

# 阪神電車のローカル5G活動 ～地域版5Gの実現を目指して～

2021年2月2日

阪神電気鉄道株式会社

情報・通信事業本部 情報・通信統括部

中村 光則



- ① 地域BWAアップデート
- ② ローカル5G制度への期待
  - ✓ 『広域的な利用』の実現(マイノリティ派の思い)
- ③ ローカル5G実証実験

## お問合せ先

阪神電気鉄道株式会社

情報・通信事業本部 情報・通信統括部

中村 光則

: [nakamura.m@her.hanshin.co.jp](mailto:nakamura.m@her.hanshin.co.jp)

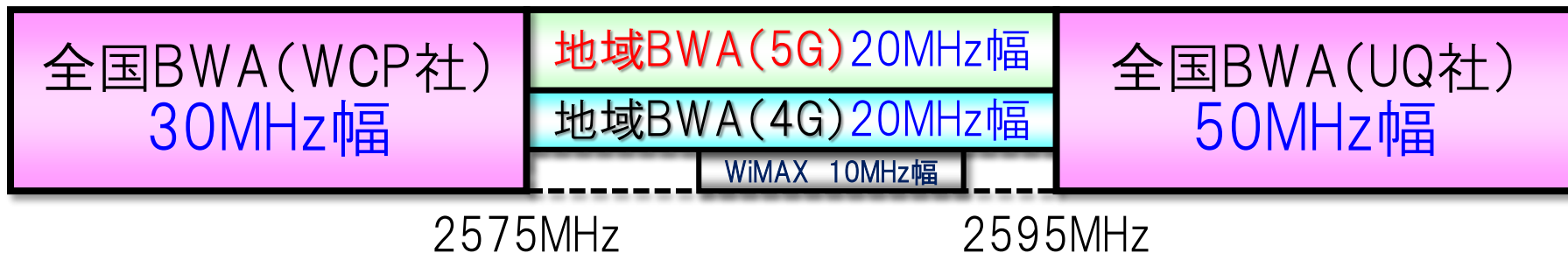
: 電話 06-6457-2162

: FAX 06-6457-2369

# ① 地域BWAアップデート

② ローカル5G制度への期待

③ ローカル5G実証実験



## ・地域BWAと自営等BWA

- ① 地域BWA・・・2008年に制度化され、2014年に4G化
- 4G-BWA方式の国内表記は、『AXGP』と『WiMAX R2.1AE』

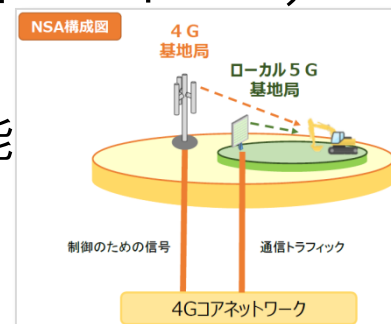
- 2575～2595MHz 専用電波帯 20MHz幅
- TD-LTE方式 下り220Mbps@4MIMO

- 世界標準の4G
- 5G移行も視野



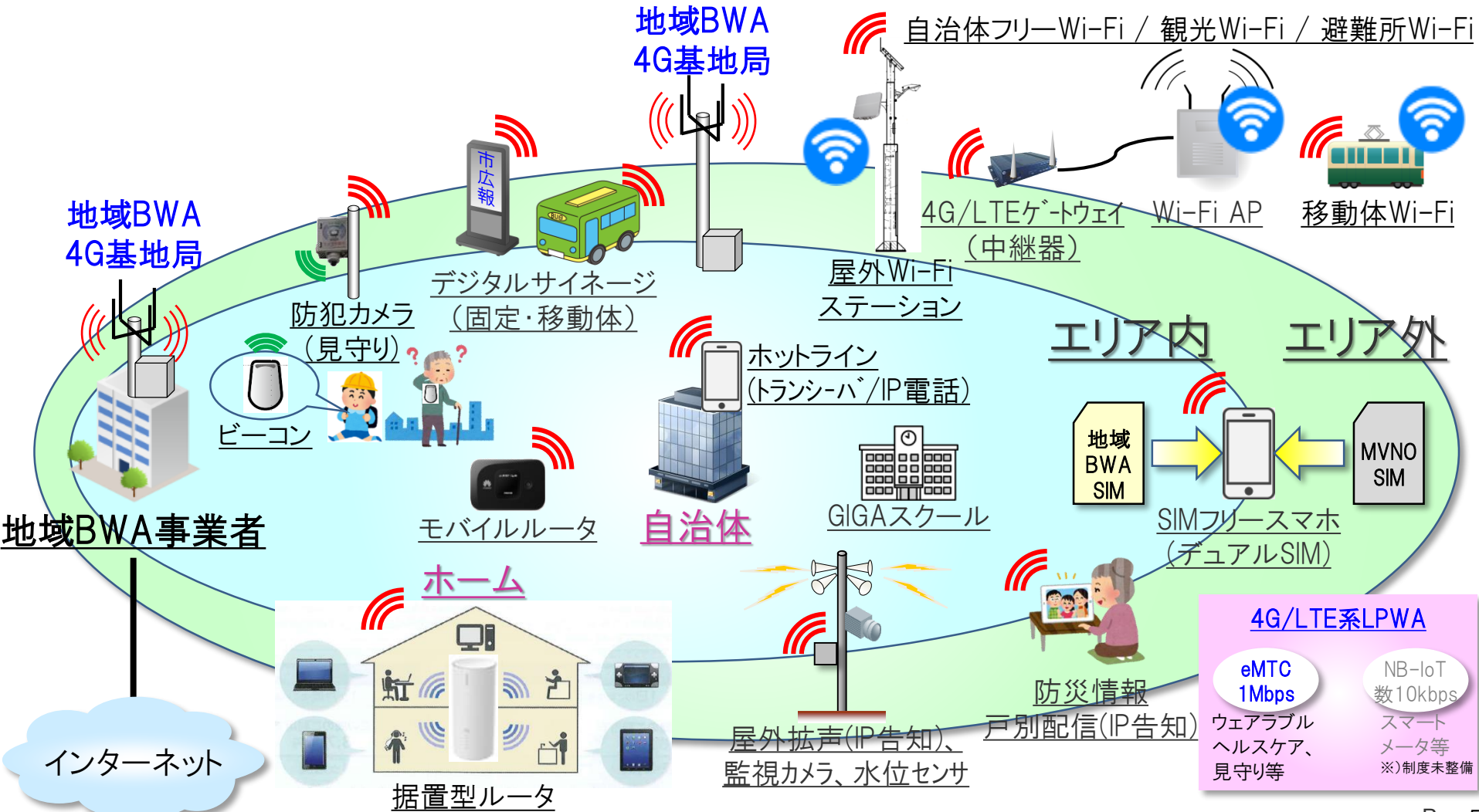
## ② 自営等BWA・・・2019年末に制度化

- ローカル5Gのアンカー利用 or 自営利用(プライベートLTE)
- 地域BWAと同じ帯域を利用(最大20MHz幅)
  - ✓電波干渉しないよう、地域BWAの空白地で利用可能
    - 地域BWAに比べて優先度が低い(≒2次業務免許)
  - ✓自営利用なので、自治体同意が不要



