

阪神電車の地域無線展開 ~ローカル5Gと地域BWA~

2022年3月14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



The Table of Contents



- ① 地域BWAアップデート
- ② ローカル5Gの取組み
- ③ローカル5G実証実験

阪急阪神グループのICT事業



- 阪急阪神ホールディングス(2006年10月~)
 - ■経営理念・・・「安心・快適」、そして「夢・感動」



情報·通信事業会社

- 阪神ケーブルエンジニアリング
- ベイ・コミュニケーションズ
- 姫路ケーブルテレビ
- BAN-BANネットワークス
- アイテック阪急阪神
- ・ミマモルメ

- :電気通信工事業、地域BWA事業、ローカル5G事業化準備
- :ケーブルテレビ事業、地域BWA事業
- :ケーブルテレビ事業、地域BWA事業
- :ケーブルテレビ事業、地域BWA事業
- :情報サービス事業、ISP事業、地域BWA事業
- :あんしん・教育事業

他6社



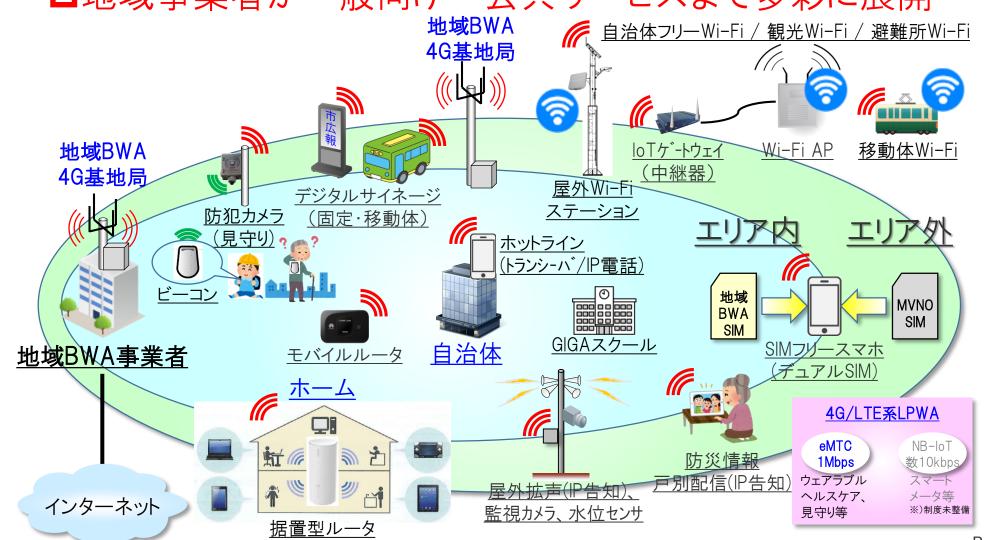
① 地域BWAアップデート



CONFIDENTIAL

地域BWAのサービス状況

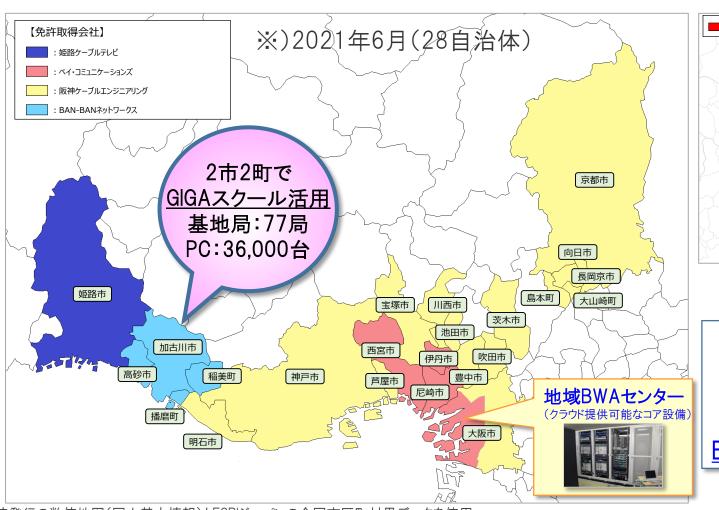
□地域事業者が一般向け~公共サービスまで多彩に展開



地域BWAアップデート【京阪神エリアなど】



- 地域BWAエリア…2016年から4G/LTEで展開中
 - □28自治体でサービス提供中(今後もエリアを拡大予定)

