帯電話サービス用及び広帯域無線アクセス用の周波数帯域(2575-2595MHzを除く)を使用する事業者

2. 電波法の手続

- **無線局の免許申請及び事前の干渉調整が必要。**（標準的な免許処理期間は約1ヶ月半）
- 基地局は個別の免許申請が必要。端末は、包括免許の対象として、手続を簡素化。
- ローカル5Gの電波利用料は、(4.6-4.9GHz)基地局：5,900円/局、
(28.2-29.1GHz)基地局：2,600円/局、端末(包括免許)：370円/局、400円/局(個別免許)

2-4 「ローカル5G導入に関するガイドライン」の概要 – ガイドラインの主な内容②

ガイドラインの主な内容

3. 電気通信事業法の手続

- **ローカル5Gを実現するサービス形態によっては、電気通信事業の登録又は届出が必要。**
 - ローカル5Gを自己の需要のために提供する場合、当該事業は電気通信事業に該当しないことから、電気通信事業の登録及び届出を要しない。
 - 他人の需要に応じてローカル5G（コア機能など一部の機能を含む）を提供して、その利用料又は広告収入等により利益を得る目的で電気通信事業を営もうとする者は、設置する電気通信回線設備の規模や区域の範囲等に応じ、電気通信事業の登録又は届出が必要。
 - 電気通信事業に該当する場合であっても、その一部分の設置の場所が他の部分の場所と同一の構内（これに準ずる区域内を含む。）又は同一の建物内である電気通信設備等によりローカル5Gを提供する場合は、電気通信事業の登録や届出を要しない。
- ローカル5Gの提供に当たって、登録・届出を要するものであるかは、**具体的なサービス形態によって異なるため、ガイドラインに掲げる事例を確認することや、各総合通信局等（沖縄総合通信事務所を含む。）に相談を行うことが求められる**
- 次頁以降に登録又は届出の要否を判断するための事例を参考として示す。

4. 携帯事業者等との連携

- ローカル5Gの提供を促進する観点から、**携帯事業者等による支援は可能**。（ただし、携帯事業者等のサービスの補完としてローカル5Gを用いることは禁止）
- 公正競争の確保の観点から、ローカル5G事業者は、ローミング接続の条件等について不当な差別的取扱いを行うこと（特定の事業者間の排他的な連携等）は認められない。
- NTT東西について、携帯事業者等との連携等による実質的な移動通信サービスの提供を禁止。

5. セキュリティの確保

- ローカル5Gは、安心して利用できるものとする必要があり、**サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策を講じることが求められる**。
※「情報通信ネットワーク安全・信頼性基準」並びに「政府機関等の情報セキュリティ対策のための統一基準群（平成30年度版）」及び「IT調達に係る国の物品等又は役務の調達方針及び調達手続きに関する申合せ」（平成30年12月10日関係省庁申合せ）に留意すること。

2-4 「ローカル5G導入に関するガイドライン」の概要 – <参考> 無線局の免許交付後の主な手続

無線従事者 選任届の提出

- この無線局の操作には、**原則として第三級陸上特殊無線技士以上の資格が必要**である。交付された後、遅滞なく提出すること。

電波利用料の 納付

- 基地局は免許日以降に、陸上移動局（包括免許）は開設無線局数届出書の提出以降に、免許を受けた総合通信局等から送付される「納入告知書（払込用紙）」によって、電波利用料を納付すること。

免許内容等に 変更

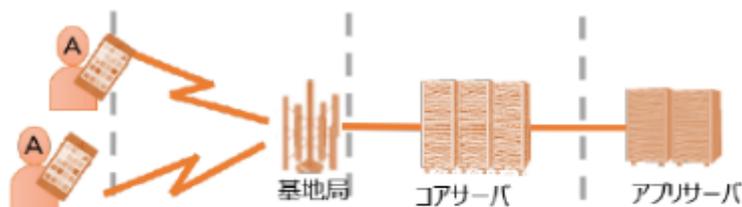
- 免許内容等に変更が生じる場合は、**原則として事前に手続が必要**となる。
《主な手続・提出書類》
 - 免許人名称・住所の変更……無線局の免許状の訂正申請書
 - 法人が合併等する場合……無線局の免許承継申請書（届出書）
 - 無線局の取替等変更の場合…無線局の変更等申請書（変更届出書）等
 - 無線局を廃止する場合……無線局の廃止届出書等

有効期間満了 後も引き続き 使用する 場合の手続

- **無線局免許の有効期間は最大5年間**である。有効期間満了後も引き続き無線局を使用したい場合は、免許の有効期間満了の6箇月前～3箇月前の間に「無線局の再免許申請書」及び「特定無線局の再免許申請書」を免許の交付を受けた総合通信局等に提出することが必要である。

2-4 「ローカル5G導入に関するガイドライン」の概要 – 電気通信事業の登録・届出の要否

- 【事例1】利用者（A社）が自営でネットワークを構築する場合



自営の場合は、電気通信事業に該当しません。
(各設備を敷地外・クラウド上に設置する場合を含む。)

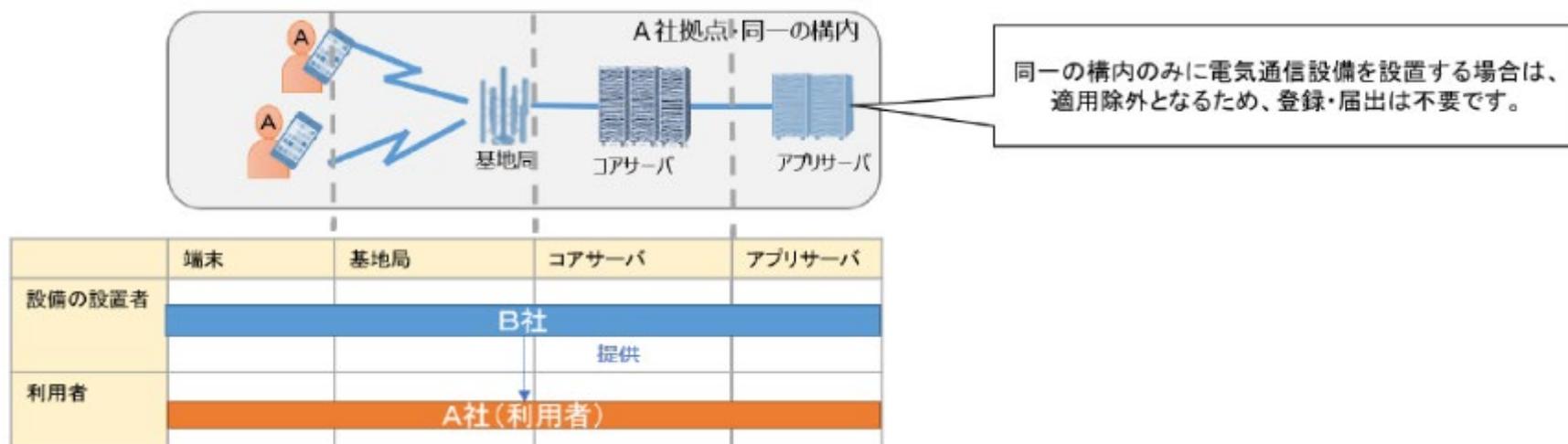
	端末	基地局	コアサーバ	アプリサーバ
設備の設置者 かつ利用者	A社(利用者)			

A社は、登録・届出不要

※ A社は社員以外の利用者にローカル5Gネットワークを利用させる場合であっても、A社の関連会社である等の理由で、無償又は原価ベースで提供する場合は、電気通信事業を「営む」に該当せず、**登録・届出不要**

2-4 「ローカル5G導入に関するガイドライン」の概要 – 電気通信事業の登録・届出の要否

- 【事例2-1】利用者（A社）がネットワークを構築せず、他者（B社）が利用者のネットワークを構築する場合で、同一の構内に電気通信設備を設置する場合（同一の構内に基地局とコアサーバなどを設置する）



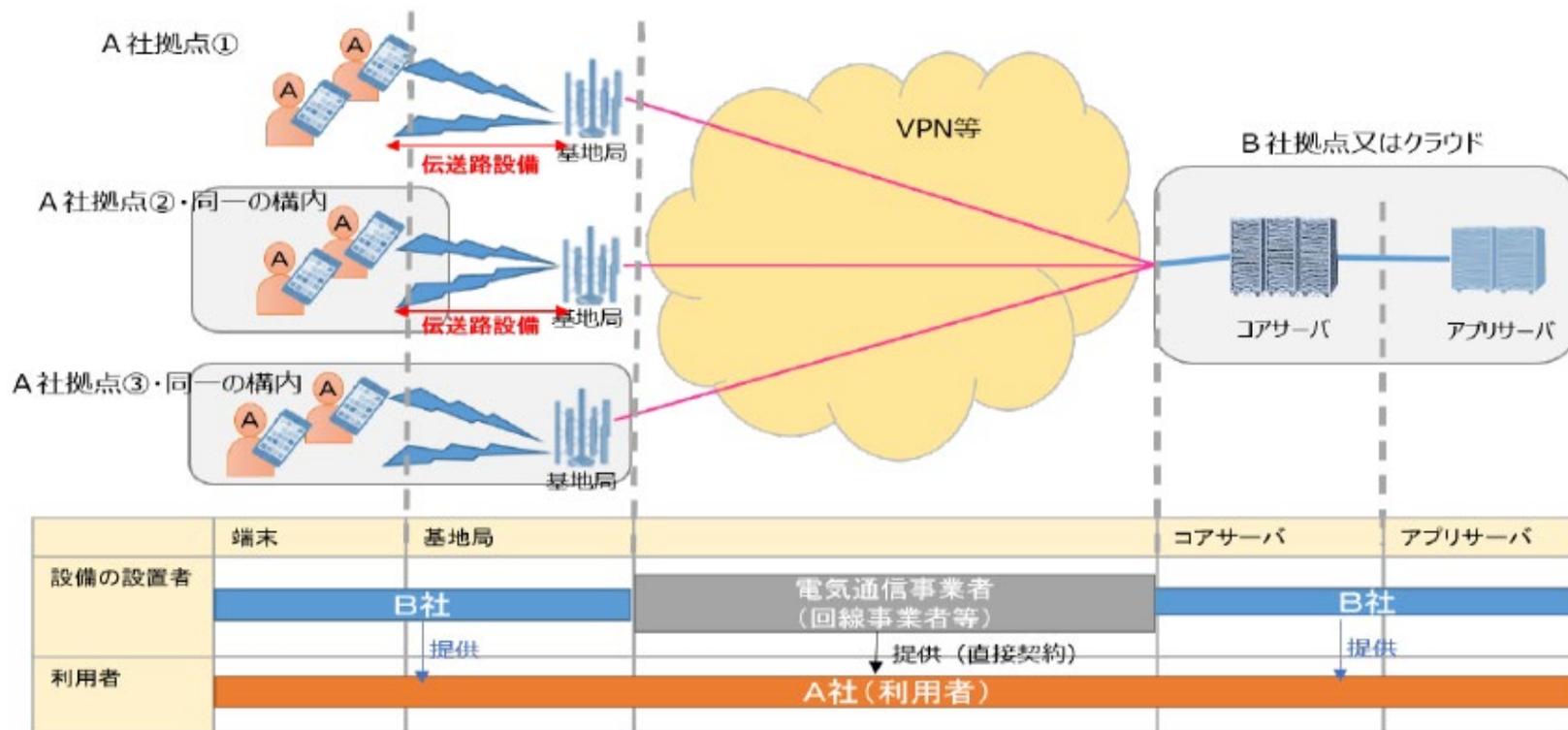
A社は、登録・届出不要

B社は、登録・届出不要

※図のような独立したネットワークを全国各地で複数構築して利用者に提供する場合であっても、ネットワークを構成する電気通信設備が同一構内にとどまれば、事業法第164条第1項第2号により適用除外となるため**登録・届出不要**