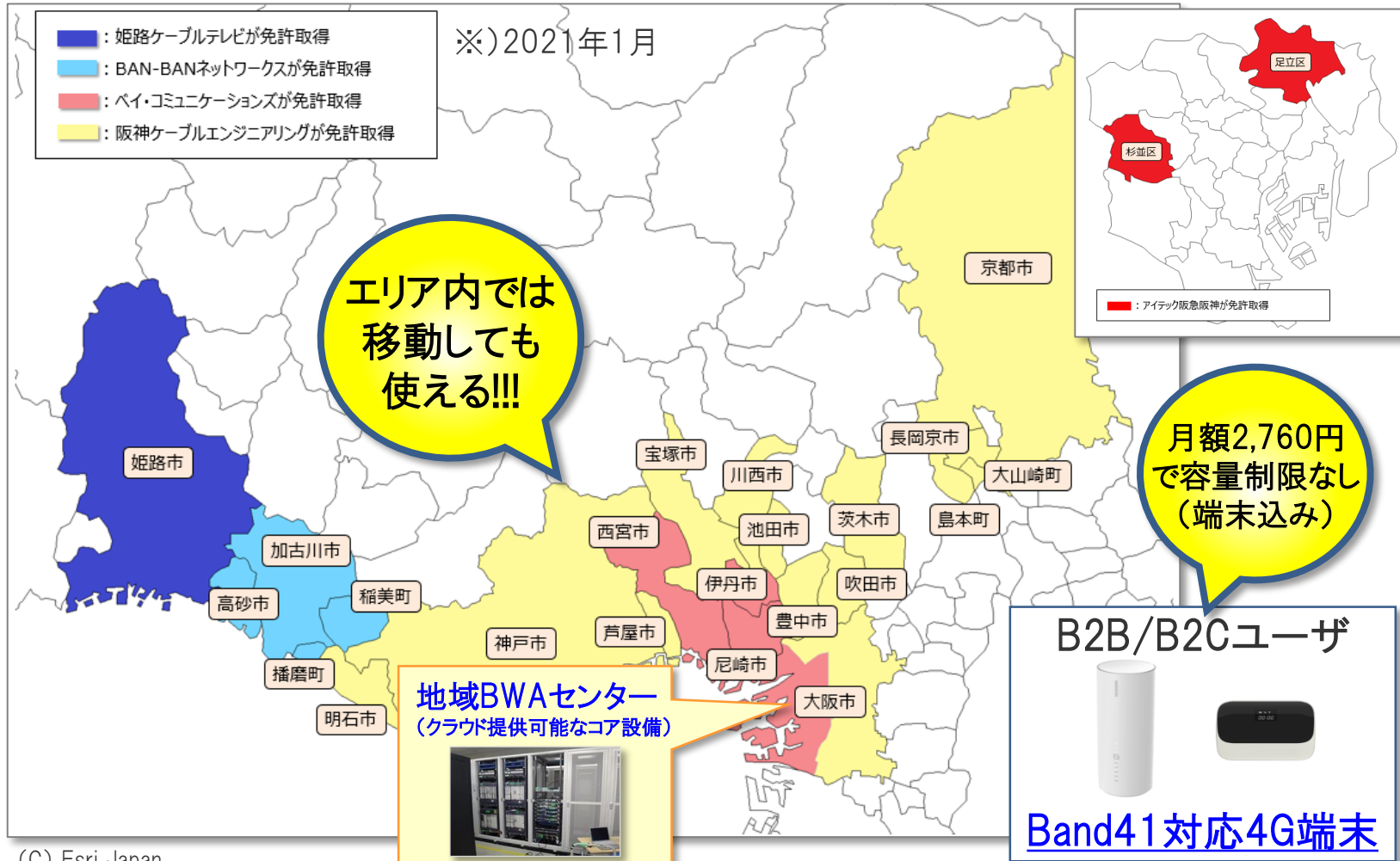
## 地域BWAのサービス状況・・・市場の概況

- 地域事業者が一般向け～公共サービスまで多彩に展開



## 弊社エリア・・・2016年から4G/LTEで再始動

- 24自治体でサービス提供中(今後もエリアを拡大予定)