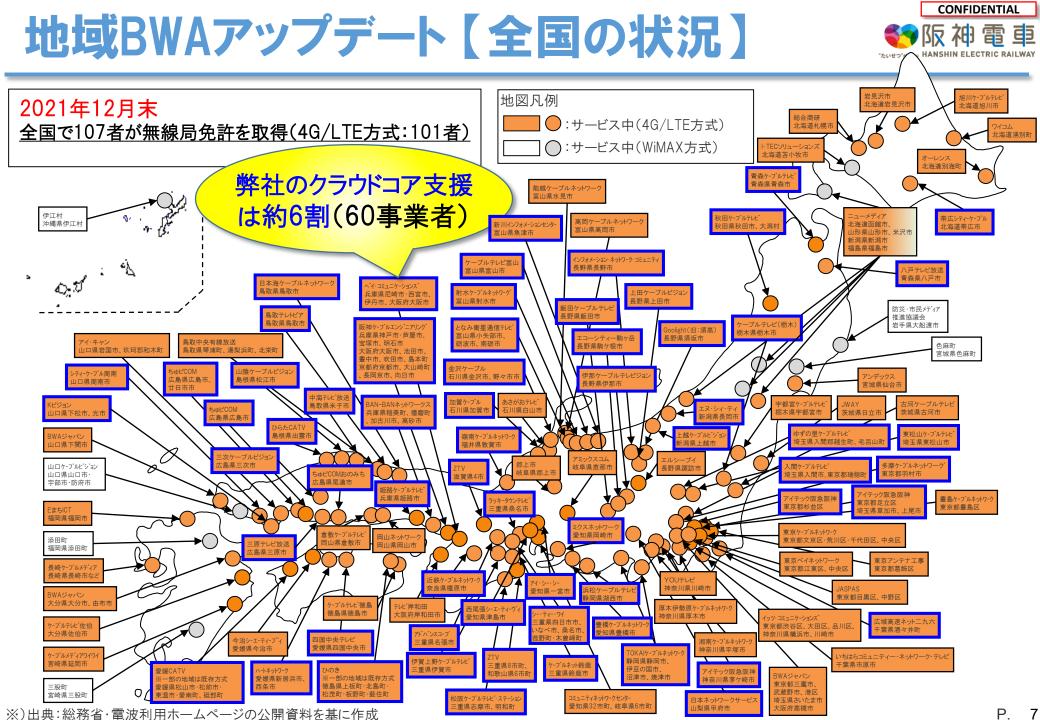






⁽C) Esri Japan

^{※)}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【高度化等の状況】



- □BWAの5G化(5GNR BWA)···2020年夏
 - □通信速度・カバーエリアは4Gと変わらないが、<u>低遅延には期待</u>
 - □今後、緩やかに4G⇒5G設備更新が動き出すと見込む

全国BWA(WCP社) 30MHz幅 地域BWA(5G)20MHz幅 地域BWA(4G)20MHz幅

WiMAX 10MHz幅

全国BWA(UQ社) 50MHz幅

2575MHz

2595MHz

- 自営等BWAの制度化・・・・・・2019年末
 - □地域BWAと同じ帯域を利用(20MHz幅、4G/LTE方式)
 - ✓地域BWAの未整備エリアで利用可能
 - ✓ローカル5Gのアンカーバンドとして始まり、<u>農業・林業のICT化へ</u>

全国BWA(WCP社) 30MHz幅 地域/自営等BWA 20MHz幅

全国BWA(UQ社) 50MHz幅

2575MHz

2595MHz

P. (

CONFIDENTIAL

地域BWAアップデート【自営等BWA活用例 IN TOTAL IN THE TOTAL IN THE PROPERTY OF THE PROPERTY



- •農業施設のICT化が進めやすい自営BWA
 - □小型&安価な基地局で"自己土地"をピンポイント整備
 - ✓まちなか整備の『地域BWA』と棲み分けしやすい農業・林業エリア
 - ✓特定スポットのエリア化で、1基地局をぜいたくに使える
 - □扱いやすさが最大の魅力・・・豊富な4G/LTE端末
 - □エッシ・コンピューティングの活用もできる



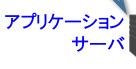
基地局の通信 容量を贅沢に使う ことができる

携帯不感地の 農地をピンポイン で4Gエリア化

普段使いの スマホ・タブレット <mark>が農地で使える</mark>



※) 出典:農林水産省 2022年度農村振興局関係予算概算決定の概要より抜料 https://www.maff.go.ip/i/nousin/kourvu/jouhoutsuushin/jouhou tsuushin.htm



Internet





電波エリア:農地をカバー

通信容量: 下り110Mbps/上り10Mbps





② ローカル5Gの取組み

ローカル5Gユースケースの活用実態



・『広域的な利用』は継続検討課題(2020年夏)

