

ローカル5G(Sub6)による 鉄道広域実証実験

2022年3月9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 阪神武庫川線・実証実験の進捗

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」



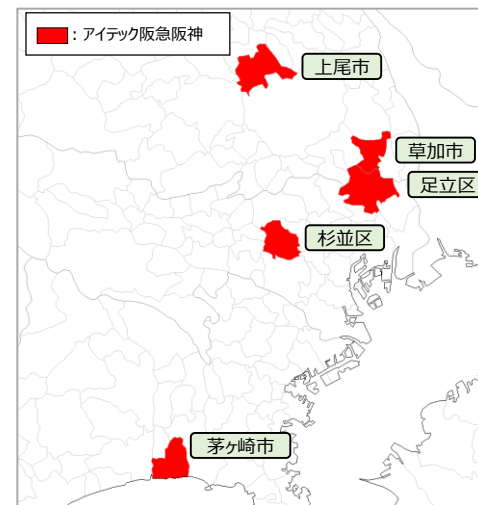
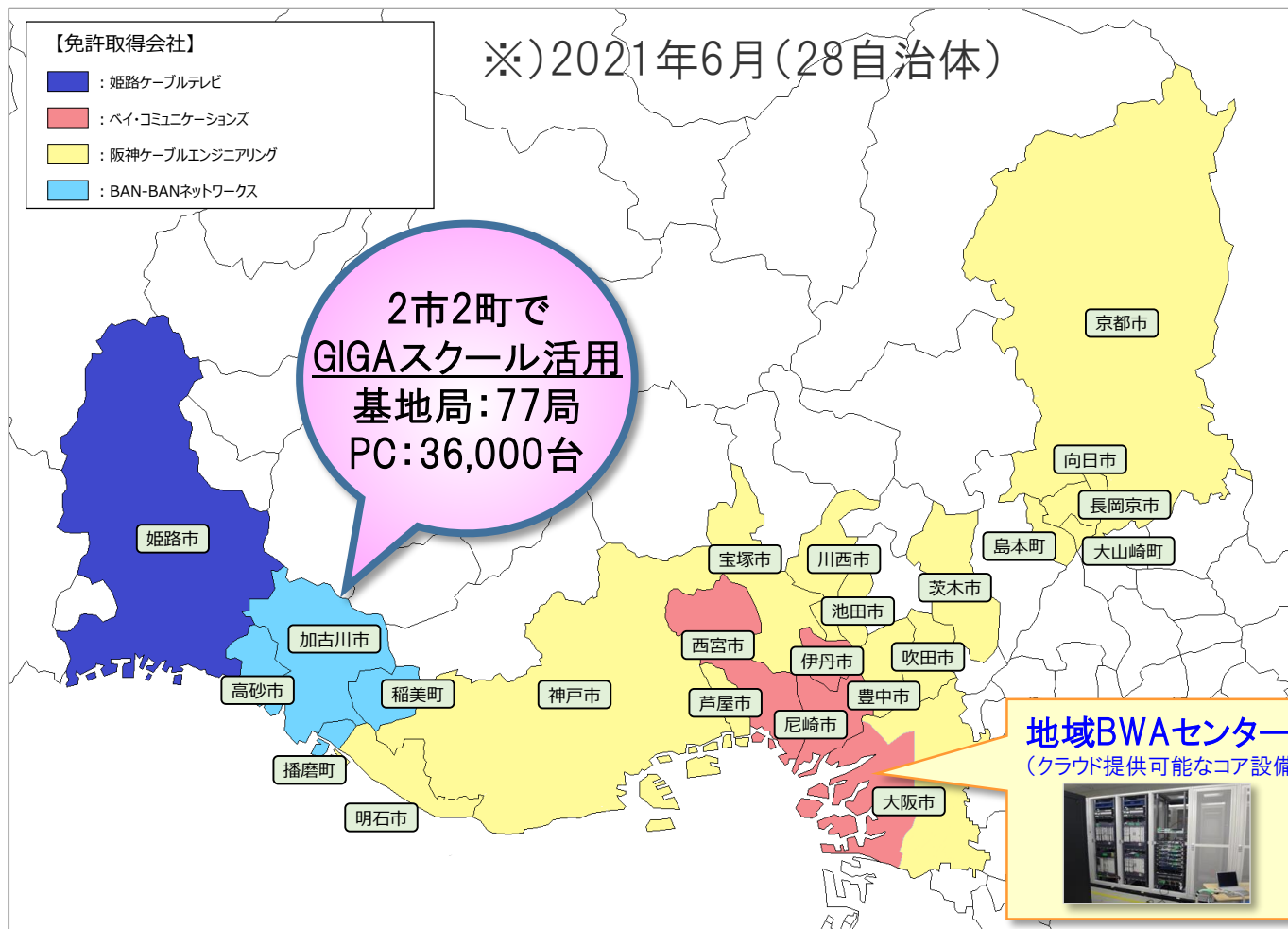
情報・通信 事業会社

- | | |
|------------------|-------------------------------|
| ・ 阪神ケーブルエンジニアリング | : 電気通信工事業、地域BWA事業、ローカル5G事業化準備 |
| ・ ベイ・コミュニケーションズ | : ケーブルテレビ事業、地域BWA事業 |
| ・ 姫路ケーブルテレビ | : ケーブルテレビ事業、地域BWA事業 |
| ・ BAN-BANネットワークス | : ケーブルテレビ事業、地域BWA事業 |
| ・ アイテック阪急阪神 | : 情報サービス事業、ISP事業、地域BWA事業 |
| ・ ミマモルメ | : あんしん・教育事業 |
- 他6社

① 地域BWAアップデート

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)