(C) Esri Japan

※ 国土地理院発行の数値地図(国土基本情報)とESRIジャパンの全国市区町村界データを使用

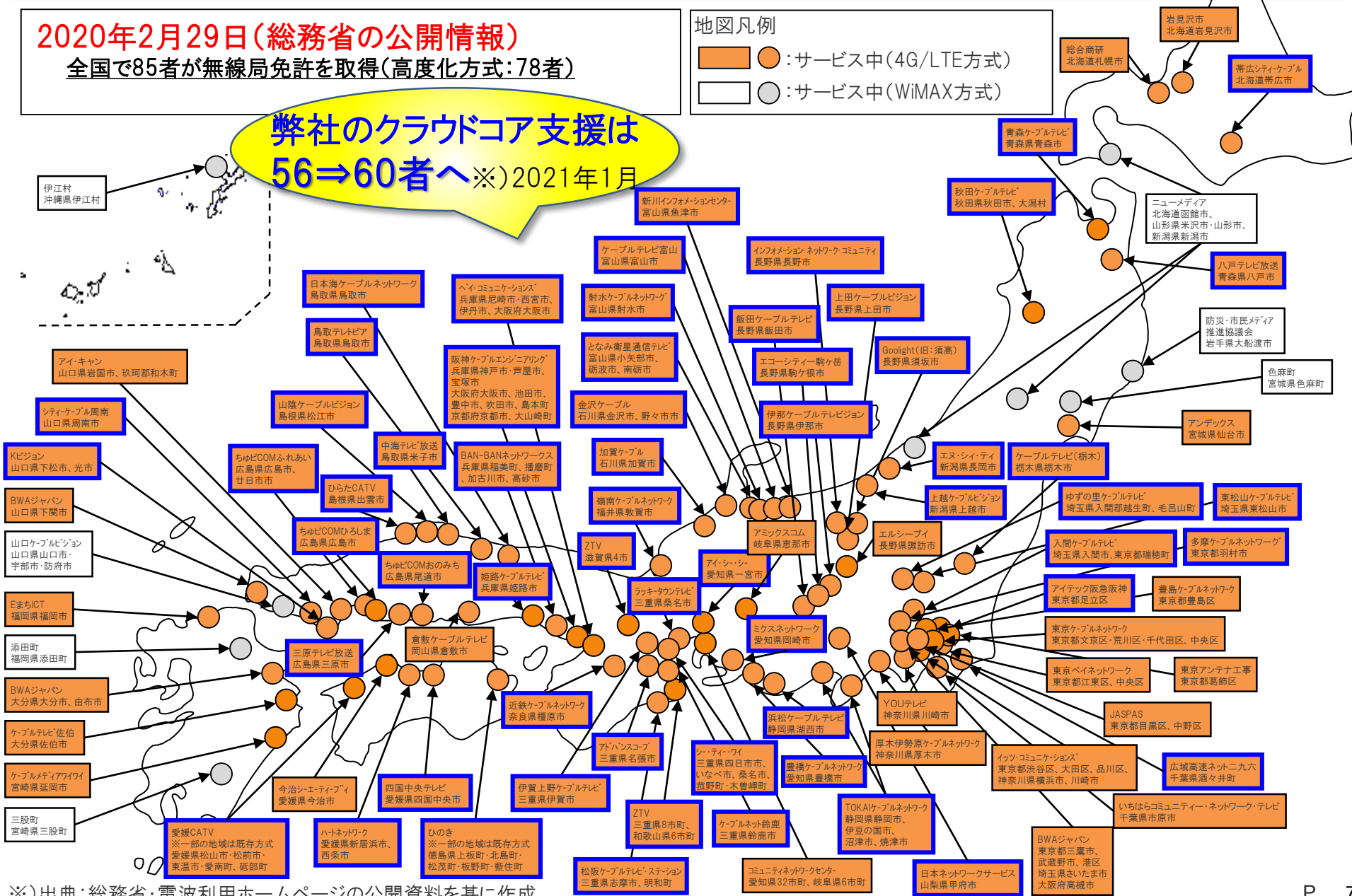


# 地域BWAアップデート・・・全国の状況

**2020年2月29日(総務省の公開情報)**  
**全国で85者が無線局免許を取得(高度化方式:78者)**

地図凡例  
  : サービス中(4G/LTE方式)  
  : サービス中(WiMAX方式)

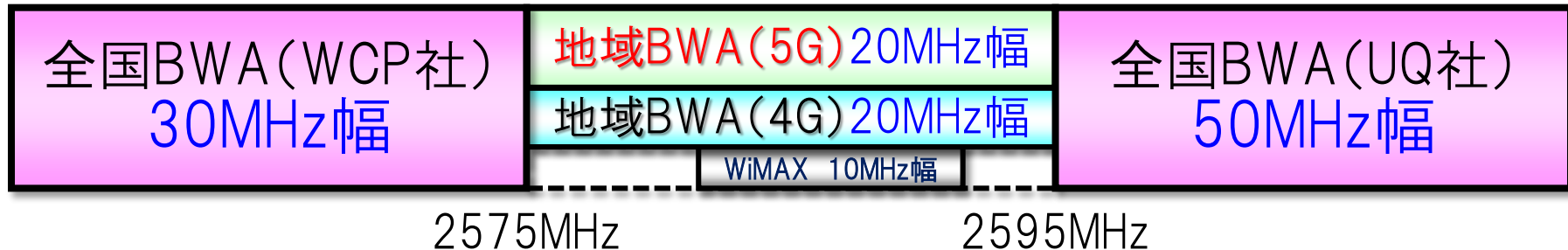
**弊社のクラウドコア支援は  
 56⇒60者へ※)2021年1月**



※) 出典: 総務省・電波利用ホームページの公開資料を基に作成

## 全国/地域BWA共に2020年8月に制度改正

### BWA帯の構成



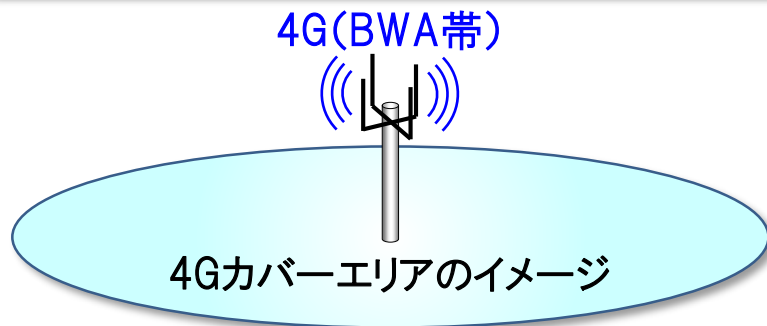
### 何がかわるか？

#### □ これまで

- ✓ 帯域幅:最大20MHz(100RB)
- ✓ 通信速度:下り220Mbps(現状)
- ✓ 伝送遅延:10msec(最小)

#### □ 今後(想定)

- ✓ 帯域幅:最大20MHz(100RB)
- ✓ 通信速度:4Gと同等
- ✓ 伝送遅延:2.5msec @25RBの場合





① 地域BWAアップデート

## ② ローカル5G制度への期待

③ ローカル5G実証実験

Sub6帯

4,600MHz 4,900MHz

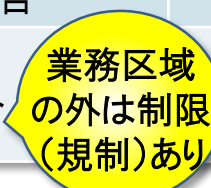
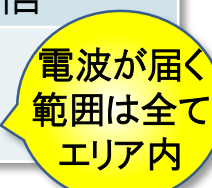
ミリ波帯

28.2GHz

29.1GHz

## それぞれの制度のポイントは？

- ローカル5G・・・自営利用の免許(自己土地内で整備)
- 地域BWA・・・広域利用の免許(地域で面整備)

	ローカル5G (2019/12～)	地域BWA (2008/4～)
免許の分類(主たる扱い)	自営用	電気通信事業用
周波数帯(周波数幅)	4.7GHz帯(最大100MHz幅) 28GHz帯(最大400MHz幅)	2.5GHz帯(最大20MHz幅)
実効通信速度(2×2MIMO、64QAM)	下り 500M～2Gbpsクラス	下り 100Mbpsクラス
免許申請者	個人、法人問わず誰でも	電気通信事業者、自治体
免許の考え方	<u>自己土地利用</u> (自分の土地で自分のために)	<u>≒他者土地利用</u> (一般・公共エリアで通信サービス)
エリア整備の考え方	自己の敷地・建物内に限ってエリア化(=業務区域)	複数基地局で地域全体をエリア化(≒広域利用)
自己土地内(業務区域)での利用	移動&固定通信	移動&固定通信
自己土地外での利用 (電波の漏れたエリア)	固定通信のみ 	移動&固定通信 