2-4 「ローカル5G導入に関するガイドライン」の概要 – 電気通信事業の登録・届出の要否

- 【事例2-2】利用者（A社）はネットワークを構築せず、他者（B社）が利用者のネットワークを構築する場合で、電気通信設備が同一の構内にとどまらない場合（異なる場所に基地局とコアサーバなど設置する場合）



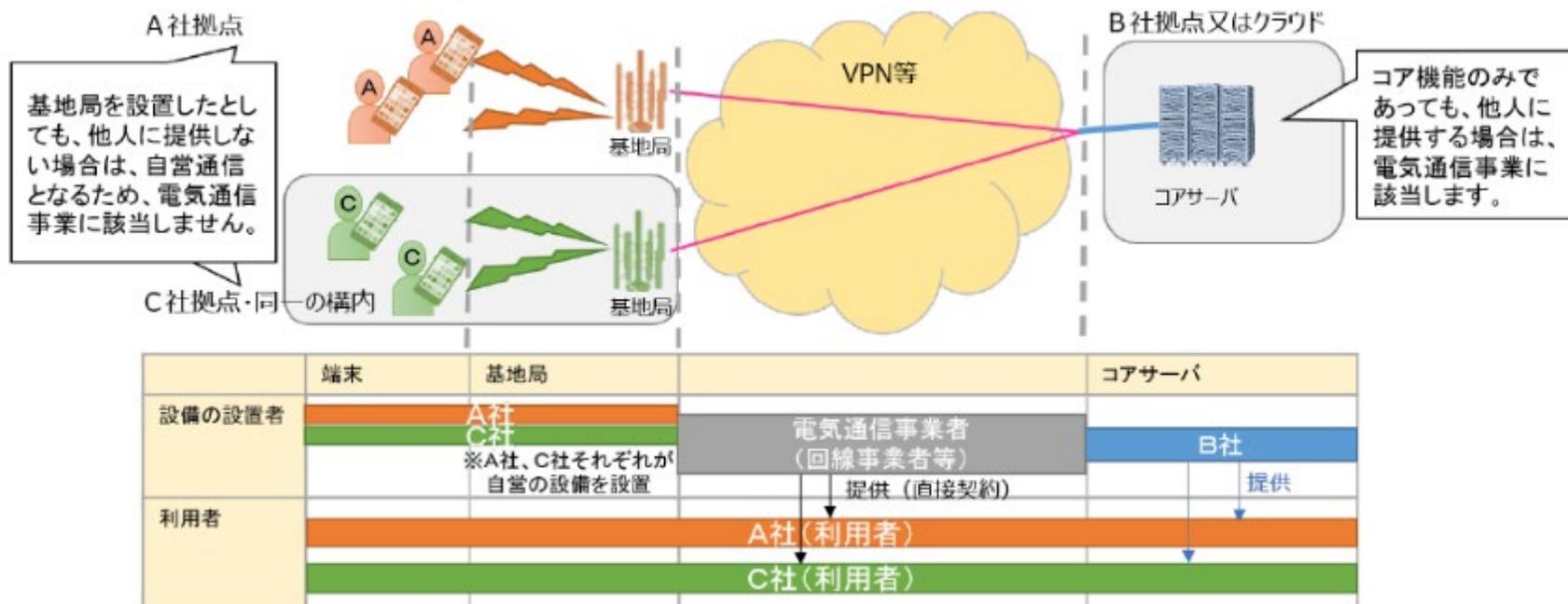
A社は、登録・届出不要

B社は、登録又は届出必要

※ただし、B社がA社の関連会社である等の理由で、無償又は原価ベースで提供する場合は、電気通信事業を「営む」に該当せず、登録・届出不要

2-4 「ローカル5G導入に関するガイドライン」の概要 – 電気通信事業の登録・届出の要否

- 【事例3】利用者（A社・C社）自らが基地局を開設して無線アクセスネットワークを構築し、他者（B社）がコア機能を構築する場合（異なる場所に設置したコアサーバを他者が提供する場合）



A社、C社は、登録・届出不要（自営の通信のため）

B社は、登録又は届出必要（他人の通信を媒介するため）

※ただし、B社がA社・C社の関連会社である等の理由で、無償又は原価ベースで提供する場合は、電気通信事業を「営む」に該当せず、登録・届出不要

2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース

- ローカル5Gは多岐にわたる分野での利活用が期待されているが、分野毎に期待や目的が異なることから、**利用分野に応じて導入の目的や解決すべき課題を明確化することが必要**となる。
- 具体的なユースケースとしては、以下のような分野が想定される。

産業利用の主なユースケース

- (1)工場・プラント施設
- (2)商業
- (3)建設・工事
- (4)港湾
- (5)鉄道・空港
- (6)エンターテインメント

地域利用の主なユースケース

- (1)防災・防犯
- (2)暮らし
- (3)医療・教育
- (4)農業・畜産業・地場産業
- (5)観光

- 令和2年度から、総務省では、ローカル5G等を活用した課題解決モデルを構築する「**課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証**」が実施されている。同事業では、採択団体の地域課題の解決に資する、**多様な基地局の設置場所・利用環境下でのローカル5Gの活用方法が検討**されており、これからローカル5Gの導入を検討する際の参考となる。

※5Gの利活用全般及び上記実証事業の詳細な成果報告書については以下のウェブサイトをご参照ください。

- ✓ 5G(ローカル5Gを含む。)の概要、活用モデル、研究開発等、全般的な情報

<https://go5g.go.jp/>

- ✓ 令和3年度「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」における各実証事業の成果報告書

<https://go5g.go.jp/carrier/令和3年度ローカル5g開発実証報告書/>

2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－地域利用

- 地域におけるローカル5Gの利用目的としては、
 - ✓ 防災のための情報収集と配信（生活空間のモニタリングと住民間の連携強化）
 - ✓ 住みやすい環境の構築とそれに基づくサービス提供（生活環境の改善）
 - ✓ 今後の過疎化や高齢化を見据えた、地域の生活環境の維持（インフラ維持）や地域地場産業（一次産業等）の活性化などが想定される。
- ローカル5Gが地域に展開されることによって、様々な住民サービスを効率化することが可能となり、少子高齢化が進む中でも、人手をかけずに従来どおりの住民サービスを実現していくことも可能となると考えられる。
例えば、自治体が単独でローカル5Gを設置して住民サービスを実現することにとどまらず、各自治体の様々なローカル5Gが接続されることで、近隣の複数自治体が連携した広域サービスを実現することも想定される。
- 現時点で想定される地域におけるローカル5Gの具体的なユースケースの主な例を次頁以降に示す。

2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－地域利用（防災・災害対応）

- 河川・地盤の高精細映像監視により、災害予測精度向上とそれによる防災・減災が期待される。また、被害箇所と拠点間の迅速な仮設ネットワーク構築により、遠隔制御による復旧作業が期待される他、避難所間のネットワーク構築により、住民間コミュニケーションやタイムリーな情報提供が見込まれる。さらに、道路・トンネル等のインフラ保全でも、高精細映像監視による精度向上が期待される。これらに関して、ローカル5Gは、高精細映像をアップロードできる帯域の確保が可能であり、また、エリアネットワークを柔軟に構築しやすいことから、導入が期待されている。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① ダム等の施設や河川等の自治体管理区域の状況監視	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
② 避難所等における仮設ネットワーク	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
③ 道路・トンネルをはじめとしたインフラ保全	○	○	○	4.7GHz帯、28GHz帯
④ 災害発生後の復旧作業時の重機などの遠隔制御	○	○	○	4.7GHz帯、28GHz帯
⑤ ARグラス等を使用した遠隔作業指示	○	○	○	4.7GHz帯、28GHz帯
⑥ 地域への災害情報の発信			○	4.7GHz帯

防災・災害対応におけるユースケースイメージ



2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－地域利用（暮らし）

- 高年齢者世帯の増加に伴って、バイタル医療機器の活用や、安全安心な暮らしを確保するためのシステムの導入、さらには高年齢者等が地域との繋がりを持つための環境構築等が求められる中、高年齢者施設や住居内のネットワーク、地域のネットワークの構築におけるローカル5Gの活用が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① 高年齢者の見守りシステム	○	○	○	4.7GHz 帯、28GHz 帯
② 地域コンテンツの配信			○	4.7GHz 帯
③ 地域での不審者、不審行動の監視			○	4.7GHz 帯、28GHz 帯

暮らしにおけるユースケースイメージ

<p>■ 健康増進による医療費削減(高齢対策)</p> <p>・ ウェアラブル/ヒアラブル機器</p> <ul style="list-style-type: none"> 健康センサーを自治体で配布 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 自治体イントラ(閉域網) ✓ バイタル・活動データ蓄積 ✓ 掛かりつけ病院との連携 	<p>■ 医療と介護(高齢対策)</p> <p>・ 2025年問題(病床減対策)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 病院個別に閉域網確保 ➢ 後期高齢者の在宅医療 <ul style="list-style-type: none"> ✓ バイタルデータのモニタ ✓ 介護ロボット(人手不足) 	<p>■ 定住対策、その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ シャッター通り・商店街の再生 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 企業立地、イベント支援 ➢ 人にやさしい、楽しい環境作り ・ 高齢者みまもりの増加対策 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 独居老人、徘徊対策 
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2-5 ローカル5Gに関する主なユースケースー地域利用（農業・畜産業・地場産業）