B2B/B2Cユーザ

Band41対応4G端末

地域BWAアップデート【全国の状況】

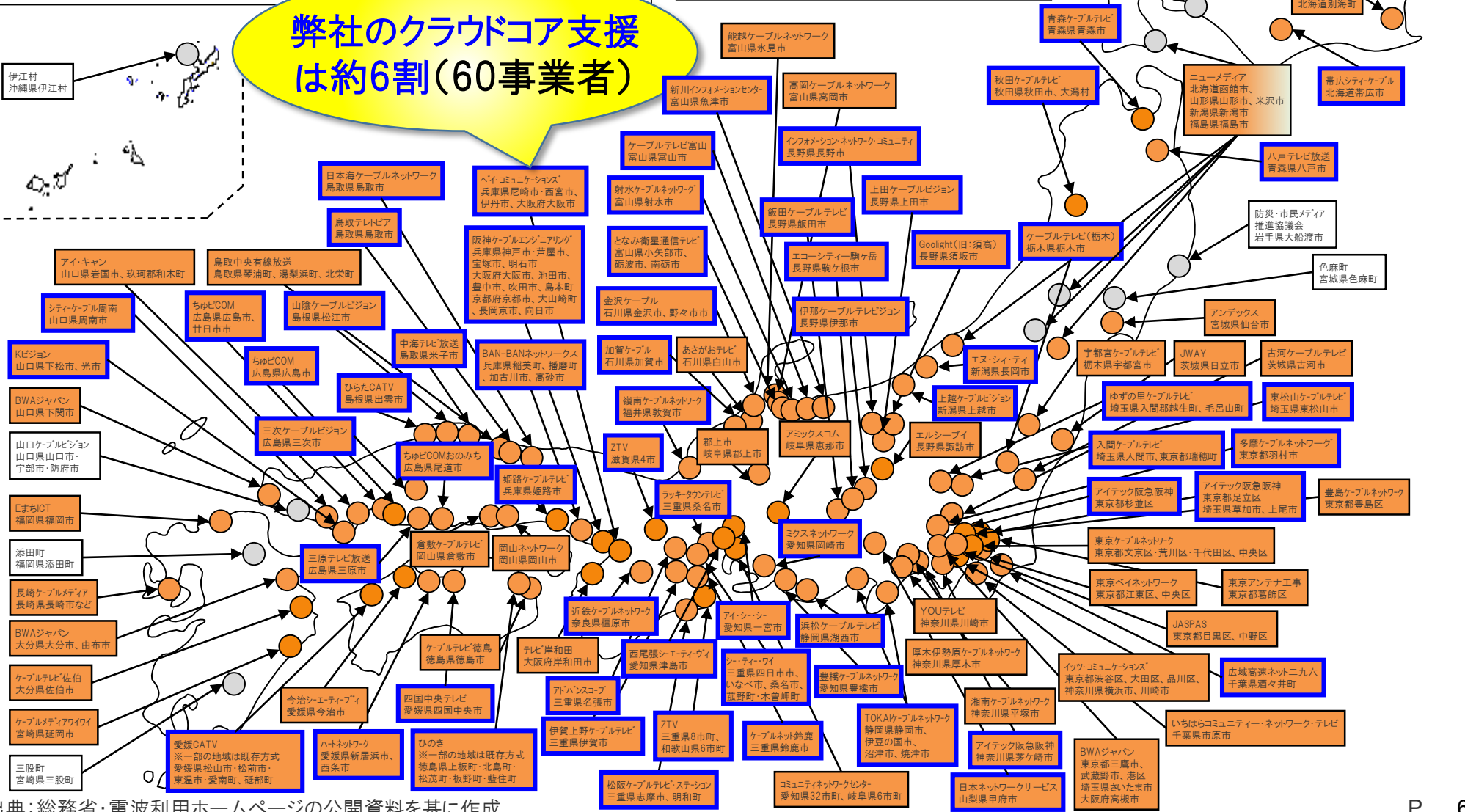
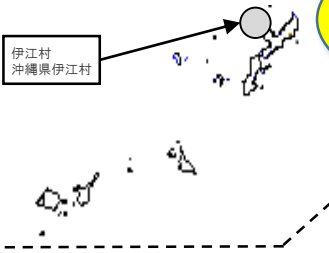
2021年12月末

全国で107者が無線局免許を取得(4G/LTE方式:101者)

弊社のクラウドコア支援
は約6割(60事業者)

地図凡例

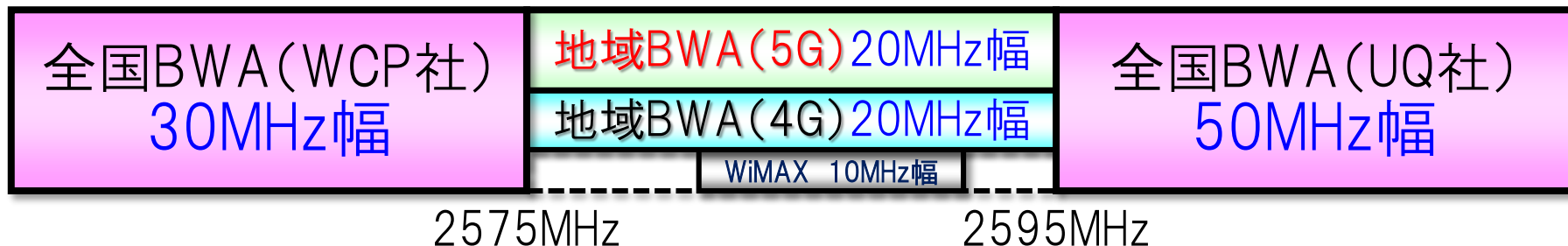
- オレンジ色の丸: サービス中(4G/LTE方式)
- 灰色の丸: サービス中(WiMAX方式)



※) 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

□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、低遅延には期待
- 今後、緩やかに4G⇒5G設備更新が動き出すと見込む



• 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、農業・林業のICT化へ



・ 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

□ エッジ・コンピューティングの活用もできる



※) 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粋
https://www.maff.go.jp/j/nousin/kouryu/jouhoutsuushin/jouhou_tsuushin.html



直近のサーバと最短接続でき低遅延な運用が期待できる

1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トで4Gエリア化

普段使いのスマホ・タブレットが農地で使える

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)

当面のフォーカス

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	○	○	○
	◆ 暮らし	○	○	○
	◆ 医療・教育	○	○	○
	◆ 農業・畜産業・地場産業	○	○	
	◆ 観光	○	○	○
産業利用	◆ 工場・プラント施設	○	○	
	◆ 商業	○	○	
	◆ 建設・工事	○	○	
	◆ 港湾	○	○	
	◆ 鉄道・空港	○	○	○
	◆ エンターテインメント	○	○	

自己土地利用

他者土地利用
↓
広域的な利用



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)