## 総務省における整理…情報通信審議会(2020/7)

### ローカル5Gの主なユースケース※

※構成員から提案のあったユースケース及び利用シーンを基に類型化。あくまで例示であり、今回整理された内容に制限されるものではない。

### 主な利用シーン

	ユースケース	主な利用シーン		
		屋内	敷地内屋外	敷地外屋外
地域利用	◆ 防災・災害対応 : 河川等の状況監視、インフラ保全 等	○	○	○
	◆ 暮らし : 高齢者の見守り、地域コンテンツの配信 等	○	○	○
	◆ 医療・教育 : 地域医療ネットワーク、電子教材の活用 等	○	○	○
	◆ 農業・畜産業・地場産業 : 農機具の自動運転、センサ等による状況監視	○	○	○
	◆ 観光 : 観光情報の配信 等	○	○	○
産業利用	◆ 工場・プラント施設 : 産業用ロボット制御、IoTセンサ等による状況監視	○	○	○
	◆ 商業 : 電子タグ等による商品管理、デジタルサイネージ 等	○	○	○
	◆ 建設・工事 : 重機などの遠隔操作、カメラ等による状況監視・検査 等	○	○	○
	◆ 港湾 : クレーン等の遠隔操作、物資の追跡 等	○	○	○
	◆ 鉄道・空港 : カメラ等による施設内の状況監視、遠隔制御 等	○	○	○
	◆ エンターテインメント : 超高精細映像による映像配信、警備による状況監視	○	○	○

自己土地利用

他者土地利用  
||  
広域的な利用

当面のフォーカス

産業利用

地域利用  
(街づくり)

点線の中  
自己土地利用

点線の外  
他者土地利用

## ・ 広域的な利用(≒他社土地利用)の解禁は？

- ・ 今後の検討事項として先送りとなっている
  - 当面は『産業利用』を主体とした制度が継続される

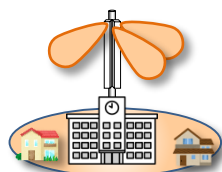
### ■ 拡張周波数帯における免許主体の範囲の考え方

- ・ 28.2-28.3GHzの導入の際に整理された「自己土地利用」、「他者土地利用」の考え方を踏襲。
- ・ 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、自己土地利用として扱うこととする。(※28.2-28.3GHzに対しても適用)
- ・ ローカル5Gの広域利用(広範囲に他者の土地まで含めてカバーする場合)については、サービスイメージ等が具体化された段階で今後検討を行うこととする。

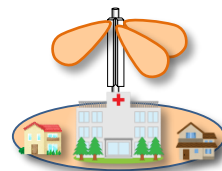
※) 出典:2020年7月14日、情報通信審議会の一部答申(概要)から抜粋



商店街とその周辺



学校とその周辺



病院とその周辺



町内会や自治会  
(防災における1単位)