- 農業・畜産業や地域地場産業（一次産業）の後継者不足が深刻化する中、労働力不足への対応（農業機械等の自動運転、水・肥料散布等）や、農業技術の継承（水門制御、舎内やハウス内の環境コントロール等）が必要となる中、それらの問題解決の基盤となるシステムとしてローカル5Gの活用が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① トラクター・コンバインの自動運転		○		4.7GHz帯、28GHz帯
② 搾乳機や給餌機、水門の制御、水や肥料散布	○	○		4.7GHz帯
③ 舎内やハウス内の環境コントロール、田畑の環境センシング	○	○		4.7GHz帯

農業・畜産業・地場産業におけるユースケースイメージ



2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－地域利用（観光）

- 地域の振興や新たな収入源の確保に向けて、観光情報（イベント、祭り等）の配信等による観光客の呼び込みや、観光地でしか得ることができないコンテンツの提供によるリピーター獲得等、観光分野でのローカル5Gの活用が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① 観光情報の配信	○	○	○	4.7GHz帯、28GHz帯

観光におけるユースケースイメージ

高精細・高臨場感の映像コンテンツ伝送



2-5 ローカル5Gに関する主なユースケースー地域利用（医療）

- 医師・医療機関の不足や偏在による地域間の医療格差が問題になる中、超高精細画像をアップロード可能、かつ高いセキュリティを有する閉域ネットワークとして、ローカル5Gを活用した地域医療ネットワーク（遠隔診断、リアルタイムモニタリング）の構築が期待される。
- 同様に、教育分野でも住民転出等による人口減少に伴う地域間格差への対応や、生涯学習への要望が高まる中、ローカル5Gの遠隔授業への活用等が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① 遠隔診断など病院を中心とした地域医療ネットワーク	○			4.7GHz 帯、28GHz 帯
② 電子教科書	○			28GHz 帯
③ 遠隔教育	○	○	○	4.7GHz 帯、28GHz 帯

医療・教育におけるユースケースイメージ



医療（遠隔診断、モニタリング）



教育（遠隔事業）



2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－産業利用

- 産業分野におけるローカル 5 G の利用目的としては、主にスマートファクトリーに代表される工場関連業務のスマート化や生産効率の向上、さらに自営網として柔軟にシステムを構築し高いセキュリティを実現させること等が挙げられる。具体的には、
 - ✓ 製造設備のデジタル化（サイバー／フィジカル連携によるシステム障害予測、故障確率の抑制、計画的システム更新による機器の故障率の抑制）
 - ✓ デジタル化による生産管理の革新（人手の抑制，実時間モニタリング）
 - ✓ ロボットやインテリジェント化された機器による人的労力の抑制、運搬の自動化

などにおける利活用が想定される。

- 建設、港湾、交通分野など主に屋外を作業場とする産業においても生産効率の向上や安全性の確保、さらには人手不足の解消や高度スキルの維持継承を目的として、ローカル 5 G を利用することが考えられる。
- 現時点で想定される産業分野におけるローカル 5 G の具体的なユースケースとしては、主に以下のような例が挙げられる。

2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－産業利用（工場・プラント施設）

- 工場・プラント関連業務のスマート化による生産効率向上や、人材の高齢化・退職に伴う知見・ノウハウ継承への対応が望まれる中、ローカル5Gは、産業用ロボット制御による作業効率化やAGVによる物流効率化、遠隔作業指示による知見・ノウハウの共有を実現するエリアネットワークとしての活用が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① 産業用ロボット制御	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
② 各種 IoT センサー等の制御	○	○		4.7GHz帯
③ 施設内の環境管理	○	○		4.7GHz帯
④ AGV等による部品・製品の自動/遠隔操作による物流	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
⑤ 入退場や不審者及び不審行動等の監視	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
⑥ AR グラス等を使用した遠隔作業指示	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯

工場・プラント施設におけるユースケースイメージ

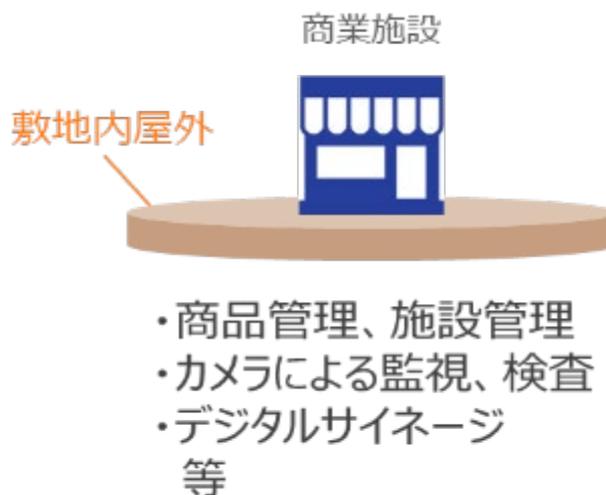


2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－産業利用（工場・プラント施設）

- 商品の電子タグによる在庫管理工数の削減や、セルフレジ・無人レジおよびキャッシュレス決済の導入に伴うカメラによる監視／映像解析が望まれる中、店舗内のエリアネットワークの構築においてローカル5Gの活用が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① 電子タグ等利用した商品管理	○	○		4.7GHz帯
② デジタルサイネージ	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
③ カメラによる監視や検査	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯

商業におけるユースケースイメージ



2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－産業利用（建設・工事）

- 建設産業における人手不足、中でも若年労働者の確保と育成が問題になる中、建設機器の遠隔制御の導入、および現場作業に習熟した労働者から若年労働者への知見・ノウハウの継承が必要となっている。これに対して、重機・建機の遠隔制御、および、ARグラスを使用した遠隔作業指示を行うためのエリアネットワークの構築において、ローカル5Gの活用が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① 建設・工事における重機などの遠隔制御	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
② AR 等グラスを使用した遠隔作業指示	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯

建設・工事におけるユースケースイメージ



2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－産業利用（港湾）

- コンテナ取扱量の増加に伴ってクレーン等重機の作業効率の向上、貨物の物資追跡・物流効率化、およびそれら業務での就業環境や安全性改善が望まれている。また港湾内のトラックの増加に伴って、排気ガスの管理やトラックの管理が望まれている。このような中、重機の遠隔制御、物流の自動化・ARグラスを用いた遠隔制御、物資追跡、トラック管理等の業務フローの最適化・就業環境改善・安全性改善等を目的とした港湾内単独のネットワークの構築において、ローカル5Gの活用が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① クレーン等重機の遠隔操作		○		4.7GHz帯、28GHz帯
② AGVによる貨物等の自動/遠隔操作による物流	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
③ 物資追跡	○	○		4.7GHz帯
④ AR 等グラスを使用した遠隔作業指示	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯

港湾におけるユースケースイメージ



2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－産業利用（鉄道・空港）

- 駅・空港等の施設内の不審者／不審物の監視や、電車車両からのアラート吸い上げ、さらにはそれを活用した運行情報の発信など、高精細映像や収集データを用いた各種提供サービスの高度化に向けて、ローカル5Gの活用が想定される。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① 施設での情報配信等（ホットスポット）	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
② 施設内の監視及び遠隔制御等	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯

鉄道・空港におけるユースケースイメージ



- ・施設制御
- ・カメラによる監視、検査
- ・業務連絡
- ・遠隔（自動）運転 等

2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース－産業利用（鉄道・空港）

- スポーツ会場やイベント会場およびライブビューイング会場での魅力あるサービス提供が望まれており、映像配信を用いた臨場体験型サービスの提供等が望まれている。
また、スタジアム内やイベント会場内の安全性確保（警備、人流把握）に向けて、高精細映像解析の活用が望まれている。
これらの実現におけるスタジアム・イベント会場内の独自ネットワークの構築において、ローカル5Gの活用が考えられる。

想定ユースケース	屋内	敷地内 屋外	敷地外 屋外	適した周波数帯
① スポーツやイベント、ライブビューイング会場等での映像配信	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯
② 警備・監視	○	○		4.7GHz帯、28GHz帯

エンターテインメントにおけるユースケースイメージ



2-5 ローカル5Gに関する主なユースケースー <参考> 実証事例（1/6）

- これまで令和2年度から進められてきた「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」の事業の中で実施されてきたものの中から、実証事例について一部紹介。

「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」事例

分野	実証地域	実証件名（実証概要）
農業	北海道岩見沢市	自動トラクター等の農機の遠隔監視制御による自動運転等の実現
医療・ヘルスケア	長崎県長崎市 長崎県五島市	専門医の遠隔サポートによる離島等の基幹病院の医師の専門外来等の実現
工場	広島県廿日市市	プラントの遠隔監視によるガス漏れ等設備異常の効率的検知の実現
鉄道・道路	東京都目黒区	ローカル5Gを活用した鉄道駅における線路巡視業務・運転支援業務の高度化
文化・スポーツ	福岡県田川市	共生社会を見据えた障がい者スポーツにおけるリモートコーチングの実現

2-5 ローカル5Gに関する主なユースケースー <参考> 実証事例（2/6）

事例1

自動トラクター等の農機の遠隔監視制御による自動運転等の実現（令和2年度）

代表機関	東日本電信電話株式会社	分野	農業（水稲・畑作）
実証地域	北海道岩見沢市	コンソーシアム	東日本電信電話（株）、岩見沢市、北海道大学、（株）スマートリンク北海道、（株）クボタ、（株）日立ソリューションズ、（株）NTTドコモ、（株）はまなすインフォメーション、いわみざわ農業協同組合、いわみざわ地域ICT農業利活用研究会、日本電信電話（株）、市内実証協力生産者
実証概要	<p>農業従事者の高齢化、新規就農者の減少による労働力不足・技術継承の危機・収益力低下という課題が存在。</p> <p>➤ ① 複数台の自動運転トラクター等の遠隔監視制御（遠隔監視下での無人状態での自動走行：レベル3）の実現に関する実証、②各種センサーから取得される生育データ等のビッグデータ収集等に関する実証（最適な農業計画策定等）、③既存の複数インフラとの組み合わせによるネットワーク利活用の実証（各種センサーやカメラ等を用いた排水路監視）等の実証を実施。</p>		
技術実証	<p>➤ ルーラル環境における4.7GHz帯屋外利用の実現に向けて、遮蔽物に対する性能評価、ローカル5Gとキャリア5Gの準同期運用を含めた共用検討等を実施</p> <p>➤ 周波数：4.7GHz帯 構成：SA構成 利用環境：屋外（圃場・公道）</p>		