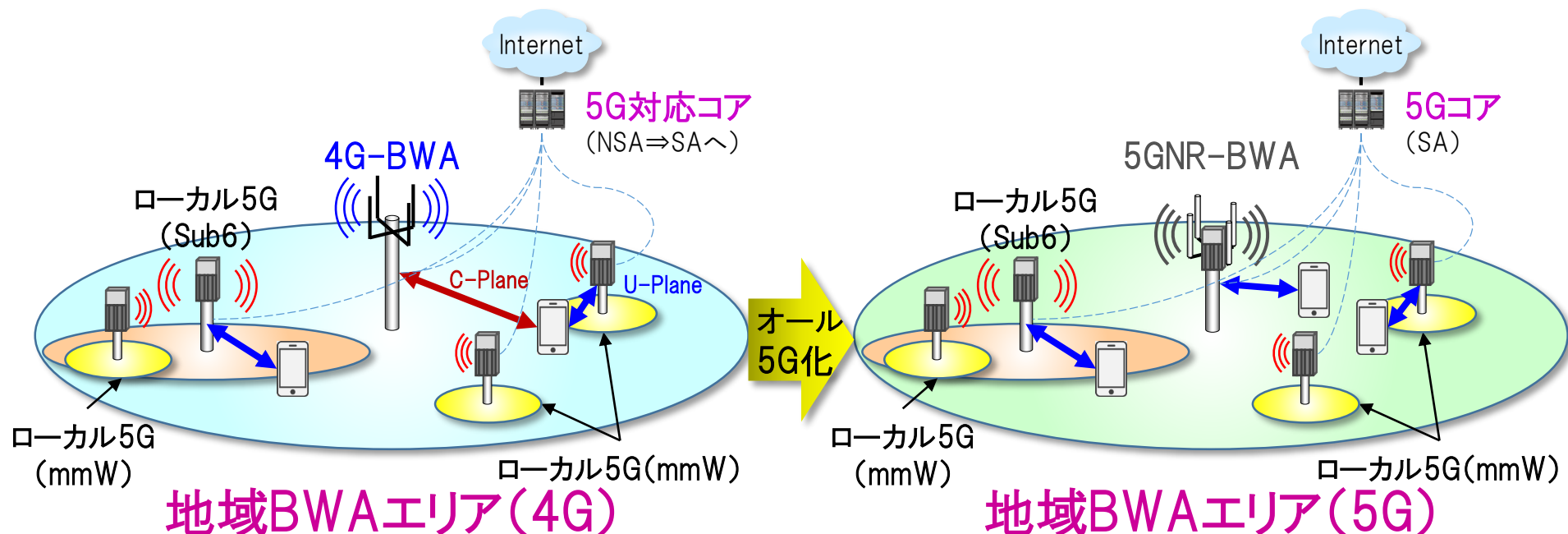
□ BWAは基本インフラ

✓ 通信容量はソコソコだが、広く・浅く・安定

➢ 5G NR-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)




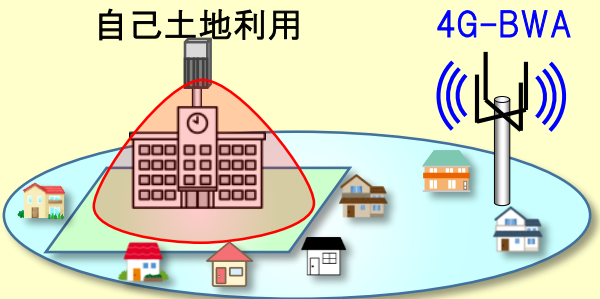
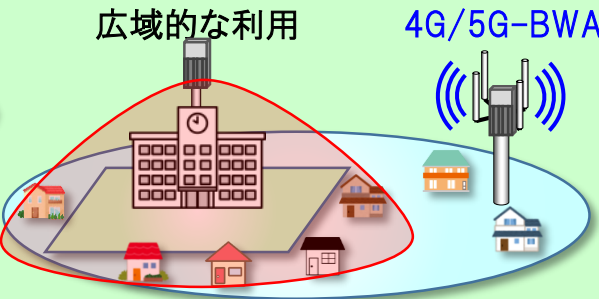
BWA + ローカル5Gで地域利用(まちづくり)に貢献したい

『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

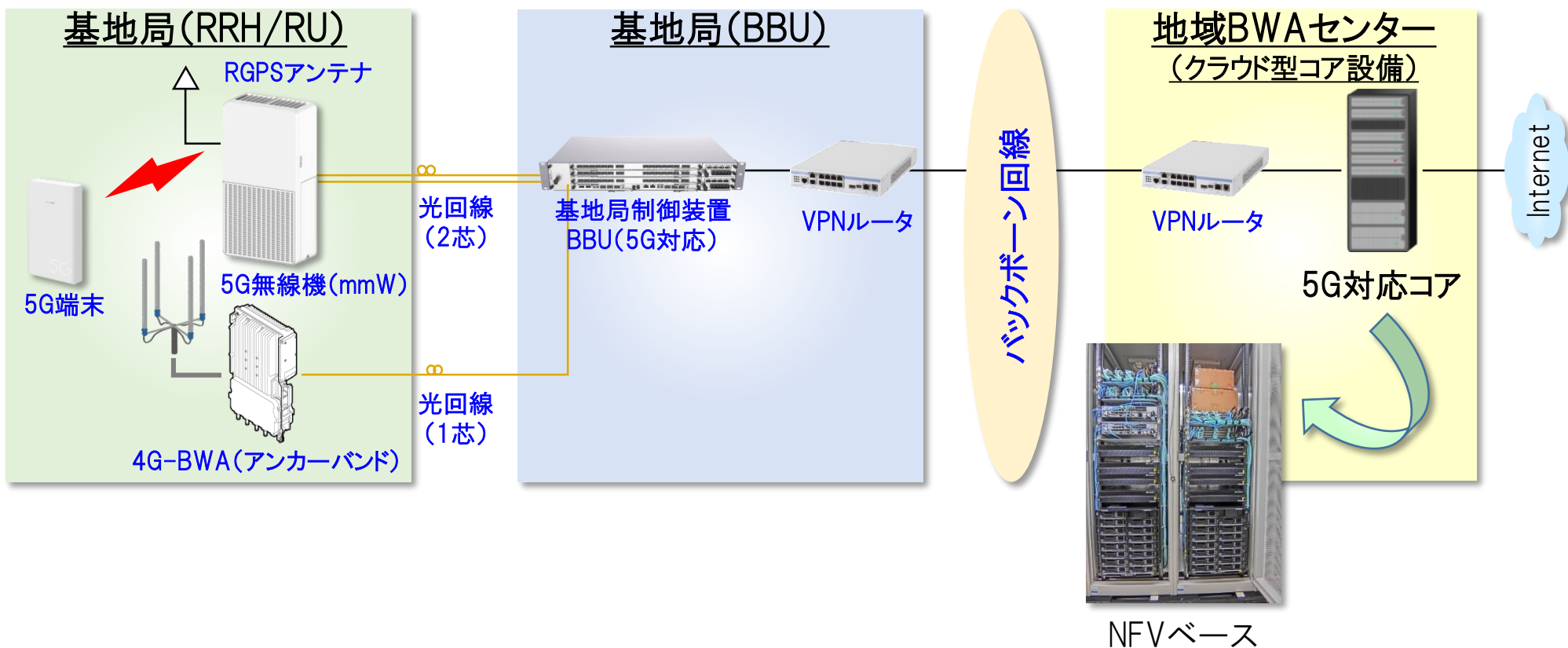
ローカル5G活用の効果(期待)

①地域BWAで整備(現状)	②現状ローカル5Gと組合せ	③将来ローカル5Gと組合せ
<p>学校内・外で無線整備 自宅でもリモート授業が可能</p>  <p style="text-align: center;">BWAカバーエリア</p>	<p>学校内をローカル5Gで整備 学校内の同時接続が快適に</p> <p>ローカル5G 自己土地利用</p>  <p style="text-align: center;">BWAカバーエリア</p>	<p>学校周辺までローカル5G整備 周辺密集地の接続が快適に</p> <p>ローカル5G 広域的な利用</p>  <p style="text-align: center;">BWAカバーエリア</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 4G-BWAで端末がダイレクトに接続 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 学校:教室から校庭まで ➢ 自宅:リモート授業/ホームワーク 	<ul style="list-style-type: none"> • ローカル5Gの現行制度を活用 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 学校内は超高速・多数接続 ➢ 学校外でBWAとシームレスな切替え 	<ul style="list-style-type: none"> • ローカル5Gの制度改正(期待) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 周辺密集地まで超高速・多接続 ➢ 学校外でBWAとシームレスな切替え