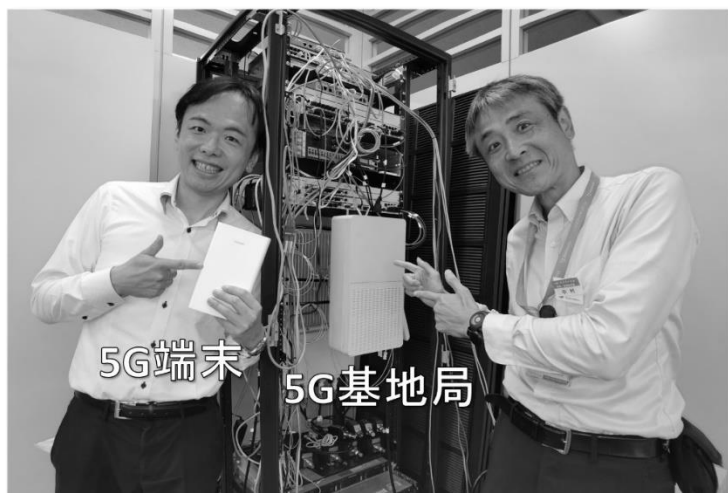
認められていない“広域的なエリア整備”の具体例

**今後:『広域的な利用』ユースケースの具体化に取り組む考え**

① 地域BWAアップデート

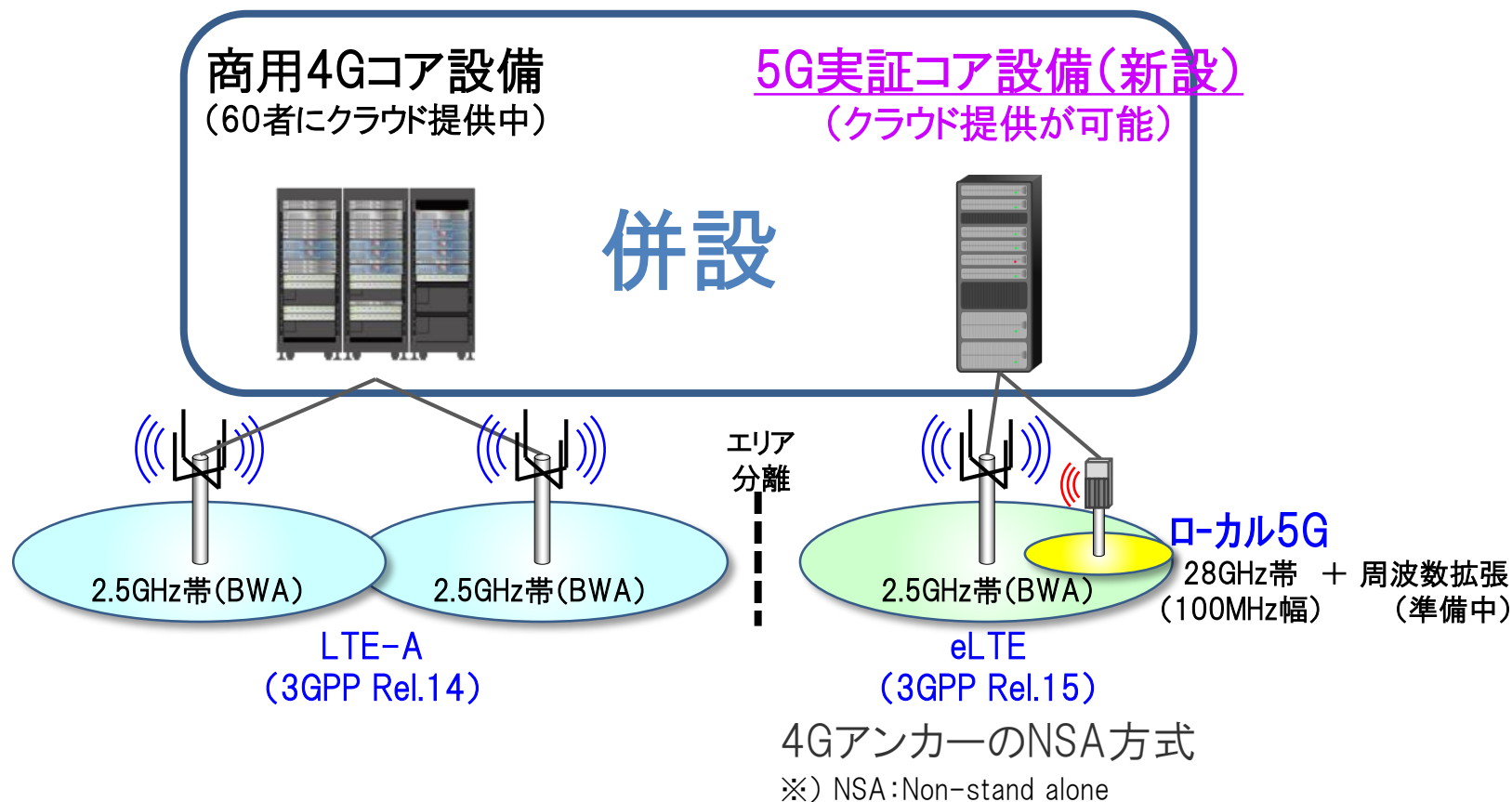
② ローカル5G制度への期待

# ③ ローカル5G実証実験



## 2020年7月から運用開始…実験試験局設備として

- 2021年明けから実証実験支援サービスを開始
- 『広域利用』を想定した実証実験を国内各地で進める
  - ローカル5Gの本免許では実現不可能な『広域利用』が可能