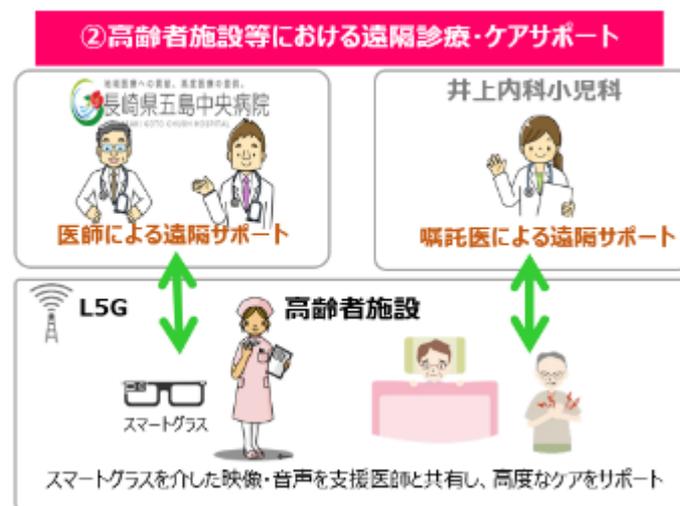
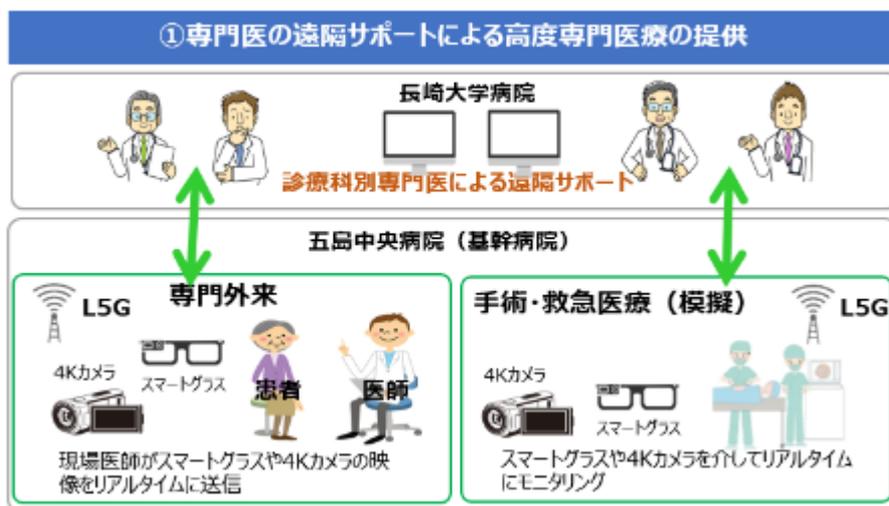


2-5 ローカル5Gに関する主なユースケースー <参考> 実証事例（3/6）

事例2 専門医の遠隔サポートによる離島等の基幹病院の医師の専門外来等の実現（令和2年度）

横展開予定（長崎県内離島）

代表機関	株式会社NTTフィールドテクノ	分野	医療・ヘルスケア
実証地域	長崎県長崎市、五島市	コンソーシアム	（株）NTTフィールドテクノ、長崎県、国立大学法人長崎大学病院、長崎県五島中央病院、社会福祉法人なごみ会、医療法人井上内科小児科医院
実証概要	<p>急速な高齢化に伴う高齢者施設や在宅での定期的な診療やケアを必要とする患者の増加という課題が存在。</p> <p>➢ ①離島等の基幹病院における、スマートグラスや4Kカメラ映像を介した専門医の遠隔サポートによる高度専門医療提供に関する実証、②離島等の医師が常駐していない高齢者施設における、スマートグラス映像を介した看護師による遠隔診療・ケアサポートに関する実証を実施。</p>		
技術実証	<p>➢ ローカル5Gの性能評価、電波伝搬特性評価及びエリア構築・システム構成の検証を実施すると共に、アップリンク/ダウンリンク比の検討や機器構成の要件検証を実施</p> <p>➢ 周波数：4.7GHz帯 構成：SA構成 利用環境：屋内（病院）</p>		

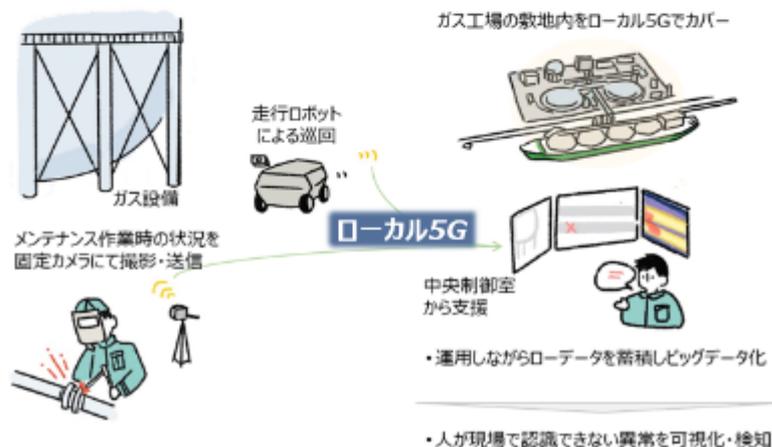


2-5 ローカル5Gに関する主なユースケースー <参考> 実証事例 (4/6)

事例3 プラントの遠隔監視によるガス漏れ等設備異常の効率的検知の実現 (令和3年度)

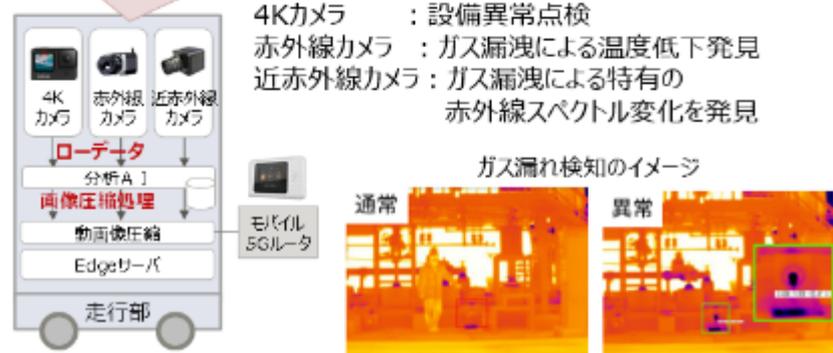
代表機関	広島ガス株式会社	分野	工場
実証地域	広島県廿日市市 (廿日市工場 LNGプラント)	コンソーシアム	広島ガス(株)、(株)富士通総研、知能技術(株)、富士通(株)、富士通ネットワークソリューションズ(株)、このまちネットワーク(株)
実証概要	<p>都市ガス製造工場においては事故防止・保安対策を徹底しているものの、事故の撲滅に向けて安心安全の更なる追及が求められているという課題が存在。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ ガス工場敷地内にローカル5G環境を構築し、構内におけるカメラ付き走行ロボットによる無人監視、メンテナンス作業時の画像処理分析を基にした遠隔支援、ローデータの蓄積・AI分析を基にした異常の可視化・検知等の実証を実施。 ➢ ガス工場内における保安レベルの更なる向上、巡回業務の効率化・合理化を実現。 		
技術実証	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 敷地内の金属構造物により自己土地の内外で大きく無線環境が異なるプラント環境における電波伝搬モデルの精緻化や、自己土地での反射による他者土地への干渉影響評価を実施。 ➢ 周波数：4.8-4.9GHz帯 (100MHz) 構成：SA方式 利用環境：屋外 		

カメラ付き走行ロボットによる無人監視



分析AI (ガス漏れ/設備劣化検知) を搭載した走行ロボット

映像のローデータをエッジで処理することで、異常を迅速に検知し、圧縮した映像とアラートを伝送



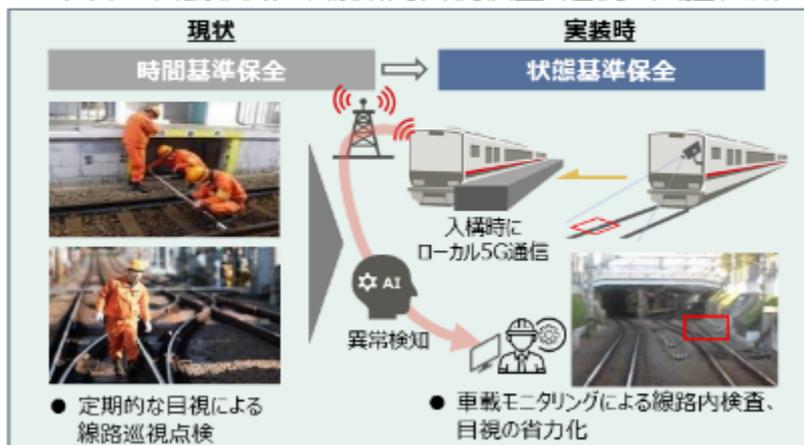
2-5 ローカル5Gに関する主なユースケースー <参考> 実証事例 (5/6)

事例4 ローカル5Gを活用した鉄道駅における線路巡視業務・運転支援業務の高度化 (令和3年度)

代表機関	住友商事株式会社	分野	鉄道・道路
実証地域	東京都目黒区 (東急電鉄自由が丘駅)	コンソーシアム	住友商事(株)、東急電鉄(株)、富士通(株)、SCSK(株)、パナソニックシステムソリューションズ ジャパン(株)、西日本旅客鉄道(株)、東京地下鉄(株) ^{※1} 、(株)Insight Edge、東急(株)、(株)クレイブ・ワン ^{※1} 鉄道部門アドバイザー
実証概要	<p>鉄道業務の安全性確保に必要となる鉄道インフラや車両のメンテナンス業務は、少子高齢化や作業環境を原因とした就業者不足という課題が存在。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 駅構内にローカル5G環境を構築し、車載モニタリングカメラとAIを活用した線路巡視業務の高度化及び、高精細カメラとAIを活用した車両ドア閉扉判断の高度化の実証を実施。 ➢ 鉄道設備の巡視・検査自動化による安全・安定輸送の継続及び鉄道運行業務の省人化・自動化を実現。 		
技術実証	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 都市部の屋内環境と屋外環境が入り混じる、且つ横長に狭小な鉄道駅構造に対し、駅ホームにおける建物侵入損や、伝搬方向に応じた周辺環境の違いを考慮した電波伝搬モデルの精緻化を実施。 ➢ 周波数：4.8-4.9GHz帯 (100MHz) 構成：SA方式 利用環境：屋外 		