• 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

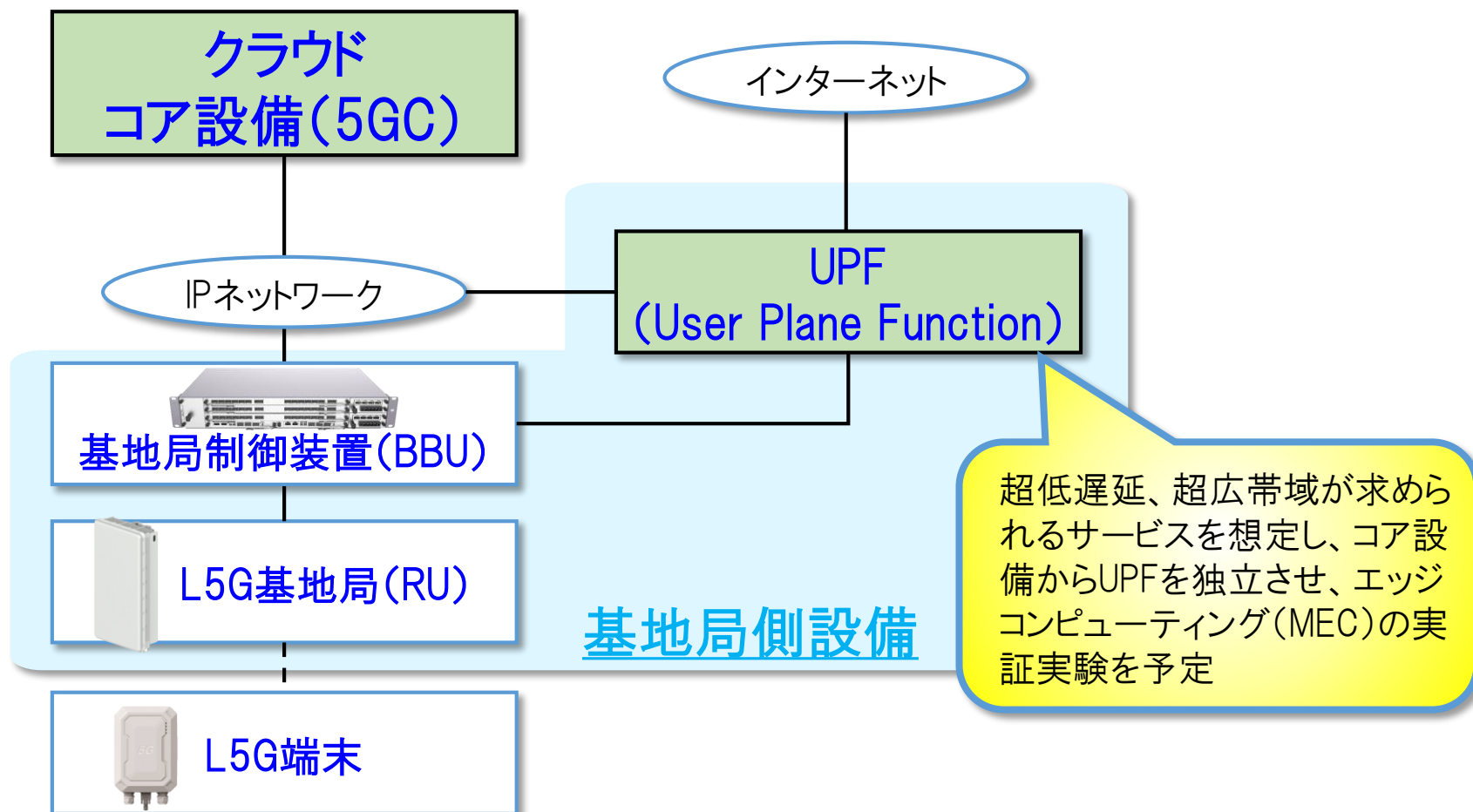
✓ 保有設備:(基地局1基、端末3台)×3セット…全国で利用可能



• 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



5G基地局(Sub6)



5G端末(Sub6)



5G基地局(mmW)



5G端末(mmW)

基地局	空中線電力	44dBm/100MHz幅	} EIRP: 68dBm
	空中線利得	24dBi	
	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	
端末(固定)	空中線電力	23dBm	
	空中線利得	3dBi	
	アンテナ指向	無指向性	
	MIMO	4×4MIMO(DL)	

基地局	空中線電力	20dBm/100MHz幅	} EIRP: 45dBm
	空中線利得	25dBi	
	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	
端末(固定)	空中線電力	23dBm	
	空中線利得	16dBi	
	アンテナ指向	指向性アンテナ	
	MIMO	2×2MIMO	

• 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AI・ローカル5G等の活用



盲導ロボット

③ 阪神武庫川線実証実験 の進捗

・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た
- ✓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、運輸収入の逡減が懸念される

□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(AI、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