		±11 F C 0 → ±12 = -	※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		主な利用シ	シーン	Ĺ
	□-	-カル 5 Gの主なユース	一人※ 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。		敷地内屋外	敷地外屋外	
		◆ 防災·災害対応	: 河川等の状況監視、インフラ保全 等	0	0	0	
	HH1	◆ 暮らし	: 高齢者の見守り、地域コンテンツの配信 等	0	0	0	
	地域	◆ 医療·教育	: 地域医療ネットワーク、電子教材の活用 等	0	0	0	
	利用	◆ 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 自己土地	0	0		
		◆ 観光	: 観光情報の配信 等 利用 利用	0	0	0	
		◆ 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	0	0		
П	産	◆ 商業	: 電子タグ等による商品管理、デジタルサイネージ 等	0	0	他者	土地利用
	産業利用	◆ 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	0	0	広垣	がな利用
	用	◆ 港湾	: クレーン等の遠隔操作、物資の追跡 等	0	0	X	X
		◆ 鉄道·空港	: カメラ等による施設内の状況監視、遠隔制御 等	0	0	0	
		◆ エンターテイメント	: 超高精細映像による映像配信、警備による状況監視	0	0		

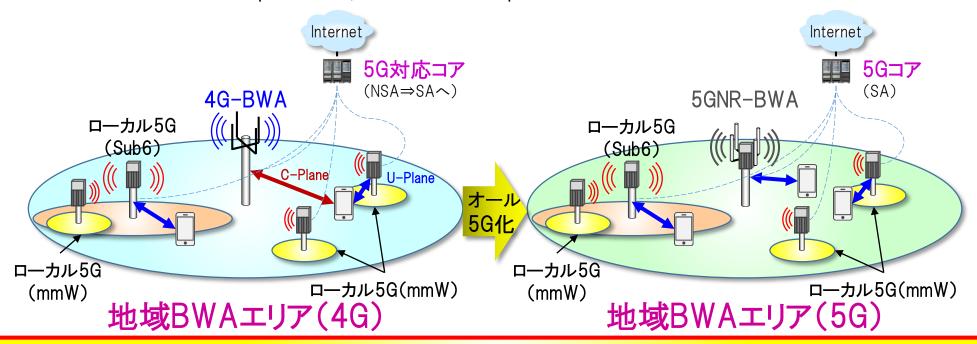




ローカル5Gユースケースの活用実態



- 地域BWAから見えるローカル5Gの将来活用(組合せ)
 - ■BWAは基本インフラ
 - ✓通信容量はソコソコだが、広く・浅く・安定
 - ➤ 5GNR-BWAではmMIMOを活用し、大容量化·同時接続の改善に期待
 - □ローカル5Gでスポット的に補完・補強
 - ✓Sub6で1Gbps以下、mmWで2Gbps超サービス(2×2MIMO時)



BWA+ローカル5Gで地域利用(まちづくり)に貢献したい

『広域的な利用』の実現に向けた提案活動



- **『GIGAスクール構想』をユースケースとした一例**(2021/春~)
 - 4G-BWAで学校内から自宅までシームレスにネットワーク化
 - □ ローカル5Gを重ねることで教育がより快適に・リアルに・素早く
 - □ その他、防災・減災活用のニーズも高まっている

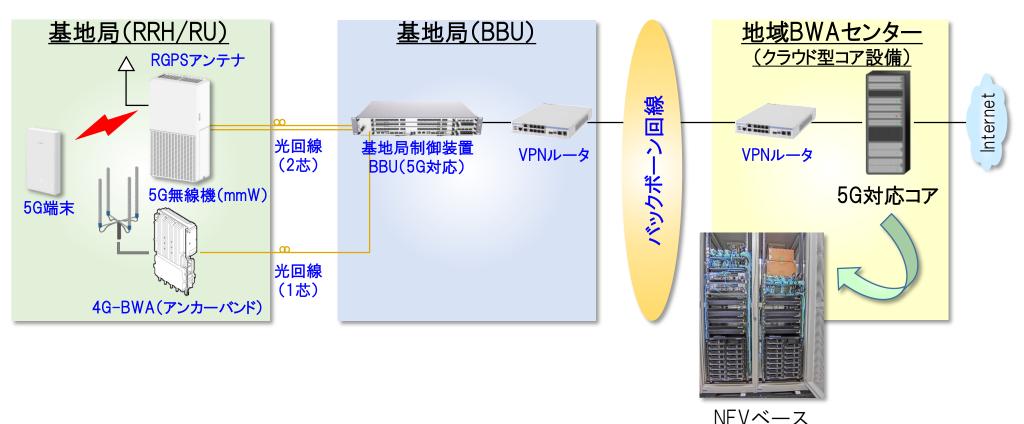
ローカル5G活用の効果(期待)