車載モニタリングカメラとAIを活用した線路巡視業務の高度化

- ✓ 異常を自動検知し、線路内目視検査・巡視の負担軽減



高精細カメラとAIを活用した車両ドア閉扉判断の高度化

- ✓ 閉扉判断自動化による運転支援業務の省力化・安全性向上



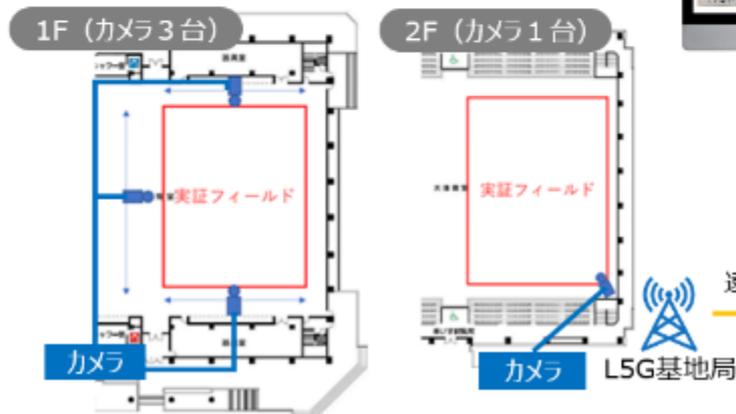
2-5 ローカル5Gに関する主なユースケース - <参考> 実証事例 (6/6)

事例5 共生社会を見据えた障がい者スポーツにおけるリモートコーチングの実現 (令和3年度)

代表機関	株式会社電通九州	分野	文化・スポーツ
実証地域	福岡県田川市 (田川市総合体育館)	コンソーシアム	(株)電通九州、富士通Japan(株)、富士通(株)、(株)電通国際情報サービス、(株)NEWTRAL、田川市、(一社) D-beyond
実証概要	障がい者スポーツの普及促進に向けては 指導者不足 や 指導が困難 といった課題が存在。 ➤ 体育館にローカル5G環境を構築し、 多視点カメラ映像 や VR技術(遠隔VR幻肢痛セラピーシステム等) 、 姿勢推定システム を活用した車いすラグビーの リアルタイムなリモートコーチング に関する実証を実施。 ➤ 障がい者スポーツの スキル向上 及び コーチング技術の高度化・多様化 を実現。		
技術実証	➤ 体育館等の 中規模スポーツ施設における建物進入損の影響 を考慮した電波伝搬モデルの精緻化を実施 ➤ 周波数：4.8-4.9GHz帯 (100MHz) 構成：SA方式 利用環境：屋内		

リモートコーチングシステム

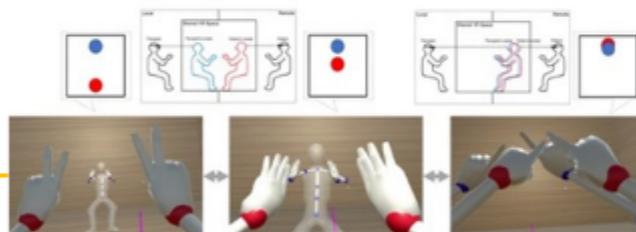
- ・体育館に設置した4台の高精細カメラで練習風景を様々な角度から撮影し、リアルタイム配信。
- ・カメラは遠隔地から操作可能で、競技者のプレーを多視点で追跡。



遠隔指導



VR技術(遠隔VR幻肢痛セラピーシステム等)



利用者がそれぞれヘッドセットを装着し、センサーが読み取った身体の状態や動きをバーチャル空間内にて再現・遠隔からのコーチングを行う。

姿勢推定システムを用いたプレー分析



試合中の選手の姿勢を撮影・分析し、リモートコーチングに活用。

第3章

Wi-Fiの基礎知識

3-1 Wi-Fiの概要

- Wi-Fiは、世界で幅広く利用されている無線通信技術であり、IEEE（米国電気電子学会）の無線通信規格802.11をベースとした技術。様々なデバイスとの接続が可能。

通信規格の概要

- Wi-Fiは、Wi-Fi Allianceの登録商標
- Wi-Fiは、無線LAN規格の1つであり、「IEEE 802.11」に準拠
- 規格ごとに周波数帯や通信速度が異なり、基本的には、新しい規格ほど高速な通信が可能
- アンライセンスバンド(免許不要の周波数帯)を使用するため、**使用に当たって電波法の免許等の取得は不要**
- 公衆無線LANのアクセスポイントを用いて、利用者にインターネットに接続するサービスを事業として提供する場合は、原則として電気通信事業法上の届出（又は登録）が必要。

主なメリット

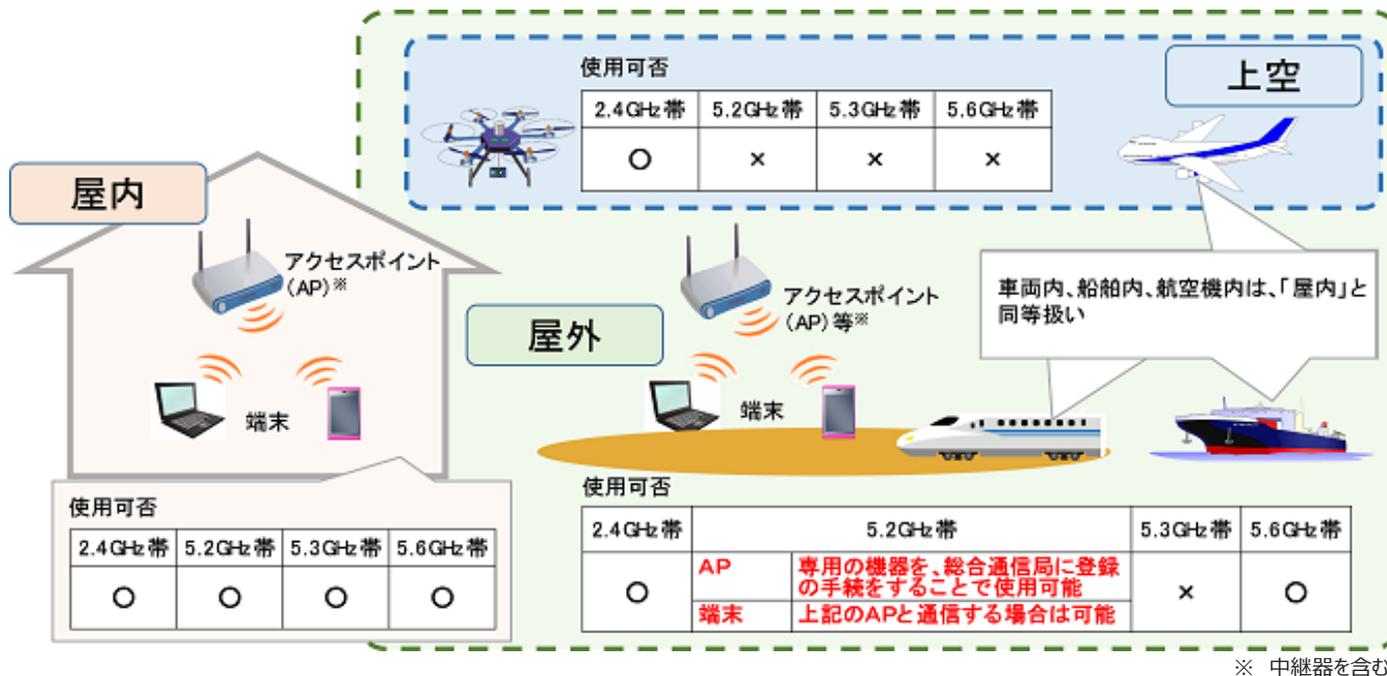
- Wi-Fi6であれば通信速度が9.6Gbps(理論値)であり、**LPWA等の他の無線通信規格と比べて高速な通信が可能**
- Wi-Fi規格に対応している**デバイスの数・種類が豊富であり汎用性が高い**

無線規格	周波数帯	速度(規格上)	実効距離(目安)
IEEE 802.11b/g/n (Wi-Fi)	2.4 GHz	1~600 Mbps	40 m
IEEE 802.11a/n (Wi-Fi)	5 GHz	6~600 Mbps	30 m
IEEE 802.11ac (Wi-Fi 4)	5 GHz	6.93 Gbps	30 m
IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6)	2.4 GHz、5 GHz	9.6 Gbps	30~40 m
IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6E) [※]	2.4 GHz、5 GHz、6 GHz	9.6 Gbps	30~40 m

※ 令和4年9月2日の総務省令の公布により、「6GHz帯の無線LAN（Wi-Fi 6E）」が利用可能となった。今後、順次対応製品が発売される見通し。

3-2 Wi-Fiに関する制度 – これまでの2.4GHz帯及び5GHz帯での利用

- これまで、無線LANで使用される電波の周波数は大きく分けて2.4GHz帯と5GHz帯があり、5GHz帯は5.2GHz、5.3GHz、5.6GHz帯に分けられる。
- 2.4GHz帯と5GHz帯の無線LANの無線局は、電波法上の技術基準等を満たしており、かつ、技適マークがついている機器を使用する場合は、免許不要。
- 屋外利用可能な周波数帯は2.4GHz帯と5.6GHz帯であったが、平成30年6月から条件付で5.2GHz帯の屋外利用が可能となっている。
- さらに今後は、6GHz帯（Wi-Fi 6E）が利用可能になったことで、より利活用の幅が広がっていくことが期待される。



2.4GHz 帯及び 5GHz 帯無線 LAN の利用可能場所

3-3 Wi-Fiに関する技術的な特徴

- Wi-Fiの電波規格による主な特徴は以下のとおり。

	メリット	デメリット
2.4GHz帯	<ul style="list-style-type: none"> 対応機器が多い 障害物に強い 遠方まで電波が届く 	<ul style="list-style-type: none"> 電波同士が干渉しやすい
5GHz帯	<ul style="list-style-type: none"> 2.4GHz帯に比べて通信速度が速い 電波の干渉を受けにくい 	<ul style="list-style-type: none"> 対応機器が少ない 障害物に弱い 電波の届く距離が比較的短い
6GHz帯	<ul style="list-style-type: none"> 帯域幅がさらに広い 利用機器が少なく低遅延 電波の干渉を受けにくい DFS[※]が不要で電波が安定 	<ul style="list-style-type: none"> 対応機器が少ない 障害物に弱い 電波の届く距離が比較的短い



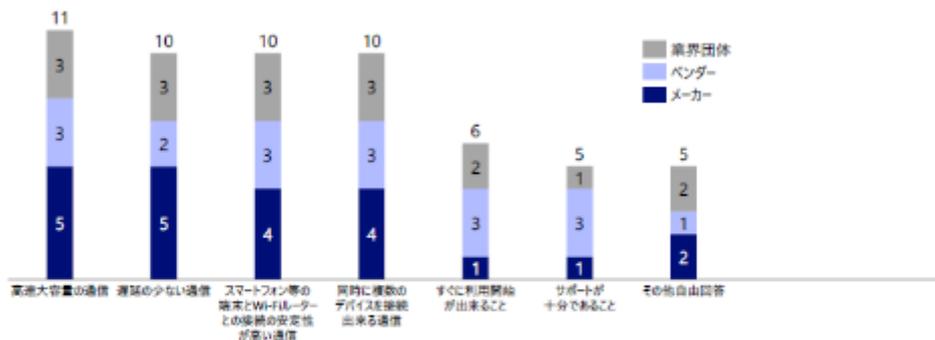
※Dynamic Frequency Selectionの略。5GHz帯無線デバイスの動作周波数を他のレーダーと干渉しないものに動的に切り替える一連の処理