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

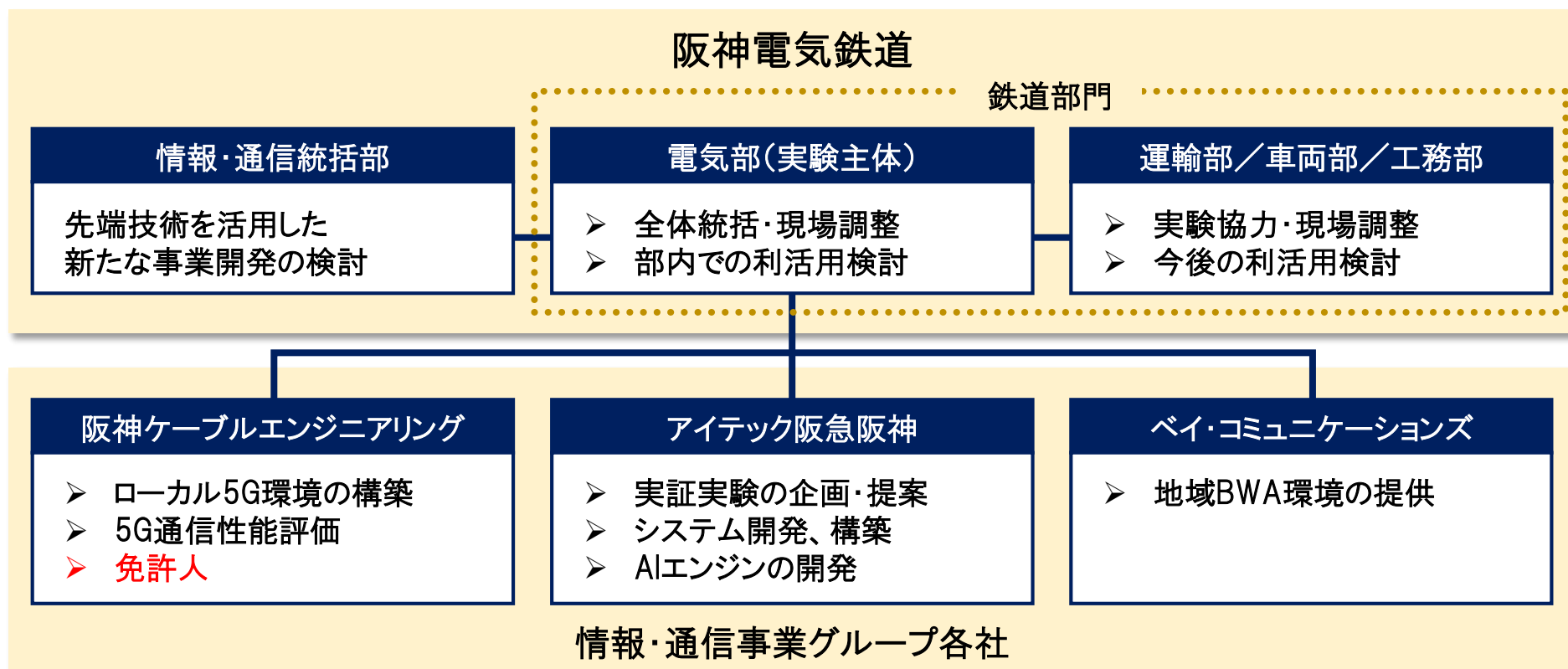
※少人数、少ない経費で運営する仕組みづくり

【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



・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・踏切でローカル5Gの通信性能測定およびAI検知実験を実施



阪神電車 路線図(抜粋)

路線距離	1.7km
駅数	4駅(武庫川、東鳴尾、洲先、武庫川団地前)
線路	全線単線
車両	1編成2両・最高速度45km/h
運行形態	線内折り返し・ワンマン運転



※)Google Mapを活用して作成

鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活用

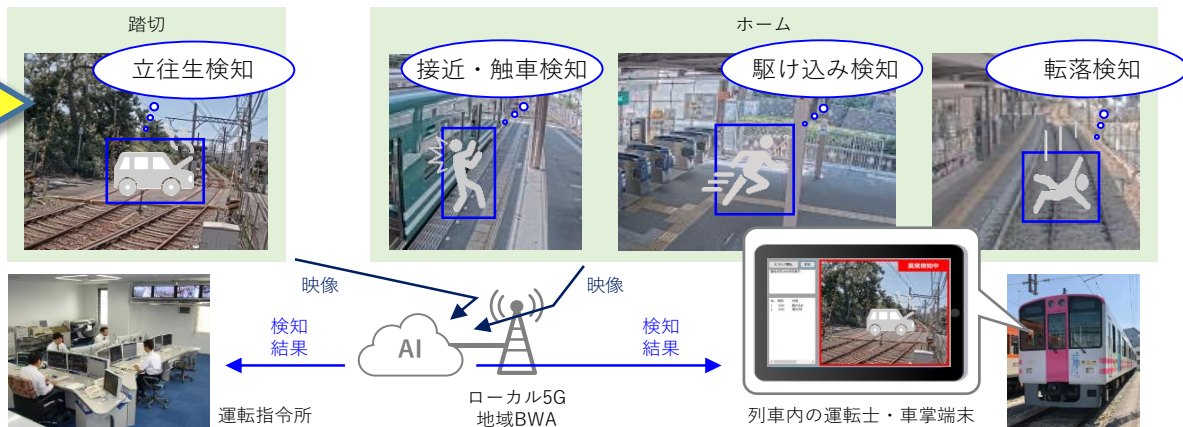
・実証実験の内容 ※)プレスリリースから

□2021年11月中旬～2022年2月末(予定)