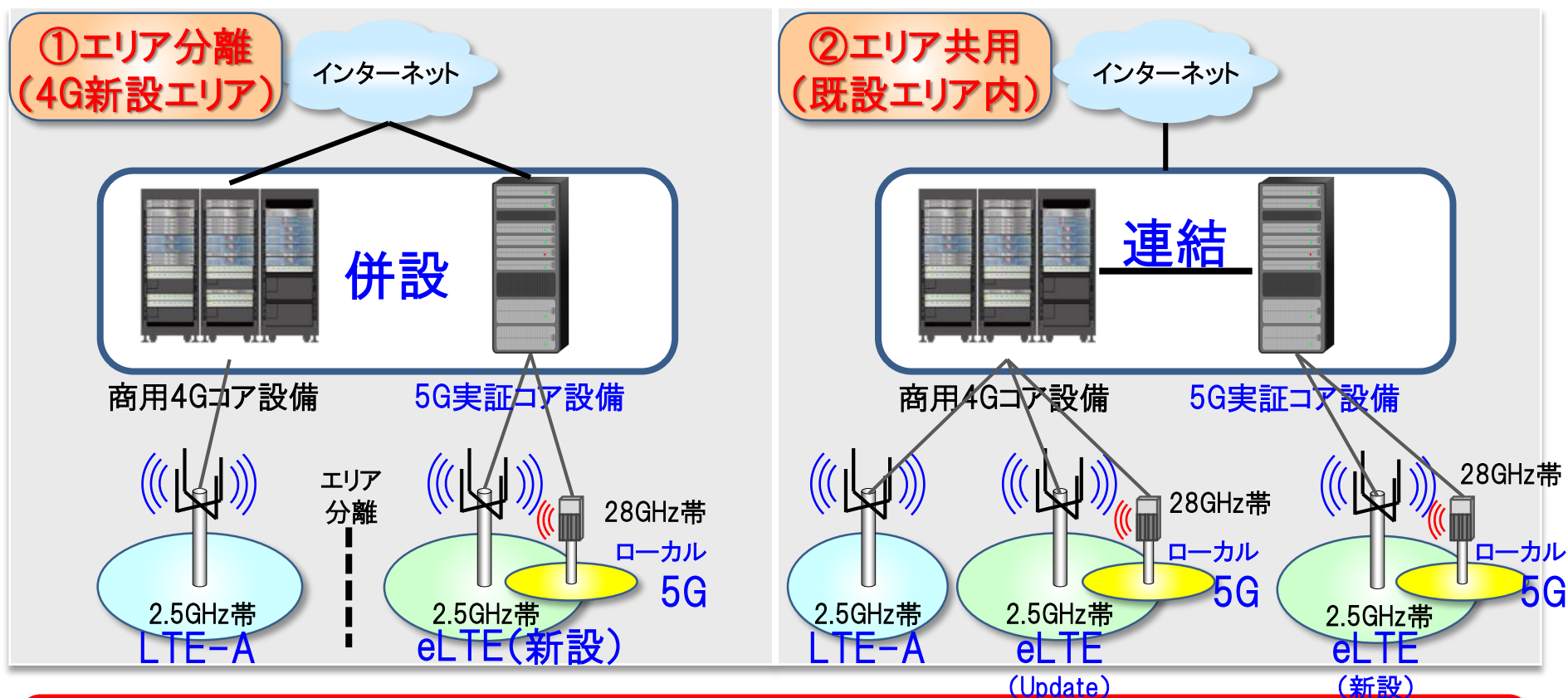




# ローカル5G実証設備の立上げ・活用

## ・商用4G設備との連携・・・2020年10月に完了

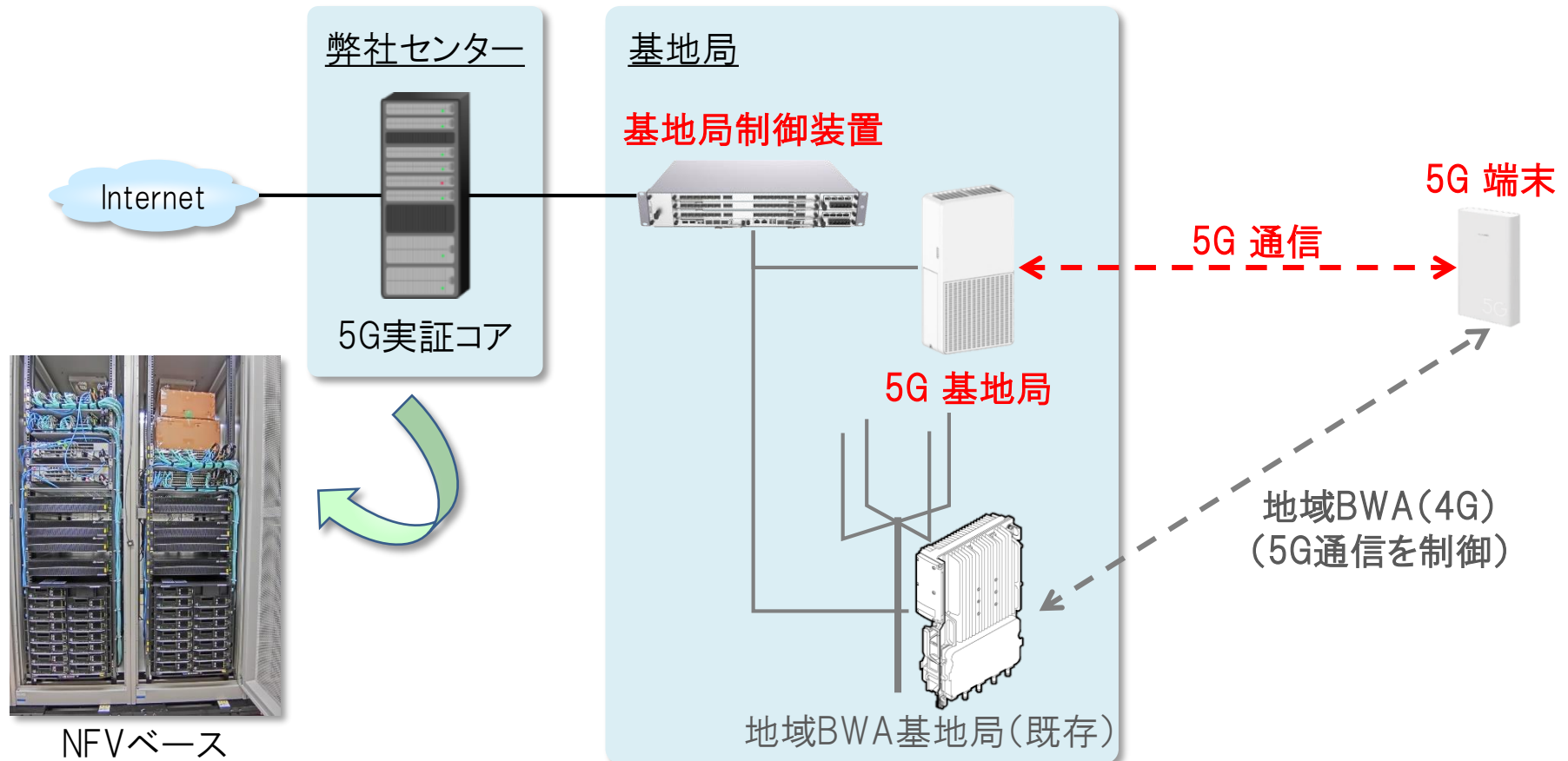
- ① 当初：商用4Gエリアと分離してローカル5G運用
- ② 現在：商用4Gエリアでローカル5Gを混在運用可能



実証実験は2022年頃まで(予定) ⇒ 本格運用へ

## ローカル5G実証設備…システム構成(NSA方式)

- 実験試験局: 28GHz帯(100MHz幅)
  - 保有数: 基地局相当×3基、移動局相当×9台
- 今後…4.8GHz帯(100MHz幅)機器を追加予定(今春)