3-3 Wi-Fiに関する技術的な特徴 – <参考> Wi-Fi 6E（6GHz帯無線LAN）の普及予測

- 無線LAN機器メーカーや関係団体へのヒアリングによれば、我が国における6GHz帯無線LAN関連機器市場の立上りは、2023年と予想されている。
- Wi-Fi Allianceは、Wi-Fi6E機器の世界出荷台数は2021年には約2億台に、2024年には約15億台になると予想している。

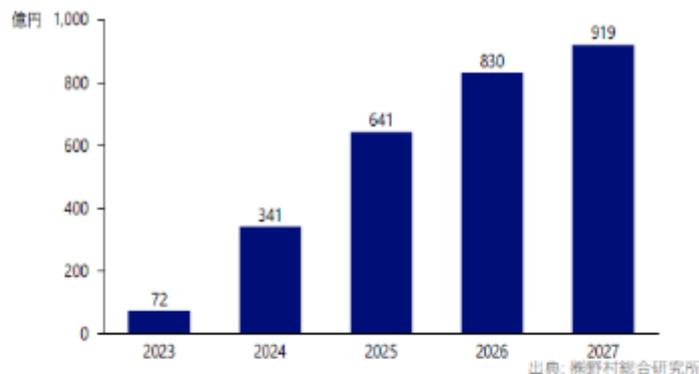
アンケート・ヒアリング調査

6GHz帯無線LANの製品・サービスについて、広帯域の周波数を利用可能なため高速大容量通信の実現を期待する回答が最も多く、次に、低遅延通信・接続安定性の高い通信、同時多接続通信を期待。

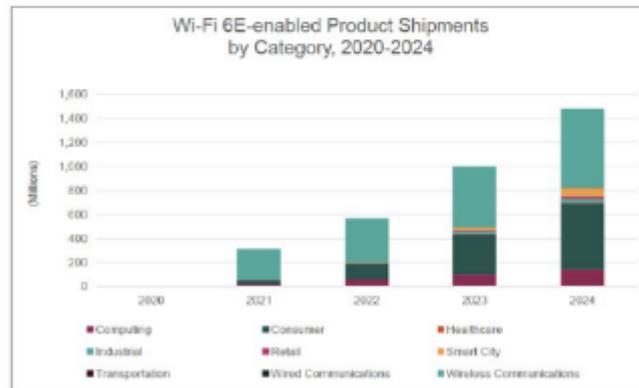


6GHz帯無線LANは、以下の項目が期待されている。

項目	理由
帯域幅の活用	160MHz幅が複数チャネル活用できる
通信安定性の向上	2.4GHzの低通信速度や5GHzの不安定性がない
高速大容量通信	高精細映像のニーズやゲーム・VR/ARの高速大容量で低遅延
カスタマイズ性	5Gに比べ、低コストで増設や変更が容易



国内における無線LAN機器市場規模予測



Wi-Fi 6Eの出荷予測

3-4 Wi-Fiに関する主なユースケース

6GHz帯無線LANシステムの利用シーン

- 6GHz帯無線LANの導入に伴い、モバイル端末を用いた動画再生やAR（拡張現実）エンタメ分野でのVR（仮想現実）や高精細映像配信の利用拡大が想定される。
- 工場や医療分野において遠隔制御・通信等の活用が見込まれる等、様々なシーンでの利用が期待される。



AR(拡張現実)



VR(仮想現実)
ゲーム
エンターテインメント



工場等における
遠隔低遅延自制御遠隔監視



医療における
高速データ伝送遠隔モニタ



スマートホームにおける
8K超高精細映像送信
高速無線LAN



8K仮想現実リアルタイム
ストリーミングサービス



中継カメラと連携した
Wi-Fi6E 共有器1台を通じ
て100台の端末で競技を同
時視聴



Wi-Fi6E によるUHD放送受信



コーヒーショップでの
Wi-Fi6E 活用非対面注文
サービス

第4章

LPWAの基礎知識

4-1 LPWAの概要

- LPWAは、低消費電力、長距離伝送、低速通信において広域のセンサーデータ収集を中心に活用される。

通信規格の概要

- LPWA (Low Power Wide Area) は、低消費電力(電池で最大10年)、長距離伝送(都市部: 数km)、低レート(<数十kbps)の通信で、広域のセンサーデータ収集を中心に活用される。
- LPWAについては、制度上、電波法の免許や登録といった手続を行うことなく利用可能。

主なメリット

- 低消費電力**により、電池交換等の機器メンテナンスの頻度が抑えられ保守を効率化できる
- 長距離伝送**により、1台の基地局で広範囲のデバイスが収容でき運用コストが下げられる
- 無線局免許を必要としない周波数帯で運用でき、**独自ネットワークの構築が容易**

項目

規格の例

Sigfox

LoRaWAN

ZETA

関連団体

Sigfox独自

LoRa Alliance

ZETA Alliance

最大通信速度
(理論値)

上り 100bps
下り 600bps

50kbps

50kbps

周波数帯

920MHz帯

920MHz帯

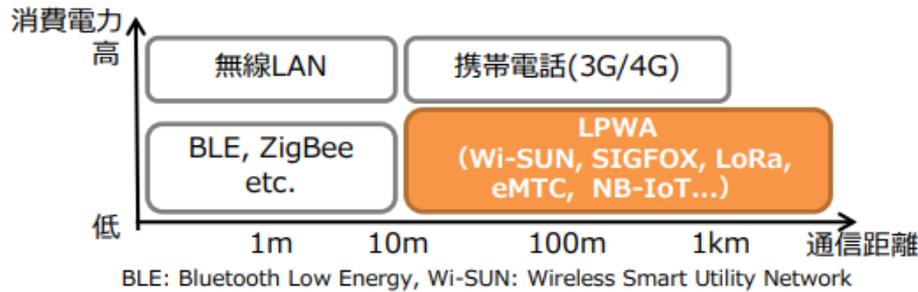
920MHz帯
429MHz帯

活用シーン、ユースケース

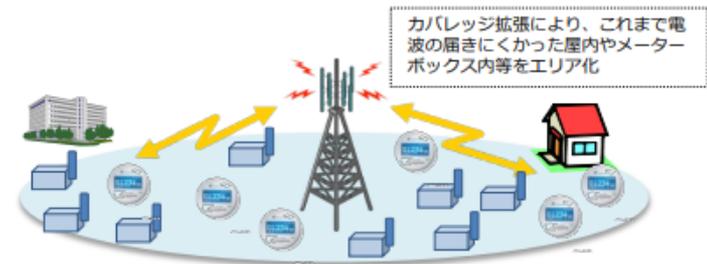
- LPWAは身の周りの家電だけでなく、公共サービスや産業分野でも活用される
- 公園内にカメラやセンサーを設置し、環境状態をモニタリング
- 冷蔵庫の温度管理を遠隔で行うシステムの導入
- 施設や装置等の稼働状況を監視
- 船や飛行機で使う輸送パレットにLPWAモジュールを装着し、紛失を防止 (LPWAは国や地域をまたいでも通信可能)

4-2 LPWAに関する制度

- IoT社会の本格的な到来に向け、従来よりも低消費電力、広いカバーエリア、低コストを可能とするIoT時代の無線通信システムであるLPWAの実現が期待されている。
- 新たな無線通信システムであるLoRa、SIGFOXや、携帯電話ネットワークを利用するeMTC（enhanced Machine Type Communication）、NB-IoT（Narrow Band IoT）などが提案され、導入に向けた取組みが本格化。



図：LPWAと既存の通信技術の違い



図：LPWAの利用例（スマートメーター）

システム	新たな無線通信システム		携帯電話システムベース	
	SIGFOX	LoRa	eMTC	NB-IoT
推進団体	SIGFOX (仏)	LoRa Alliance (米)	3 G P P	3 G P P
使用周波数	920MHz帯 (免許不要の周波数帯)	920MHz帯 (免許不要の周波数帯)	携帯電話の帯域	携帯電話の帯域
通信速度	上り：100bps 下り：600bps	上り/下り 250bps～50kbps程度	上り/下り 300kbps～1Mbps	上り：62kbps 下り：21kbps
カバレッジ拡張	数km～数十km	数km～十数km	数km～十数km	数km～十数km
ビジネスモデル	SIGFOX又はパートナー事業者がネットワークを展開し、世界51か国でIoTサービスを展開（2018年1月時点）	LoRa Allianceの認定機器を用いることで、誰でもネットワークを構築可能。 67の通信事業者がLoRaを展開しており、世界100ヶ国以上、300ヶ所以上で実証・運用（2018年1月時点）	3GPPリリース13（2016年6月）で仕様化。各国・地域の携帯電話事業者が商用サービス開始に向けた実証等を実施	3GPPリリース13（2016年6月）で仕様化。各国・地域の携帯電話事業者が商用サービス開始に向けた実証等を実施

4-2 LPWAに関する制度 – <参考> LPWAに関する無線システムの動向予測

- 自動車、家電、ロボットなどあらゆるモノがインターネットにつながり、情報のやり取りをすることで、新たな付加価値を生み出すIoT時代の本格的な到来が期待されている。
- スマートフォン、PCの接続数の大きな増加が見込めないのに対し、LPWAなどインターネットにつながるIoT端末数は、今後、大きな増加が期待されている。

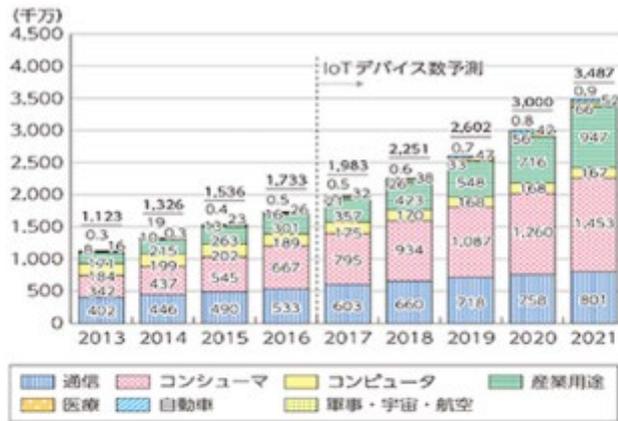


図1: 世界のIoTデバイス数の推移及び予測 (出典: 平成29年版情報通信白書)