①地域BWAで整備(現状) ③将来ローカル5Gと組合せ ②現状ローカル5Gと組合せ 学校周辺までローカル5G整備 学校内・外で無線整備 学校内をローカル5Gで整備 自宅でもリモート授業が可能 学校内の同時接続が快適に 周辺密集地の接続が快適に ローカル5G ローカル5G 4G-BWA 自己土地利用 4G-BWA 広域的な利用 4G/5G-BWA **((山川)))** BWAカバーエリア BWAカバーエリア BWAカバーエリア 4G-BWAで端末がダイレクトに接続 ローカル5Gの現行制度を活用 ローカル5Gの制度改正(期待) 学校:教室から校庭まで > 学校内は超高速・多数接続 > 周辺密集地まで超高速·多接続 ▶ 自宅:リモート授業/ホームワーク ▶ 学校外でBWAとシームレスな切替え ▶ 学校外でBWAとシームレスな切替え

ローカル5G実証実験【mmW:2020年~】



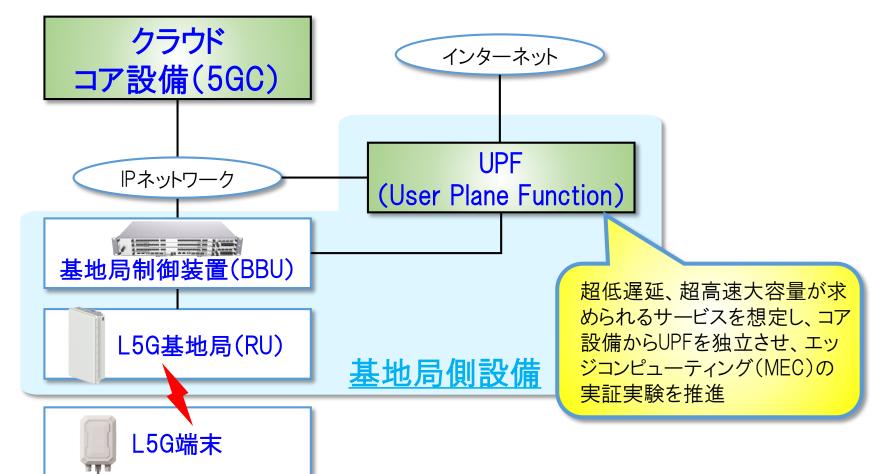
- L5G実証設備…mmWシステム構成(NSA方式)
 - □実験試験局(2020年7月~):28GHz帯-100MHz幅
 - ✔ 保有設備:(基地局1基、端末3台)×3セット・・・全国で利用可能



ローカル5G実証実験【Sub6:2021年~】



- L5G実証設備・・・Sub6システム構成(SA方式)
 - □実験試験局(2021年7月~):4.8GHz帯-100MHz幅
 - ✓ 保有設備:(基地局1基、端末3台)×3セット



ローカル5G実証実験【無線機と端末】



• Sub6/mmW 無線局(基地局)と端末

□広域利用の実験を想定し、Sub6はマクロセル局で準備





	空中線電力	44dBm/100MHz幅	
甘业已	空中線利得	EIRP:68dBm	
基地局	アンテナ指向(水平)	12.7度@1ビーム(通信可能範囲は120度)	
	アンテナ数	64素子のアクティブフェイズドアレイアンテナを実装	
	空中線電力	23dBm	
端末	空中線利得	3dBi	
(固定)	アンテナ指向	無指向性	
	MIMO	4×4MIMO(DL)	

	空中線電力	20dBm/100MHz幅	FIDD: 4F ID	
甘业已	空中線利得	25dBi	EIRP:45dBm	
基地局	アンテナ指向(水平)	通信可能範囲は120度		
	アンテナ数	192素子のアクティブフェイズドアレイアンテナを実装		
	空中線電力	23dBm		
端末	空中線利得	16dBi		
(固定)	アンテナ指向	指向性アンテナ		
	MIMO	$2 \times 2MIMO$		

ローカル5G実証実験【具体的な取り組み】 いるでは、HANSHIN ELECTRIC RALWAY



- mmW実験···2020年9月~
 - ◎大阪市立大学
 - ✓盲動ロボットの遠隔操作実証実験
 - ■新居浜市(ワクリエ新居浜)
 - ✓映像伝送、ドローン運用支援、反射板
 - □阪神ケーブルエンジニアリング(免許人) ✓広帯域化(400MHz幅)の実力試験
- Sub6実験···2021年9月~
 - ◎廿日市市、広島工業大学、ちゅピCOM
 - ✓キャンパス内で、教育DX(AI出欠管理、XR活用)、広域電波伝搬
 - □アイテック阪急阪神(グループ会社)
 - ✓都内·展望施設内での4K映像伝送試験
 - □阪急阪神不動産(グループ中核会社)
 - ✓テレビ会議、監視カメラなど
 - ◎鉄道運営における画像解析Al・ローカル5G等の活用