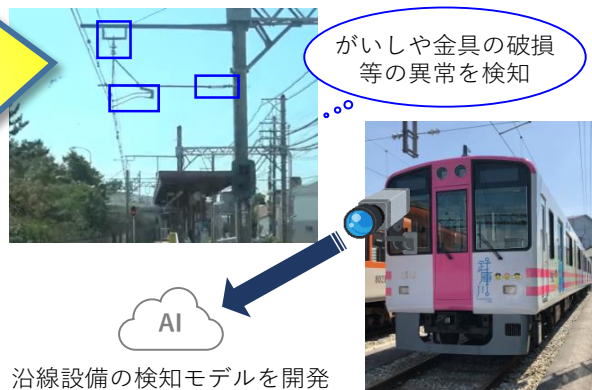
①②
駅構内および線路上での異常検知(画像AI)
【リアルタイム性が高い】

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】

①②踏切内・ホーム上における異常検知



③各種設備における異常状態の検出



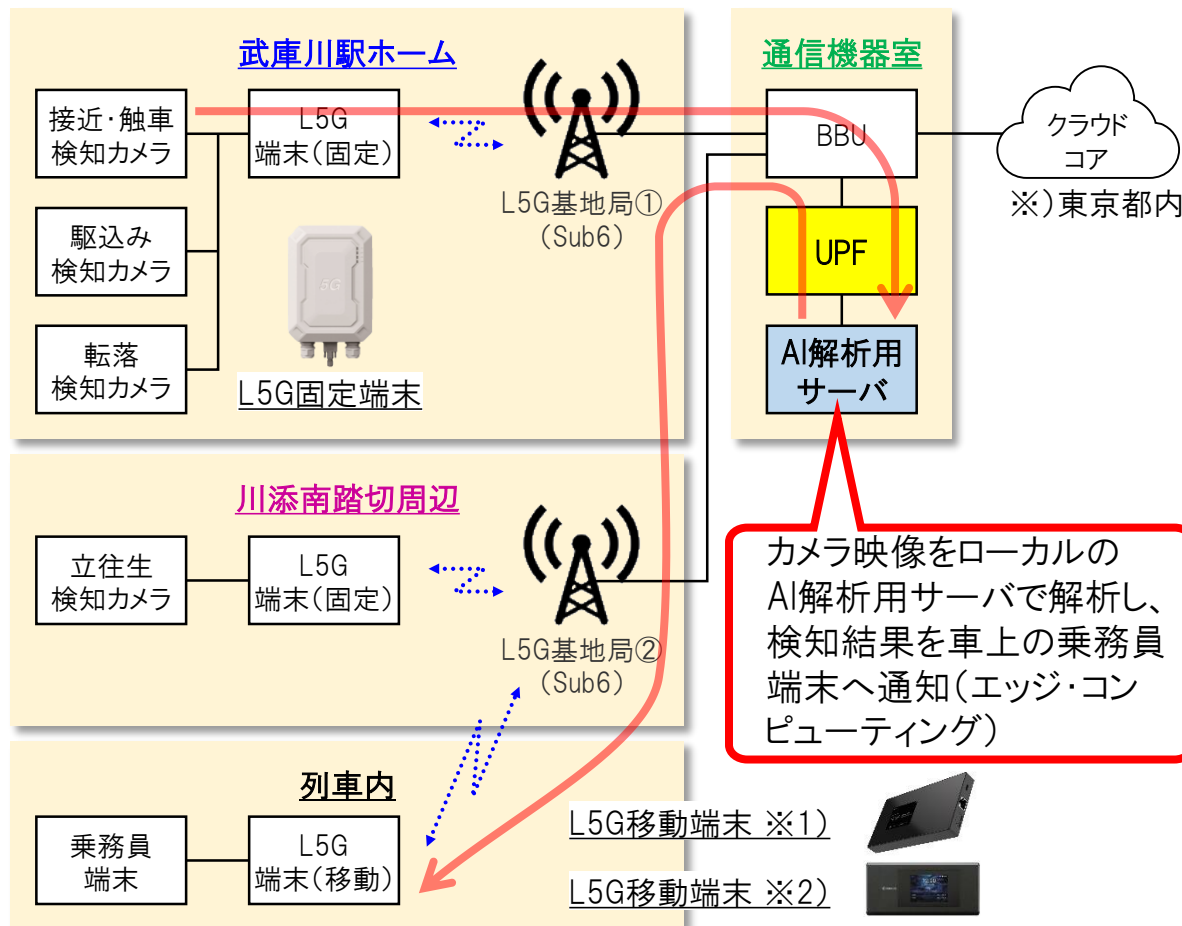
実験場所・ローカル5Gのカバーエリア



【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】

・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)



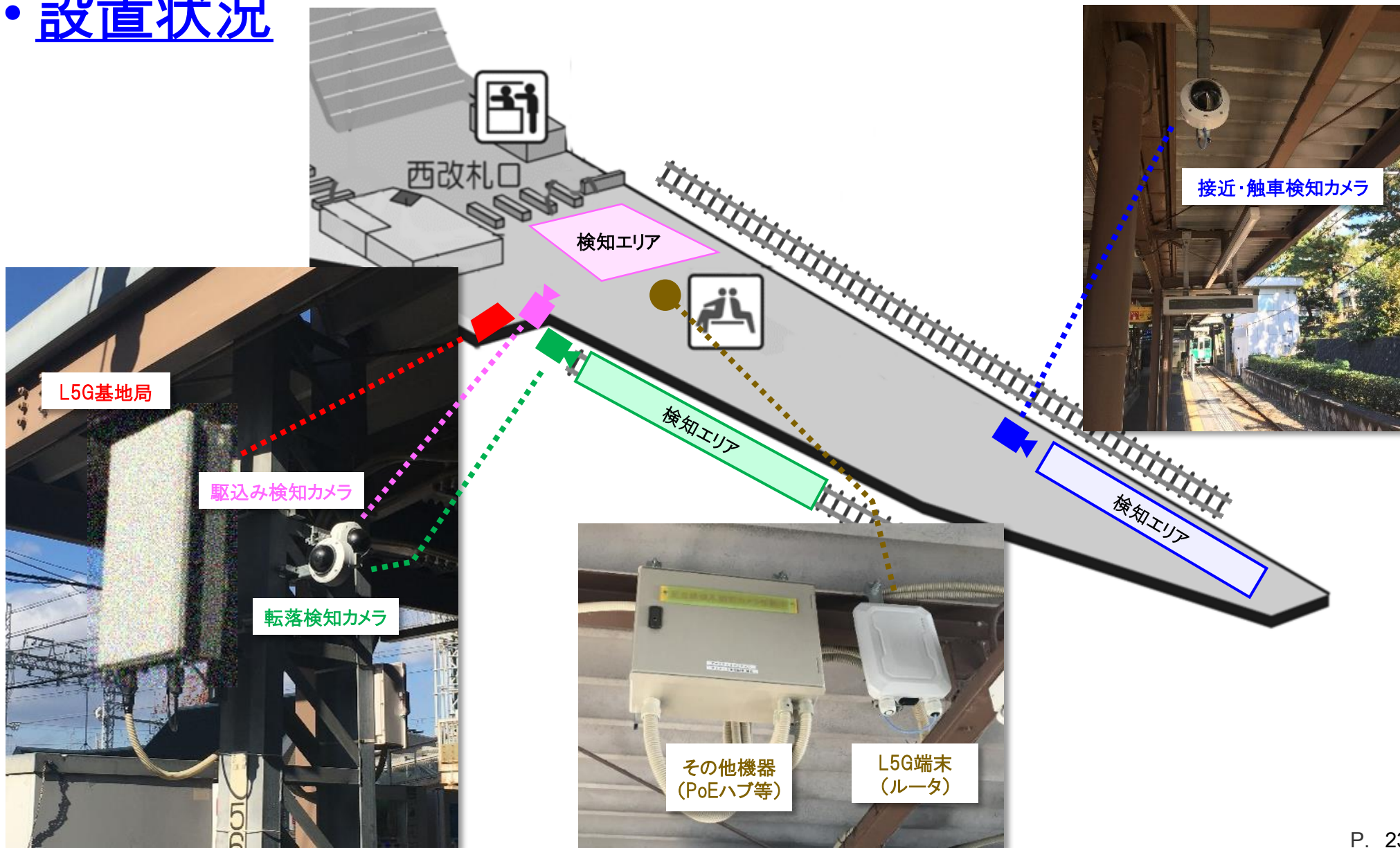
※)Google Mapを活用して作成

※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)

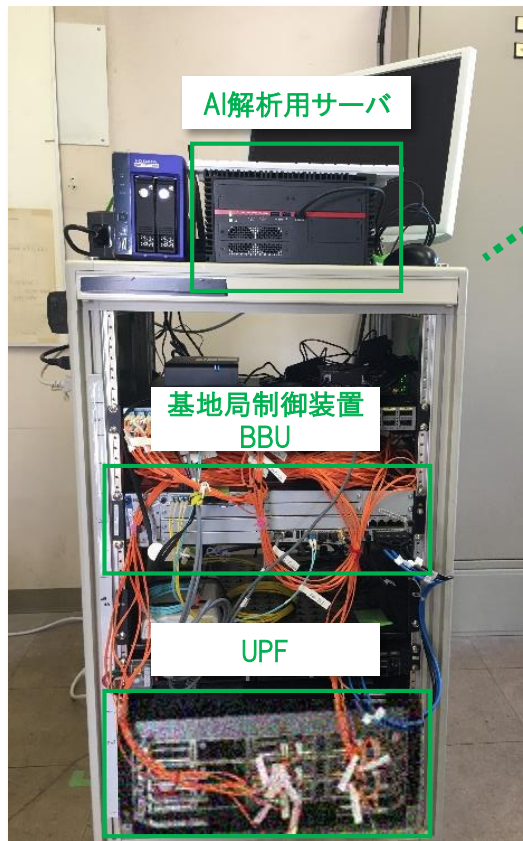
鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活用