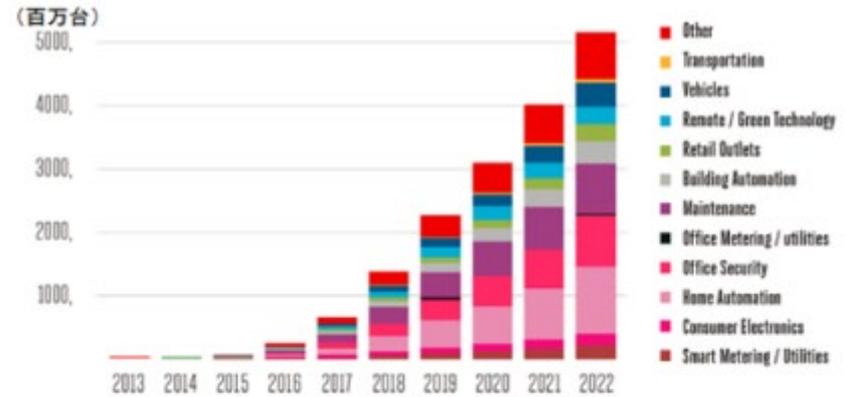


図2: LPWA端末の接続数

出典: Mobile Internet of Things
Low Power Wide Area Connectivity
GSMA Industry Paper (2016年3月)

ネットワークにつながる端末数単位: 10億 (billions)

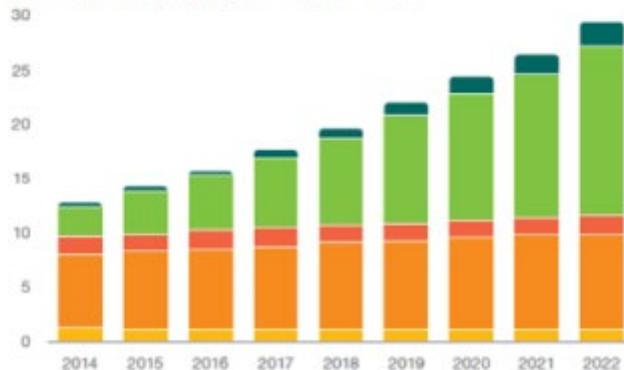


図3: ネットワークに接続される端末数の予測

IoT端末の
成長が予測

	2016	2022	CAGR (年平均成長率)
Wide-area IoT	0.4	2.1	30%
Short-range IoT	5.2	15.5	20%
PC/laptop/tablet	1.6	1.7	0%
Mobile phones	7.3	8.6	3%
Fixed phones	1.4	1.3	0%

16 billion
29 billion

出典: Ericsson Mobility Report (2017年6月)

4-3 LPWAに関する技術的特徴

- LPWAの通信速度は数kbpsから数百kbps程度と携帯電話システムと比較して低速なものの、一般的な電池で数年から数十年にわたって運用可能な省電力性や、数kmから数十kmもの通信が可能な広域性を有している。

特徴	
低消費電力	単一の小型フォームファクタバッテリーで複数年のデバイス動作を実現
広いサービスエリア	都市や地下の環境などの複数のユースケースをカバーするために、全国のおよび国際的な携帯電話レベルのカバレッジを提供することが可能
その他の利点	エンドポイント密度が高い、ハードウェアコストが安い、接続コストが安い、データレートが低い、待ち時間が制限される、可動性

出典 総務省「情報通信白書」（平成29年度）を基に作成

4-4 LPWAに関する主なユースケース

海外におけるLPWA (SIGFOX, LoRa) の活用事例

健康・医療



高齢者の訪問介護支援 (General Council of the Loiret社)

- 高齢者宅にタイムカード (スマートカードリーダー) を設置し、介護者が訪問した時間を記録
- 温度センサを内蔵。温度異常を家族へ自動的に通知して高齢者の熱中症等を防止
- バッテリーで2年間稼動
- 介護費の適正化や高齢者の孤立防止に貢献



自動体外式除細動器 (AED) 保守 (Laerdal社)

- AEDボックスのドアの開閉による使用状況やAED本体の状況を監視
- バッテリーで4年間稼動

インフラ管理



街灯管理 (inteliLiGHT社)

- ハンガリー・サダ市においてLoRaを活用した効率的な街灯管理を実証。
- 1基地局で周囲15km以内の20,000本の電灯のON/OFFや消費電力等を管理可能。



鉄道保守 (intensens社)

- 夏季・冬季の線路の温度差や張力負荷、列車通過時の線路荷重、ポイント切替器の切替回数等をデータを計測・送信
- 鉄道線路の保守・管理を効率化

物流

食の物流管理 (Proximus社)

- 食品工場、輸送トラック、レストラン等の各拠点において、食品の温度を計測し、データをクラウド上に集約。
- サプライチェーンにおける食品の品質管理を少ないコストで実現。



農業

養蜂支援 (Optibee社)

- ミツバチの巣箱の遠隔監視
- 巣箱の異常 (温湿度など)、蜜の採取が必要な際に10分以内にメールやSNSでアラート通知
- バッテリーで2年稼動



第5章

Wi-Fi HaLowの基礎知識

5-1 Wi-Fi HaLowの概要

- Wi-Fi HaLow (IEEE.802.11ah) は、従来のLPWAよりも速い通信速度を実現する新たな無線通信システムであり、長距離かつ多数接続が必要なIoT分野において、高速な通信が必要なシーンでの活用が期待される。

通信規格の概要

- Wi-Fi HaLow (IEEE.802.11ah) は、920MHz帯の周波数を利用する通信手段の一つで、特にIoTの通信システムをはじめとする分野で期待される新しい種類のWi-Fi規格
- 国内では2022年9月5日に制度整備が完了し、今後、順次対応製品が発売される見通し
- アンライセンスバンド(免許不要の周波数帯)を使用するため、**使用に当たって電波法の免許等の取得は不要**

主なメリット

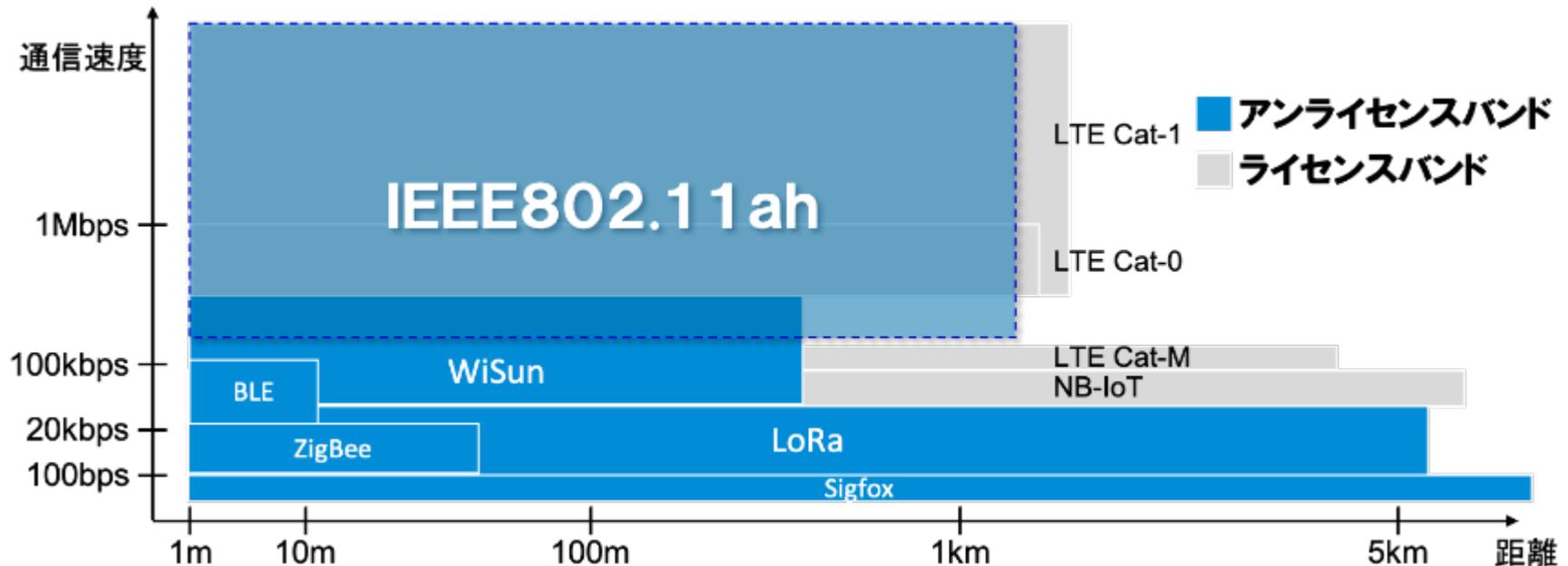
- **画像や動画データを伝送可能な通信速度**
- **1kmを超える長距離伝送が可能**
- **低消費電力**であり、複数年の電池寿命を実現可能

項目	概要	活用シーン、ユースケース
伝搬距離	1km超	<ul style="list-style-type: none"> • サブ1GHz帯の周波数の利用により、1km以上の距離をカバーしつつ、従来のLPWAを凌ぐ伝送速度での通信が可能であるため、スマートシティ、オフィス、スマートホーム、農業などにおける活用が期待される ①セキュリティ対策のパッチやファームウェア等、大容量データの短時間送信 ②広大な危険エリアや山間部等において、センサーでは判断できない事象を画像映像データで把握 ③沿岸部等、通信環境がないエリアにおけるデータ伝送
周波数帯	920MHz帯	
速度 (規格上)	150kbps～数Mbps	

5-2 Wi-Fi HaLowに関する制度

- IoT向けの規格としては、携帯電話事業者などが主に提供するライセンスバンドを用いる規格と、免許不要の帯域を用いるアンライセンスバンドを用いる規格がある。
- 802.11ahのIoT向け規格との違いは、アンライセンスバンドを用いる規格であることから、ライセンスバンドを利用するIoT規格が利用しづらい環境において、有効な選択肢になる。

802.11ahと他規格との比較



出典：AHPC (<https://www.11ahpc.org/11ah/index.html>)

5-3 Wi-Fi HaLowに関する技術的な特徴

- IEEE.802.11ahの主な4つの特徴は下記のとおり

1. **Wi-Fiの伝送エリアが大きく拡大**
2. 端末・アクセスポイント・クラウドまでエンドエンドで**利用者が自由にネットワークを構築**
3. **フルオープン・デファクトスタンダード規格のIP通信に対応したWi-FiベースのLPWA**
4. 画像や映像の送受信にも活用ができる**数Mbps程度のスループット**