③ ローカル5G実証実験



③-1(mmW) 盲動ロボットの遠隔操作

盲導ロボットの遠隔操作実証実験



- ・ 実証実験の概要
 - □大阪市立大学(杉本キャンパス内)で研究中の盲導ロボット 『GuiDe Cane』について、ローカル5G(mmW)と組み合わせた遠隔 操作の実証実験を実施
 - ✔高解像度の画像伝送や低遅延、NSA構成による5G⇔4G(BWA)ハンドオーバー等で十分な成果が得られた一方、mmWの"まちなか"利用には課題も見えた



盲動ロボット『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、歩行者の行先を案内

5Gの期待

低遅延

▶ 操作性の向上

高速·大容量

- ▶操作用カメラ映像の高解像度化
 - ✓ 現状は4G回線を利用しているため、通信容量の都 合上、遠隔操作用の映像が小さく、視認しづらい

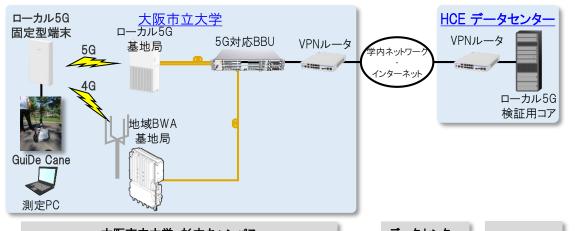
盲導ロボットの遠隔操作実証実験



実証実験の結果

□伝送遅延

✓5G端末に接続したPC〜制御サーバ間および4G端末に接続したPC〜制御サーバ間、それぞれのping応答時間を測定し5G・4Gの遅延を比較



測定PC	" North			,		
		杉本キャンパス 「住吉区)		データセ (大阪		場所不明
		学内ネット'	フーク イン	ンターネット	インター	-ネット
GuiDe Cane 測定PC	端末 (4G:5G)	基地局 (4G:5G)		ロ―カ 検証月		遠隔操作用 制御サーバ

	Round-Trip Time
5G	平均22ms
4G	平均68ms



■5G端末を盲導ロボットに搭載し、遠隔による操作性を検証

- ▶ mmW-L5Gの活用は、遮蔽物(ビル影や樹木等)の影響を受けやすく、まちなかのエリア整備では、基地局配置や反射板の活用など 不感地対策の工夫が求められるが、NSA構成による4Gとのハンドオーバーが良好なことから、SA導入においても4G連携が鍵とみる
- ▶ 受信電力の変動による映像品質の低下は、遮蔽だけでなく、固定型端末(指向性あり)の使用も大きく、無指向性タイプ(移動型端末)での再検証が必要
 - ・低遅延性の更なる追求にはエッジコンピューティング(MEC)がカギを握る



③-2(Sub6) 産官学連携の大学キャンパス 広域利用

産官学連携の大学キャンパス広域利用



・廿日市市、広島工業大学、ちゅピCOM

□『次世代の地域情報通信基盤の研究に関する連携協定』

- ✓「教育分野におけるL5G等の導入促進」およびSub6技術的検証
 - ▶教育DX
 - Al出欠管理・・・・教室入口で「顔認証+サーモグラフィ」実証
 - XR技術活用・・・ Web会議+メタバース、MR
 - ▶広域電波伝搬・・・・L5Gの活用に適したユースケースの検証





測定ポイント	距離	条件	スループット/RSRP
2	90m	見通し	1598Mbps/-84dBm
3	60m	遮蔽	1499Mbps/-104dBm
5	5) 150m		NG
<u> </u>	280m	見通し	1299Mbps/-108dBm
(15)	280m	遮蔽	1222Mbps/-121dBm
17)	300m	遮蔽	NG
19	400m	見通し	1095Mbps/-120dBm
20	370m	見通し	1140Mbps/-115dBm



③-3(Sub6) 鉄道運営のコンパクト化 に向けた活用

鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活用 限神電車

• 実証実験の背景・目的

■鉄道事業の抱える課題

- ✓労働人口の減少が進んでおり、乗 務員や保守作業員等の要員確保 が課題となってきている
- ✓沿線人口の減少やリモートワーク 拡大の影響による鉄道需要の減 退等によって、運輸収入の逓減が 懸念される