設置状況

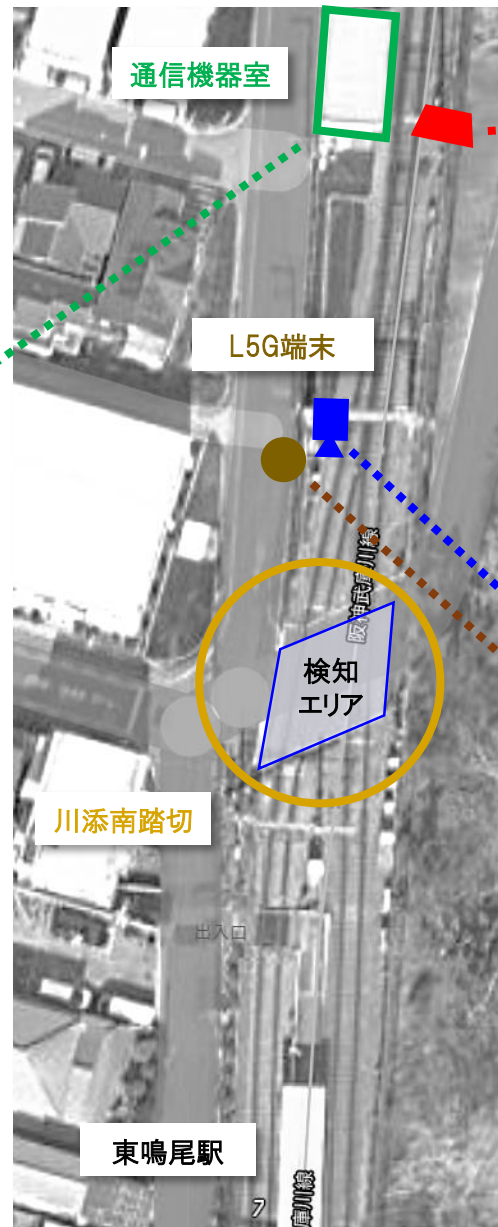


鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活用

・設置状況



通信機器室内



※)Google Mapを活用して作成



実証実験の進捗①

電波伝搬特性

RSRP 凡例

●	~-70
●	-71~-80
●	-81~-90
●	-91~-100
●	-101~-110
●	-111~-120
●	-121~

強
↑
↓
弱
ほぼ圏外



基地局①
約0.55km

基地局②
約1.7km

項目	数値
RSRP	-60dBm
DL _ throughput	947Mbps@256QAM ※)/F:ギガビットイーサ
UL _ throughput	171Mbps

項目	数値
RSRP	-103dBm
DL _ throughput	585Mbps@64QAM
UL _ throughput	40Mbps

項目	数値
RSRP	-130dBm
DL _ throughput	45Mbps
UL _ throughput	0.35Mbps

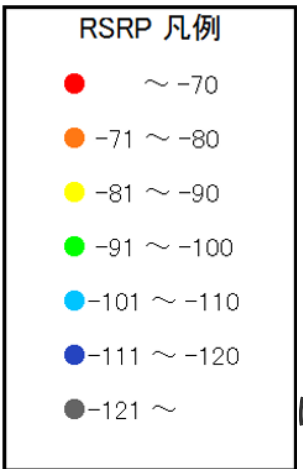
見通し外(NLOS)通信のエリア境界:約1km
➤ QPSK変調:約200Mbps@DL最大