第6章

通信キャリアを利用したIoTサービスの基礎知識

6-1 通信キャリアを利用したIoTサービスの概要

- 主要な通信キャリアにおけるIoTのサービスとして各企業に割り当てられた専用の周波数で通信を行うことから、電波干渉が起りにくい安定した接続環境が整備されるとして期待されている。

通信規格の概要

- LTE-M (eMTC) とNB-IoTが代表的なIoT機器向けLPWA方式の通信規格として利用されている
- 免許を交付された通信キャリアによって、電波干渉が起りにくい安定した接続環境が整えられる (通信キャリアにおけるLTE網の人口カバー率は99%以上)

主なメリット

- **低消費電力**により、電池交換等の機器メンテナンスの頻度が抑えられ保守を効率化できる
- **長距離伝送**により、1台の基地局で広範囲のデバイスが収容でき運用コストが下げられる
- ハンドオーバー機能により、移動局、例えば携帯電話等の端末と通信する基地局を移動中に切り替えることで通信が途切れることなく、ほかの基地局へとスムーズに切り替えが可能なることから移動中も使用が可能
- FOTA (Firmware Over The Air) により、さまざまな通信機器のセキュリティを守るためのソフトウェアアップデートが可能

項目

規格の例

LTE-M (eMTC)

NB-IoT

最大通信速度
(理論値)

300kbps~1Mbps
(使用する周波数帯域による)

上り62kbps
下り21kbps

周波数帯域幅

1.08MHz帯

180kHz帯

ハンドオーバー
(モビリティ)

○

×

活用シーン、ユースケース

- ウェアラブルなど移動を伴う利活用にも対応可能
- スマートメーター、防犯機器など警報通知や災害時における異常検知
- (本紙 第4章と同様のため参照)

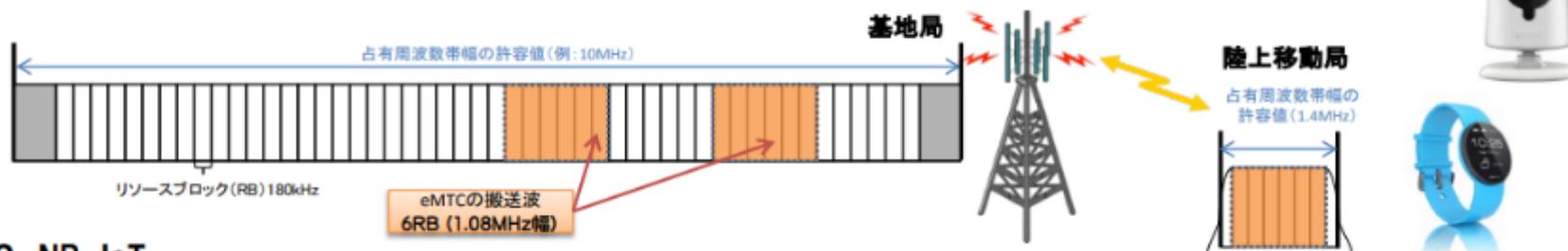
6-2 通信キャリアを利用したIoTサービスに関する制度

eMTC/NB-IoTについて

- eMTC / NB-IoTは、通信事業者において、スマートフォン等に対する通信サービスの提供と共に、IoT向けの通信サービスを提供可能な技術であり、既存の携帯電話網(基地局等)を活用することで、速やかなサービス提供が可能。
- 周波数帯域幅や通信方式の見直し、省電力技術の採用等により、省電力、低コスト、ワイドエリアを実現。

1. eMTC

- ✓ eMTCは、ウェアラブル機器など低～中速の移動に対応し、比較的伝送速度を要するIoTサービスでの利用が想定。
- ✓ 既存の携帯電話等の技術基準(LTE及びBWA)を改正し、eMTC陸上移動局の運用を可能とする制度改正を実施。



2. NB-IoT

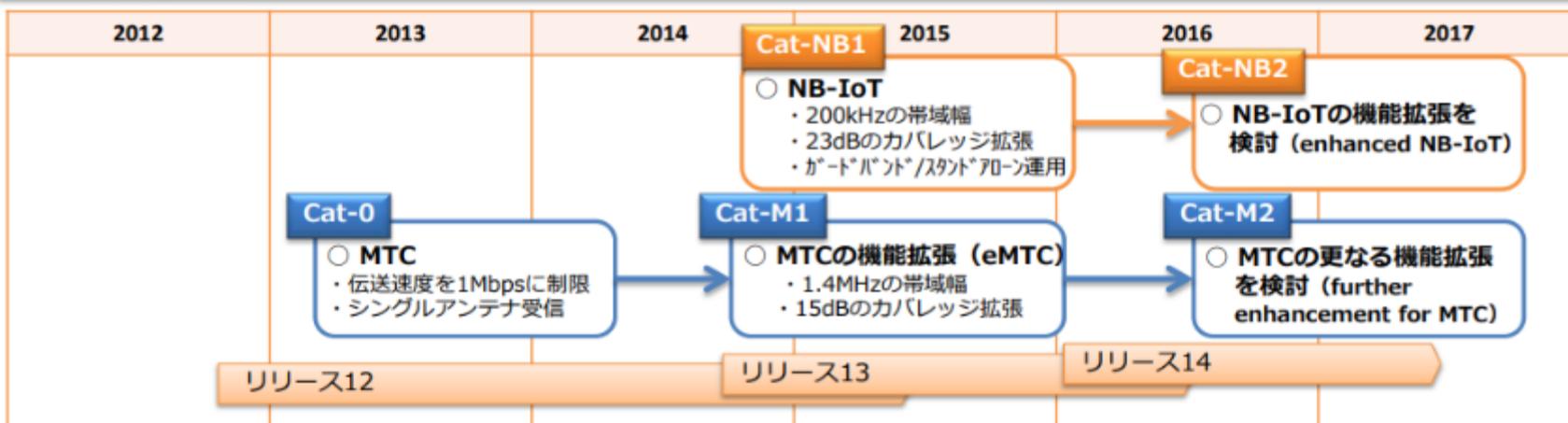
- ✓ NB-IoTは、スマートメータなど少量のデータ通信向けIoTサービスでの利用が想定。
- ✓ 既存の携帯電話の技術基準(LTE)を改正し、NB-IoT陸上移動局の運用、既存の占有周波数帯幅の許容置の範囲内でガードバンドを除く範囲で搬送波を送信する①「インバンドモード」基地局に加え、ガードバンドを含め搬送波を送信する②「ガードバンドモード」基地局の運用を可能とする制度改正を実施。



6-2 通信キャリアを利用したIoTサービスに関する制度

LPWA(携帯電話システムベース) eMTC/NB-IoTの3GPPにおける標準化状況

- ✓ IoT時代の到来を見据え、3GPP(3rd Generation Partnership Project)において、省電力等を実現するIoT向けの移動通信システムの検討が本格化。
- ✓ 2016年6月に策定された3GPP リリース13において、1Mbpsの伝送速度に対応した「eMTC」と伝送速度を抑えた「NB-IoT」の仕様を策定。



表：LTE-AdvancedとeMTC/NB-IoTの比較

	LTE-Advanced	eMTC	NB-IoT
周波数(バンド)	全LTEバンド	1(2GHz), 2, 3(1.7GHz), 4, 5, 7, 8(900MHz), 11(1.5GHz), 12, 13, 18(800MHz), 19(800MHz), 20, 21(1.5GHz), 26(800MHz), 27, 28(700MHz), 31【FDD/HD-FDD】, 39, 41(2.5GHz)【TDD】	1(2GHz), 2, 3(1.7GHz), 5, 8(900MHz), 11(1.5GHz), 12, 13, 17, 18(800MHz), 19(800MHz), 20, 21(1.5GHz), 25, 26(800MHz), 28(700MHz), 31, 66, 70 <small>(注) バンド21は、2017年6月に標準化完了に向けて活動中。</small>
周波数帯幅	5,10,15,20MHz	1.08MHz(ガードバンド除く) (NB-IoTより通信速度が速い)	180kHz(ガードバンド除く)
通信方式	FDD, TDD	FDD, TDD, HD-FDD	HD-FDD
コスト	-	シングルアンテナ(MIMO非対応)、半二重・全二重対応、データ処理の簡素化で構造も簡素化し、低コストを実現	シングルアンテナ(MIMO非対応)、構造簡素化に加え、半二重のみ対応で、eMTCよりもさらに低コストを実現
バッテリー寿命目標	-	10年以上(※1)	10年以上(※1)
カバレッジ拡張	-	15dB(※2)	23dB(※2)(eMTCより広い)
モビリティ対応	あり	あり	ハンドオーバー非対応

6-3 通信キャリアを利用したIoTサービスに関するユースケース

LPWA(携帯電話システムベース)のサービスイメージ

- ✓ eMTC/NB-IoTは、ワイドエリア、低消費電力といった特徴を有する携帯電話をベースとしたIoT技術。電力・ガス・水道等のスマートメーター、各種センサー、機器の維持管理、物流等のM2M分野のほか、ウェアラブル、医療ヘルスケアなどの分野の活用も期待。
- ✓ 比較的伝送速度の速い(～1Mbps) eMTCと伝送速度が遅い(数十kbps程度) NB-IoTを利用形態に応じて活用。
- ✓ KDDIは国内初となるeMTCを2018年1月29日から提供開始。NTTドコモ、ソフトバンクについては提供開始時期未定。
- ✓ NB-IoTの提供時期については各社未定。

eMTC	NB-IoT
------	--------

低～中速の移動に対応
比較的大きいデータに対応
1Mbps程度の通信用途

通信中の移動は想定外
少量のデータ通信に最適化
数10kbps程度の通信用途



ウェアラブル端末、スマートメーター

ウェアラブル機器
ヘルスケア、見守りなど

スマートメーター
機器管理、故障検知など

ユースケース	適用例
ガス・水道メータリング	電源確保が難しく電波が届きにくかったメータボックス内に設置
貨物追跡	電源が確保できないコンテナ等の貨物や自転車等へ取り付け
ウェアラブル	スマートウォッチ、バイタルセンサー等のウェアラブル端末で利用
環境・農業系センサー	電源確保が難しく電波が届きにくかった山間地、河川、農地、牧場等に設置
ファシリティ	電波が届きにくかったオフィスビル等の電源設備室や空調機械室等に設置
スマートホーム	インターネット経由での玄関ドアロック、窓の開閉監視、家電の遠隔操作等を実現
スマートシティ	駐車場管理、街灯の制御、渋滞状況に応じた信号制御、ゴミ収集等を実現



※ 新世代モバイル通信システム委員会 基本コンセプト作業班 ワイヤレスIoTアドホックグループ(第1回)会合資料(古川構成員、川西構成員、上村構成員)より作成