これまで以上の安全水準を確保したうえでの鉄道運営のコンパクト化※)が必要

※少人数、少ない経費で運営する仕組みづくり

■実証実験の目的

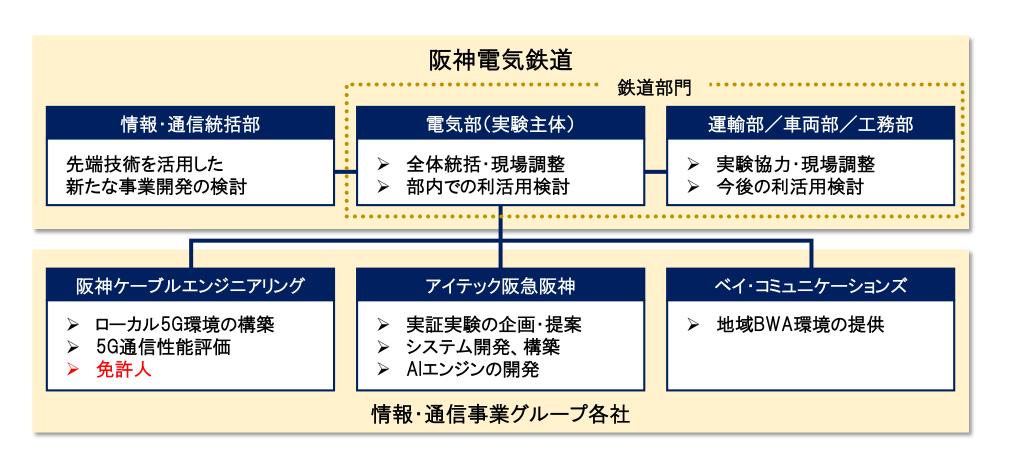
✓さらなる安全性を追求しつつ、業務を省人・省コスト化するための先端技術(Al、5Gなど)の適用可能性について確認するため、まずは基礎的な技術検証を行なう



【対象】

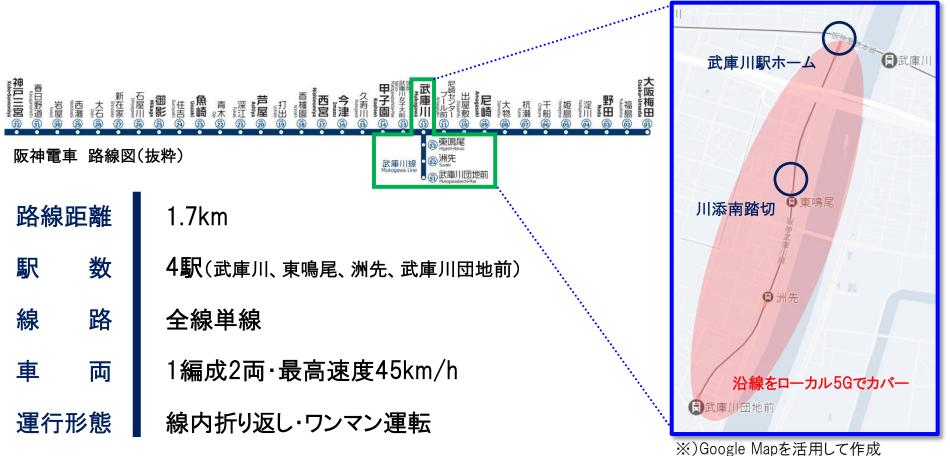
- ○乗務員(車掌、運転士)に よるホーム上および踏切内 の安全確認業務
- 沿線電気設備の車上巡視 点検(常時監視)

- 実証実験の実施体制
 - □グループ各社の保有する技術やノウハウを活かし、一体的に 実証実験を推進



鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活房。阪神電車

- 実証実験のフィールド
 - ■阪神武庫川線をローカル5Gで広域にカバーし、沿線の駅・ 踏切等でローカル5Gの通信性能測定およびAI検知実験を実施



鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活層 阪神電車

• 実証実験の内容※)プレスリリースから

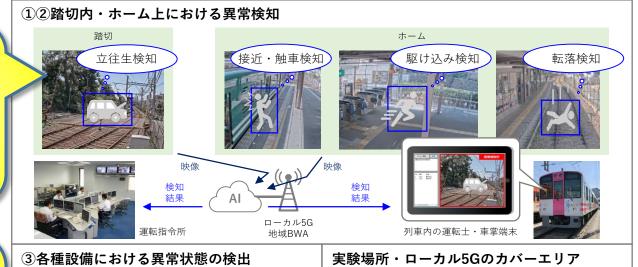
沿線設備の検知モデルを開発

□2021年11月中旬~2022年2月末(予定)