※)Google Mapを活用して作成

鉄道運営における画像解析AI・L5G等の活用

実証実験の進捗②

□ハンドオーバー、伝送遅延

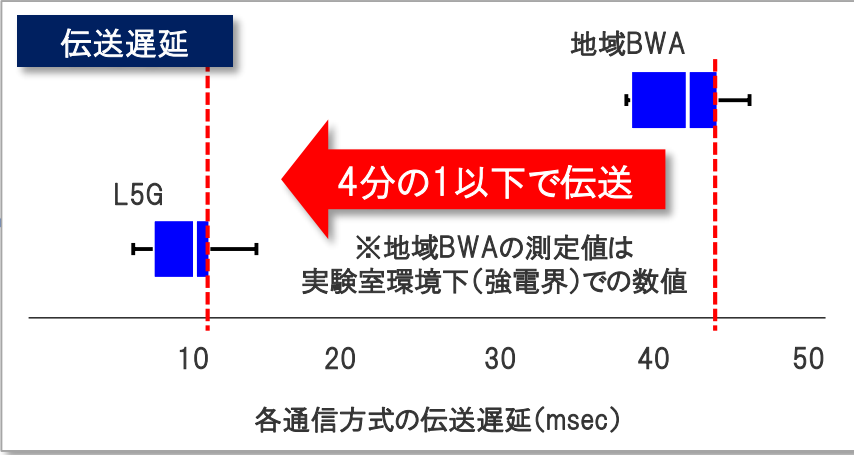


強
↑
↓
弱
ほぼ圏外

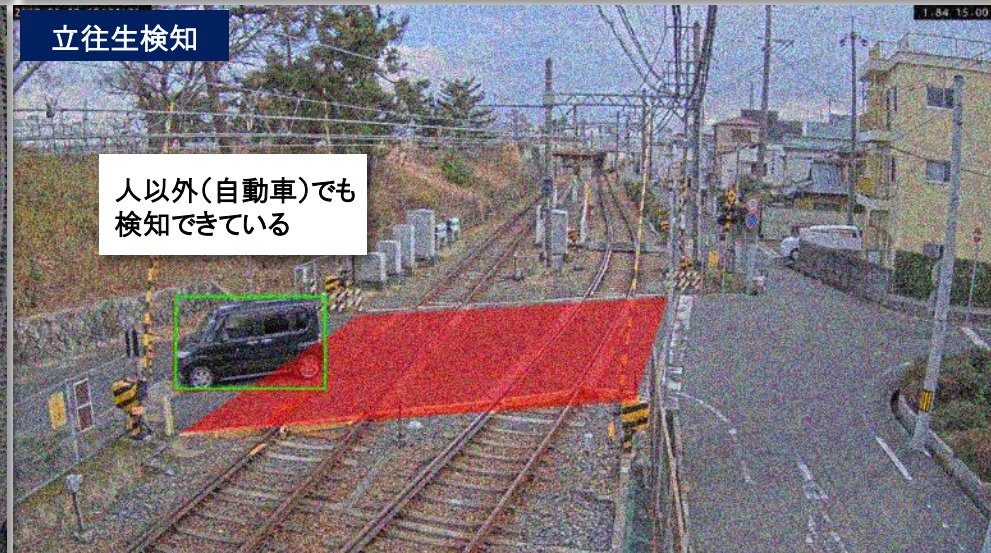
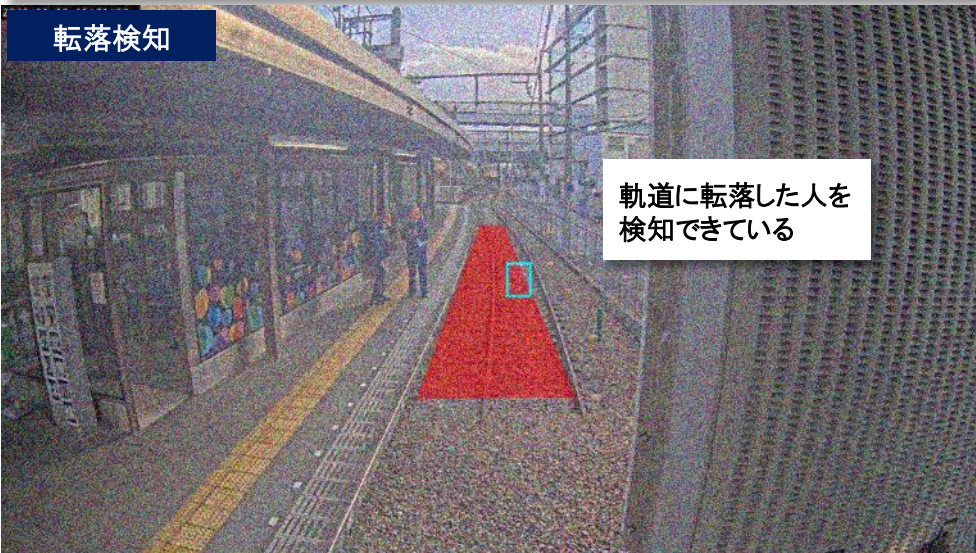
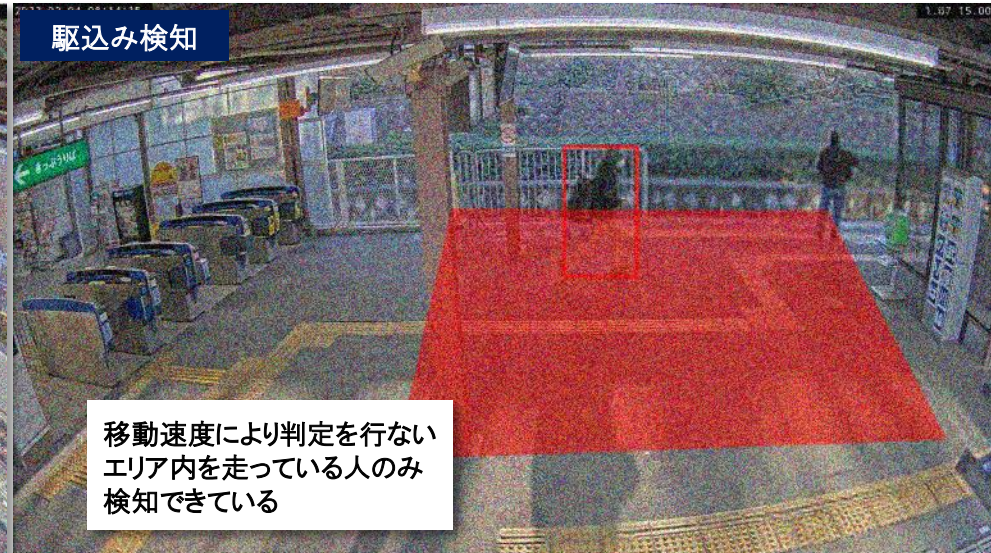
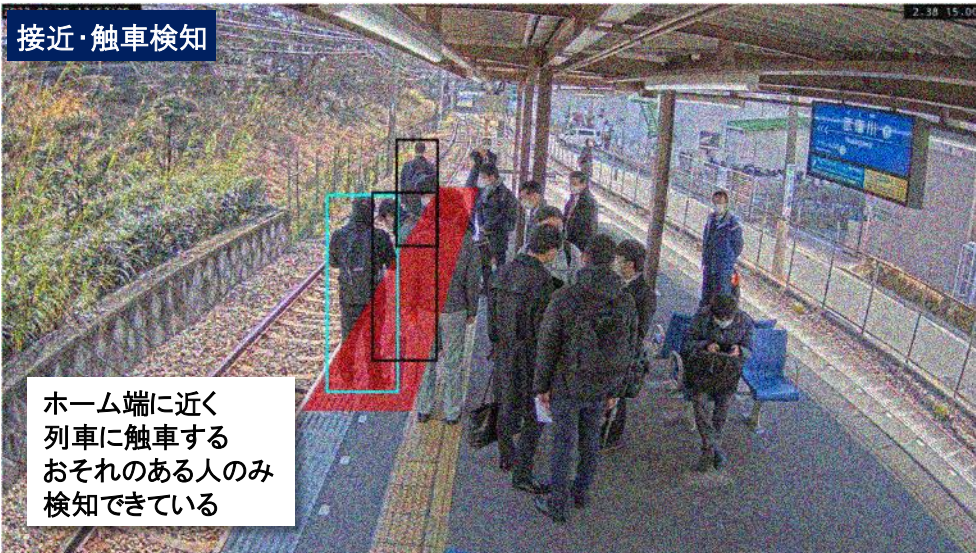


ハンドオーバー

PCI	項目	数値
0 基地局②	RSRP	-100dBm
	DL_throughput	655Mbps
	UL_throughput	49Mbps
1 基地局①	RSRP	-98dBm
	DL_throughput	669Mbps
	UL_throughput	34Mbps



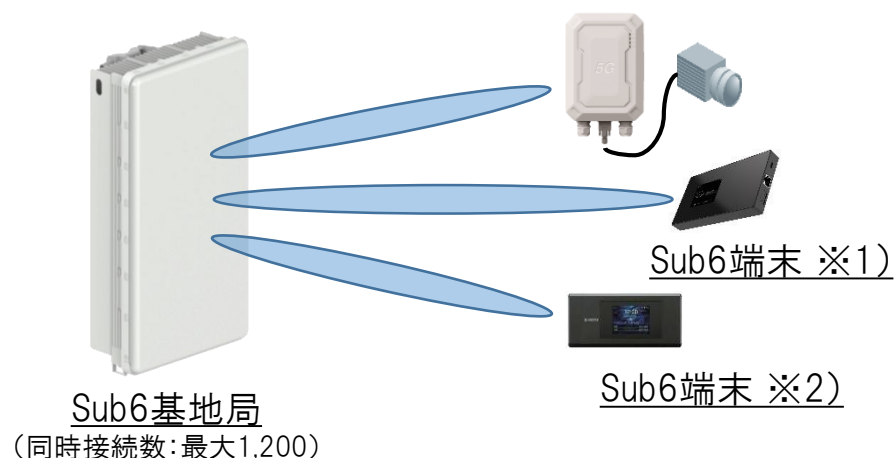
・実証実験の進捗③・・・AI検知の精度(評価中)



- 実証実験の進捗④

● 実証実験の今後

- AI検知精度の詳細解析
- 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』に関する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





※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