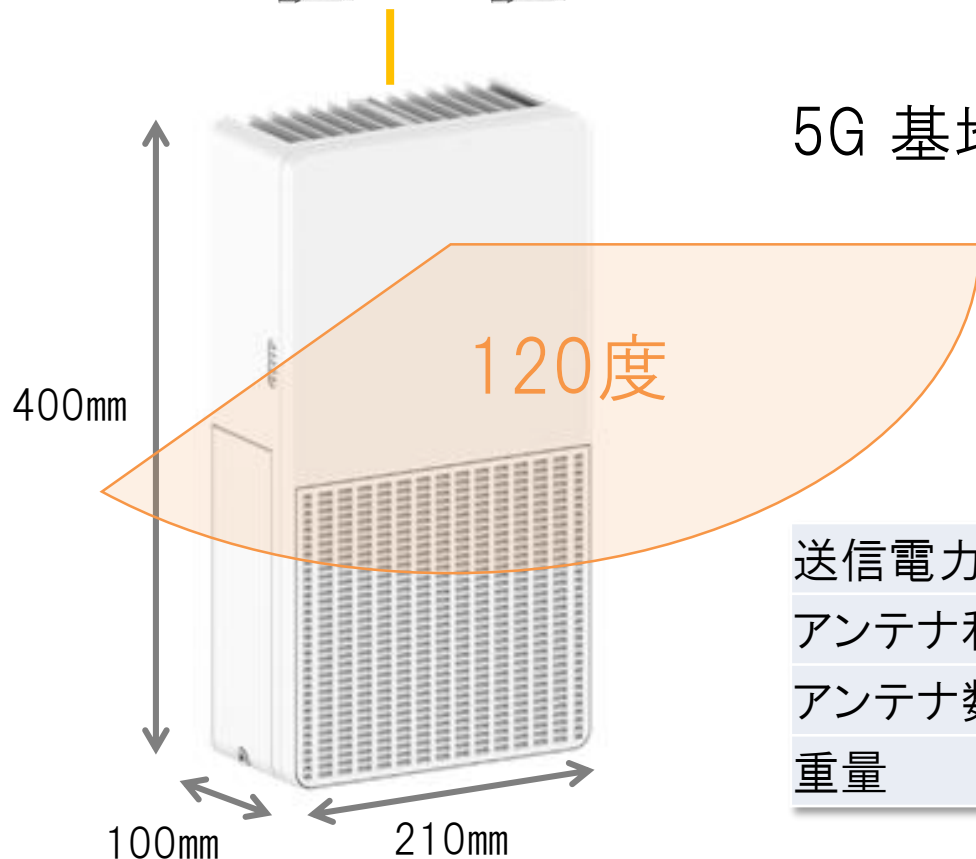


## ローカル5G実証設備・・・5G基地局設備

- マッシブMIMOアンテナを内蔵した一体型



5G 基地局制御装置



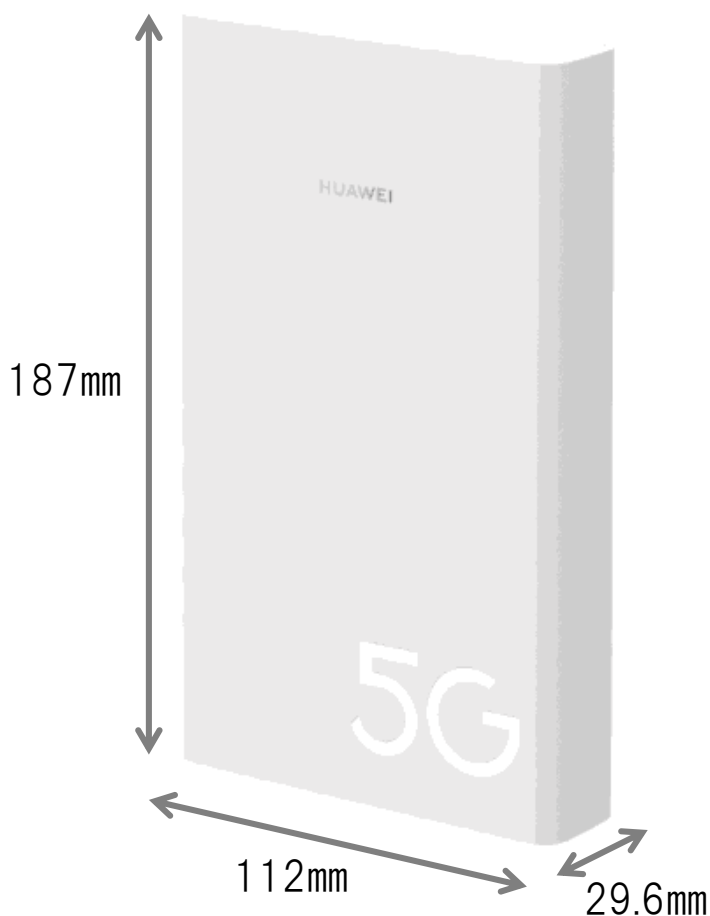
5G 基地局(28GHz帯・100MHz幅)

送信電力	0.1W (20dBm)
アンテナ利得	25dBi
アンテナ数	192T 192RのマッシブMIMO
重量	8kg

## ローカル5G実証設備・・・5G端末

- 屋外設置が可能なCPE型。Wi-Fi機能なし

□5Gエリア外では、4G-BWAで通信を継続



項目		仕様
3GPP	プロトコル	Release 15
	対応方式	NSA、SA
5G	対応周波数	n41/77/78/79/ <u>257</u> *1)
	MIMO	2×2 MIMO
	利得	16dBi
	変調方式	DL/UL:256QAM/256QAM
4G	対応周波数	TDD:B34/38/39/40/ <u>41</u> /42/43
		3dBi
	MIMO	4×4 MIMO
	変調方式	DL/UL:256QAM/64QAM
筐体	質量	600g
	電源	PoE
	防水・防塵	IP65

※1) n41:BWAを含む2.5GHz帯、n79:ローカル5Gの4.7GHz帯、n257:キャリア5Gとローカル5Gを含む28GHz帯

## ・現在計画中的の実証実験・・・広域利用にフォーカス

地域BWA事業者	地域	内容【 <u>利用シーン想定</u> 】	環境	無線局	実施時期
阪神ケーブルエンジニアリング	近畿	<ul style="list-style-type: none"> <li>電波伝搬特性(ミリ波・Sub6帯)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 基本性能</li> <li>➢ 遮蔽物</li> <li>➢ 降雨・降雪減衰</li> <li>➢ 反射(メタマテリアル)</li> </ul> </li> <li><b>ミリ波・屋外400MHz幅運用時の干渉評価</b></li> <li>モビリティ、<b>ハンドオーバー(4G⇔5G)</b></li> <li>ローカルエッジ(MEC)検証</li> <li>マルチベンダ検証</li> <li>アプリケーション、端末開発</li> </ul>	屋内 屋外	実験試験局12局 (28.2-28.3GHz帯)  追って、追加予定 (4.8-4.9GHz帯) (28.3-29.1GHz帯)	2020年7月から最大5年間
<b>弊社エリア以外での実証実験計画(今後も増える見込み)</b>					
大阪市立大学	近畿	【 <u>広域想定</u> 】盲導犬ロボットの遠隔制御	屋外	ミリ波帯無線局 (Sub6帯無線局)	<b>2020年9月(実施済み)</b> 今後も、再実験を予定
地域BWA事業者 A	全国	【 <u>広域想定</u> 】大学キャンパス内の利用、および近隣に住む学生の遠隔授業支援	屋外	ミリ波帯無線局 Sub6帯無線局	調整中(2021年度)
地域BWA事業者 B	全国	【 <u>広域想定</u> 】5Gメッシュネットワークによる災害に強いまちづくりの検証(≒IAB)	屋外	ミリ波帯無線局 Sub6帯無線局	調整中(2021年度)
地域BWA事業者 C	全国	【 <u>広域・狭域</u> 】自治体系ラボへの実験設備提供	屋外 屋内	ミリ波帯無線局 Sub6帯無線局	準備中(2020年度)
地域BWA事業者 D	全国	【 <u>広域想定</u> 】スマートシティ実現に向けた取り組み	屋外	Sub6帯無線局	調整中(2021年度)

## ローカル5Gの実力値

### 実験結果の速報(概要)

□本格的な試験・評価はこれから・・・

【伝搬距離シミュレーション結果(参考)】アンテナ20m高/都市部/NLOS

- BWA帯 : 2500m
- 4.7GHz帯 : マクロセル 950m / スモールセル 220m
- 28GHz帯 : 210m

【理想的な通信速度の計算結果(参考)】

- BWA帯 : 下り110Mbps(64QAM、2MIMO、20MHz幅)
- Sub6帯 : 下り0.6Gbps(64QAM、2MIMO、100MHz幅)
- ミリ波帯 : 下り2.4Gbps(64QAM、2MIMO、400MHz幅)
- 現状の世界最速: 5Gbps(ミリ波800MHz幅、ベライゾン)

	測定結果 (28GHz帯・100MHz幅)	備考
1. 通信速度	上り: 約120Mbps(電波暗室)	理論値: 160Mbps
	下り: 約550Mbps(電波暗室)	理論値: 640Mbps
2. 遅延特性	3~4ミリ秒(電波暗室)	無線区間
3. 伝搬距離	500m@RSRP-100dBm 上り57Mbps/下り207Mbps	見通し(LOS)条件、屋外 ※国外で測定
	1160m@RSRP-110dBm 上り30Mbps/下り100Mbps	見通し(LOS)条件、屋外 ※国外で測定
4. 遮蔽の影響 & 利活用	見通し外(NLOS)条件では通信困難	
	28GHz帯においては、同一敷地内(室内)等で見通しを確保した通信環境を利用するユースケースが適している	