がいしや金具の破損 等の異常を検知

①② 駅構内および線 路上での異常 検知(画像AI) 【リアルタイム性 が高い】

③ 移動する鉄道 車両から沿線 設備の故障・経 年劣化を監視 (AI新規開発) 【リアルタイム性 はそこそこ】



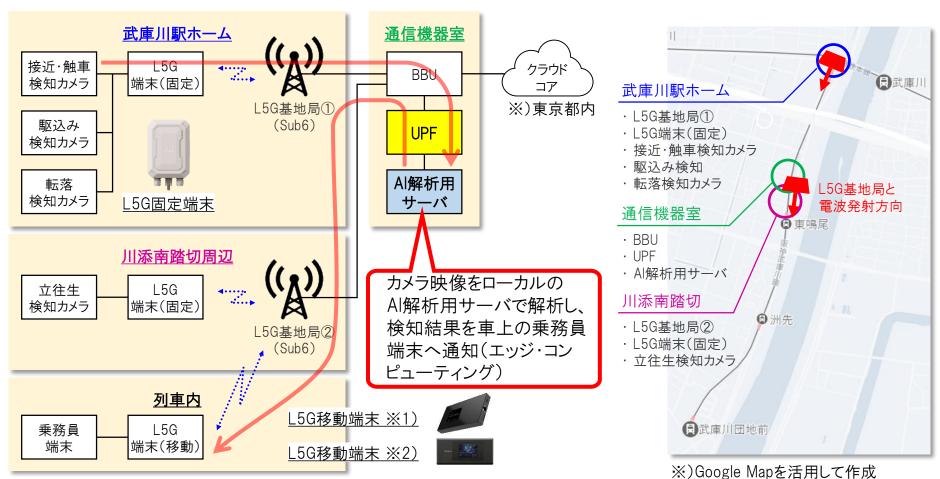




【ローカル5Gエリア】 Sub6の2基地局で 沿線全域をカバー 【広域利用】

鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活風 限神電車

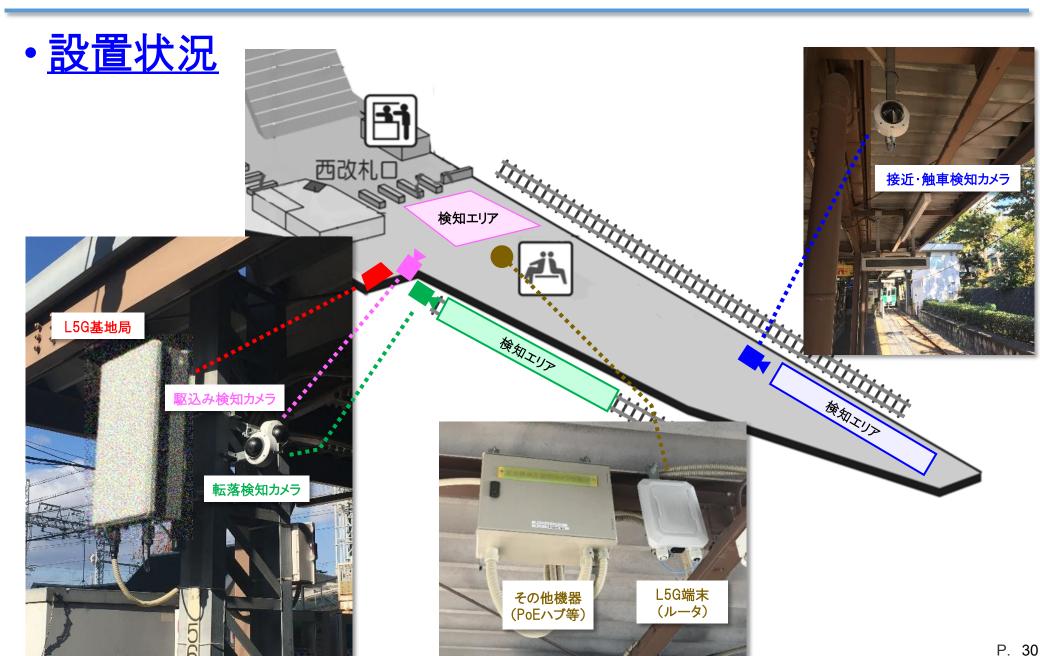
- 実証実験の構成・機器配置
 - ■UPFをコア設備から切り離し、AI解析をエッジで実施(MEC)



※1) シャープ社 ローカル5G対応ルータ(2021年10月、実験試験局免許取得)

※2) 京セラ社 ローカル5G対応ルータ(2021年10月、実験試験局免許取得)

鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活形 阪神電車 LANGHIN ELECTRIC RAILWAY

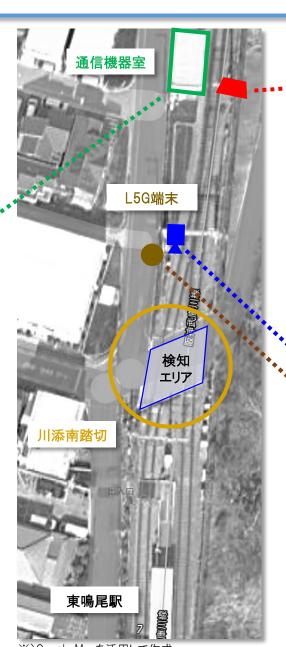


鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活験 阪神電車

• 設置状況



通信機器室内





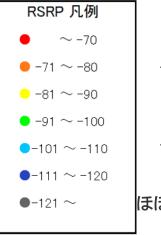


※)Google Mapを活用して作成

鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活形 阪神電車

• 実証実験の進捗①

□電波伝搬特性

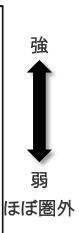


項目

RSRP

DL throughput

UL throughput



45Mbps

0.35Mbps





項 目	数值
RSRP	-60dBm
DL _ throughput	947Mbps@256QAM ※)ギガビットイーサI/Fの 制限による
UL _ throughput	171Mbps