**最新情報**  
 大阪市立大学での  
 実験(2020/9)  
 LOS条件: 360m  
 下り520Mbps  
 @RSRP105dBm

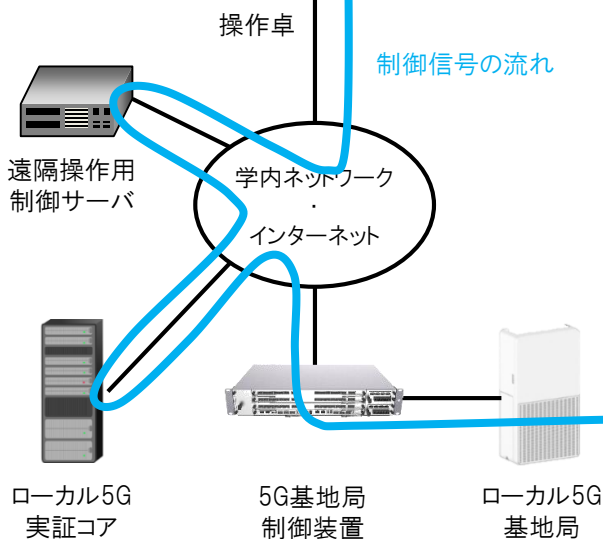
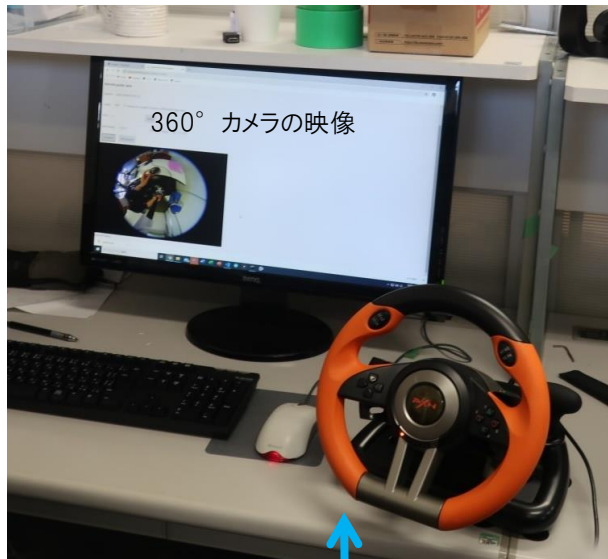
※) LOS: 見通しがある、Line of sight  
 ※) NLOS: 見通しが無い、Non line of sight



# 【参考】盲導ロボットの遠隔操作実験

※) 協力: 大阪市立大学

## 実験環境



## 盲導ロボット「GuiDe Cane」

- 車輪付きの杖型歩行者支援装置
- 装置が利用者を引っ張るのではなく、利用者が押すことで一緒に進む
- 遠隔操作者がカメラの映像を見ながら車輪のステアリングとブレーキを操作し、利用者の行先を案内

## 5Gの期待

### 低遅延

- 操作性向上

### 高速・大容量

- 操作カメラ映像の高解像度化

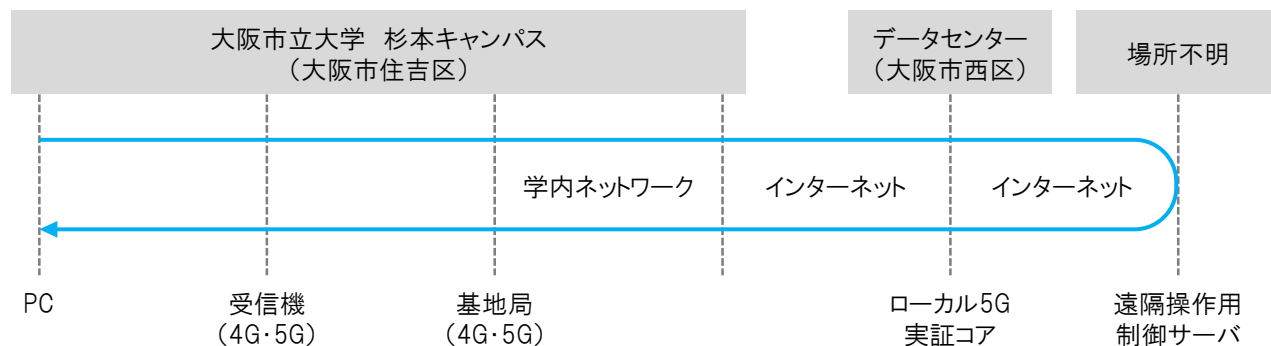
(現在は、4G回線を利用しているため、通信容量の都合上、遠隔操作の映像が小さく視認しづらい)

# 【参考】盲導ロボットの遠隔操作実験

※) 協力: 大阪市立大学

## 実験結果

- 5G受信機に接続したPC～制御サーバ間および4G受信機に接続したPC～制御サーバ間、それぞれのping応答時間を測定し5Gと4Gの遅延時間を比較



	ping応答時間
5G	平均22ms
4G	平均68ms

- 5G受信機を盲導ロボットに搭載し、遠隔操作の操作性を検証

ロボットの向きによって、遮蔽などを影響を受け、受信強度が大きく変動することで、通信品質の劣化(カメラ映像が粗くなるなど)が発生したため、28GHz帯5Gを利用した遠隔操作には課題が残る結果であった。

(実験に使用した受信機は、固定利用を前提とした仕様のため、特に指向性が高い)

なお、受信機はNSA対応のため、5Gが圏外となった場合に、瞬時に4Gへ切り替わることは確認できた。



カメラ映像から路面の白線を読み取り、白線に沿うように遠隔操作

## ローカル5G と 地域BWAの考え方(期待)

- ローカル5G : 『広域利用』解禁に期待、NSA⇒SAへ
- 地域BWA : 4G整備を進め、5G更新は2025年頃～

### 想定する3ステップ

2020年～2021年度	2022年～2024年度	2025年以降～
ローカル5G実証フェーズ(NSA)	ローカル5G本格運用(SA)	BWAの4G⇒5G 更新開始
<ul style="list-style-type: none"> <li>NSA構成でローカル5G展開                             <ul style="list-style-type: none"> <li>実証実験で広域利用提案</li> </ul> </li> <li>4G-BWAでエリア拡張を推進                             <ul style="list-style-type: none"> <li>自営等BWAも積極活用</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SA構成でローカル5G本格運用                             <ul style="list-style-type: none"> <li>『広域利用』解禁に期待</li> </ul> </li> <li>BWAエリアでDSSによる移行                             <ul style="list-style-type: none"> <li>4G/5G混在サービス</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4G-BWA設備のリプレイス開始                             <ul style="list-style-type: none"> <li>5GNR-BWA設備へ入替</li> </ul> </li> <li>SA構成でオール5G展開                             <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5GHz／Sub6／ミリ波 帯</li> </ul> </li> </ul>

EOF