lBm
64QAM
ps

電波伝搬シミュレーションによる、マクロセル局の 見通し外(NLOS)通信のエリア限界:約1km

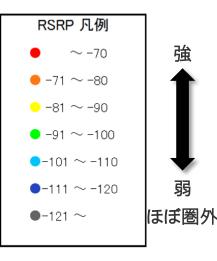
▶ QPSK変調:約200Mbps@DL最大(スペック)

武庫川団地が日 ※)Google Mapを活用して作成

鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活度 阪神電車

• 実証実験の進捗②

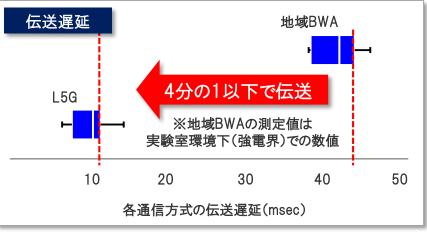
□ハンドオーバー、伝送遅延





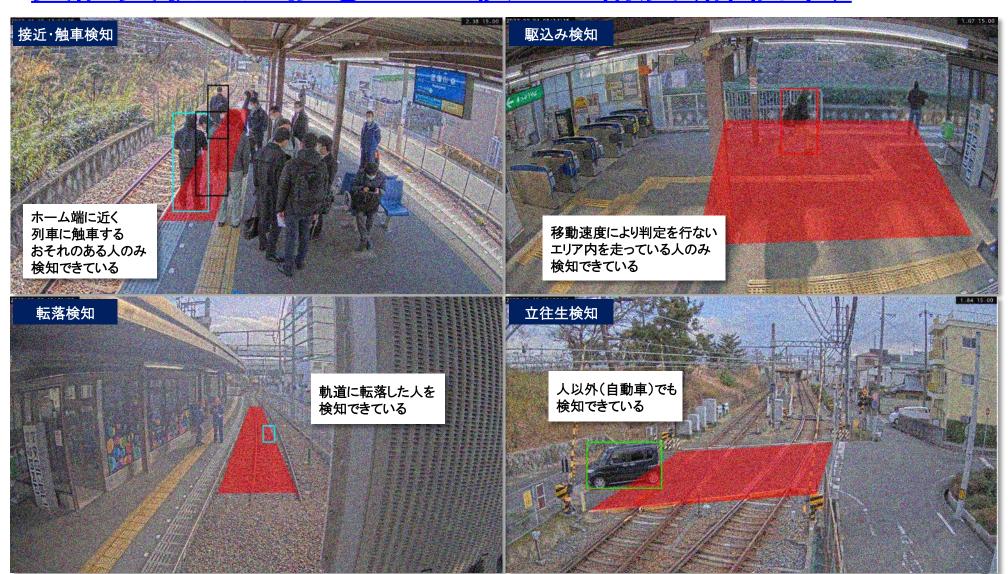
PCI	項目	数値			
	RSRP	-100dBm			
0 基地局②	DL _ throughput	655Mbps			
	UL _ throughput	49Mbps			
	RSRP	-98dBm			
1 基地局①	DL _ throughput	669Mbps			
	UL _ throughput	34Mbps			

ハンドオーバー 高架下(遮蔽エリア)で切替わる



鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活形 限神電車

• 実証実験の進捗③・・・ AI検知の精度(評価中)



スライドのみ

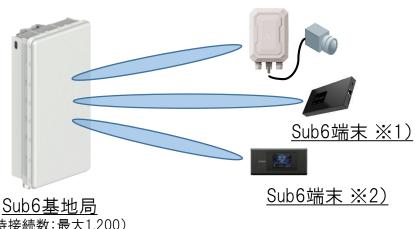
CONFIDENTIAL

・実証実験の進捗④

鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活度 阪神電車

• 実証実験の今後

- ■AI検知精度の詳細解析と更なる向_
- ■鉄道設備向けAIモデル開発
 - ✓沿線電気設備の車上巡視点検
- □『広域利用』に関わるL5G検証
 - ✓アクティブアンテナの効果
 - ▶線路敷地外の漏れ電波の測定
 - ✓帯域幅縮減(50MHz等)での運用



(同時接続数:最大1.200)

※1) シャープ社 ローカル5G対応ルータ(2021年10月、実験試験局免許取得) ※2) 京セラ社 ローカル5G対応ルータ(2021年10月、実験試験局免許取得)





EOF



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

:電話 06-6457-2162 :FAX 06-6457-2369

P. 37