

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

ローカル5GとAI技術を用いた鉄道駅における車両監視の高度化

成果報告書概要版

---

令和4年3月25日

京浜急行電鉄株式会社

---

---

# 実証概要

# 背景

- 列車検査に関して、運行中の列車の装置故障は重大事故の引き金になるため、高精度・高頻度の車両の監視・検査が重要となる。
- ローカル5Gを含む新技術を活用することで、さらなる異常の早期発見と安全の向上が期待されている。

## 列車検査の現状

### 【現状】

- ・列車の運行中に重要な装置の故障が発見されると、**重大事故につながりかねない**

※2017年12月新幹線のぞみ台車き裂など

- ・日常検査といえども、6日に1度の頻度であるため、異常が最大5日間把握できない可能性がある

### 【課題】

- ・日常検査の高頻度化が求められる

許容できない疲労き裂  
(「のぞみ」のトラブル)



これを起こしてはいけない

出典: 東洋経済オンライン  
<https://toyokeizai.net/articles/-/211007>

## 京浜急行電鉄の現行オペレーション

### 列車検査

👉 実施頻度: **6日に1度**

- ・京浜急行電鉄保有の約800両の列車を、3つの検車区(久里浜検車区、新町検車区、金沢検車区)にてローテーションで検査

👉 点検方法: **近接目視**

- ・床下、車体、台車(車輪、車軸、モーター)、屋根上、客室の装置外観を目視により確認(≒異常がないことを確認)

👉 点検時間: 1編成(5人体制)あたり概ね30分

## ローカル5Gを含む新技術への期待

- ・ 車両の異常は事故や輸送障害に直結するため、鉄道事業者は検査周期をできるだけ短くて異常を早期に発見したい
- ・ 現在の保守管理体制では6日に1度の頻度での検査が限界であり、ローカル5Gを含む新技術を活用した、さらなる異常の早期発見と安全の向上が期待されている

# 目的

- 本実証は、京浜急行電鉄久里浜工場で実施した、令和2年度総務省事業※の継続検討として、遠隔・リアルタイムでの列車検査を鉄道駅にて実施し、実装するための課題の洗い出しを目的とした実証である。
- 令和2年度実証での課題に対応するため、以下2点の目標を設定した。

※『地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証に係る鉄道分野におけるローカル5G等の技術的条件等に関する調査検討の請負(遠隔・リアルタイムでの列車検査、線路巡視等の実現)』

## 令和2年度 実証での課題

### 技術面の課題

AIの精度向上  
長期安定運用の実現  
複数センサーによる入力による包括的な異常検出(センサフュージョン)

### 運用面の課題

現場技術者による運用スキームの実用化には至っていない

## 本年度実証 の目標

- ① 利用者のいる鉄道駅での実証を行い、サンプル数の増加によるAIの精度向上と、長期安定運用が可能となる構成を目指す
- ② 継続的な実証の中で、現場技術者による実用的な運用スキームの策定を目指す

# 実証の概要

- 本年度の実証は、京浜急行電鉄羽田空港第1・第2ターミナル駅において、ローカル5Gを構築し、地下駅のホームにおける建物侵入損を考慮した電波伝搬モデルの精緻化に関する技術実証を実施した。
- 課題実証では、5G活用モデルの創出・実装に関する調査検討として、フルHD映像のAI解析による車両検査の遠隔・自動監視システムを構築し、ローカル5Gを活用した車両台車の遠隔監視の高度化・実装を図る実証を実施した。

## 駅ホームにおける車両検査の遠隔・自動監視システム

- ✓ 車両進入と同時に車両台車の瑕疵検知
- ✓ 追加の人員をかけず、効率的に鉄道運行の安全性を向上

令和  
2年度

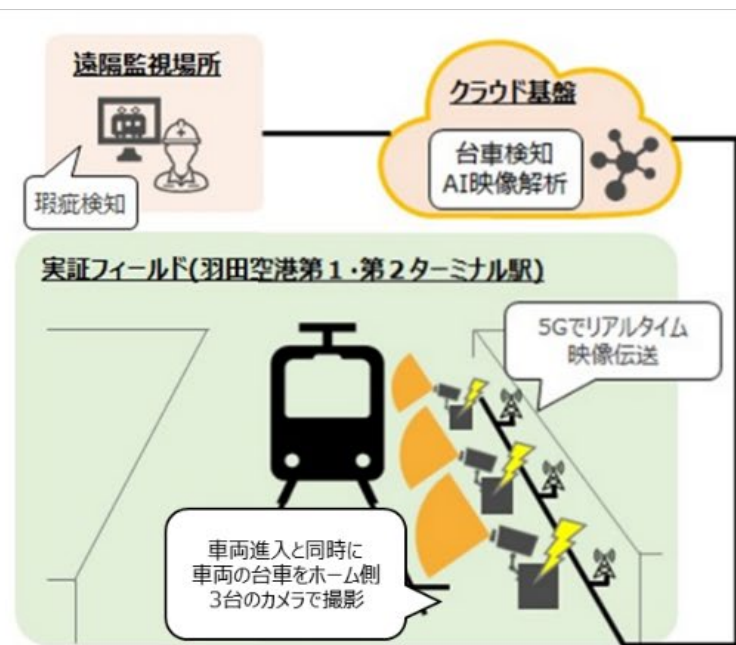
### 車庫におけるシステム構築、効果検証

- ・影響度/頻度の高い車両点検ポイントの明確化
- ・5G/MECでリアルタイム映像伝送、高速AI解析を実現
- ・実装に向けた机上検討/水平展開の可能性確認

令和  
3年度

### 鉄道駅にシステム実装、実運用に即した効果検証

- ・実装に向けた課題解決/実運用に資する検討
- ・実運用に即したシステム要件の検討/構築/効果検証
- ・実装に向けた具体的検討/運用サイクル実施

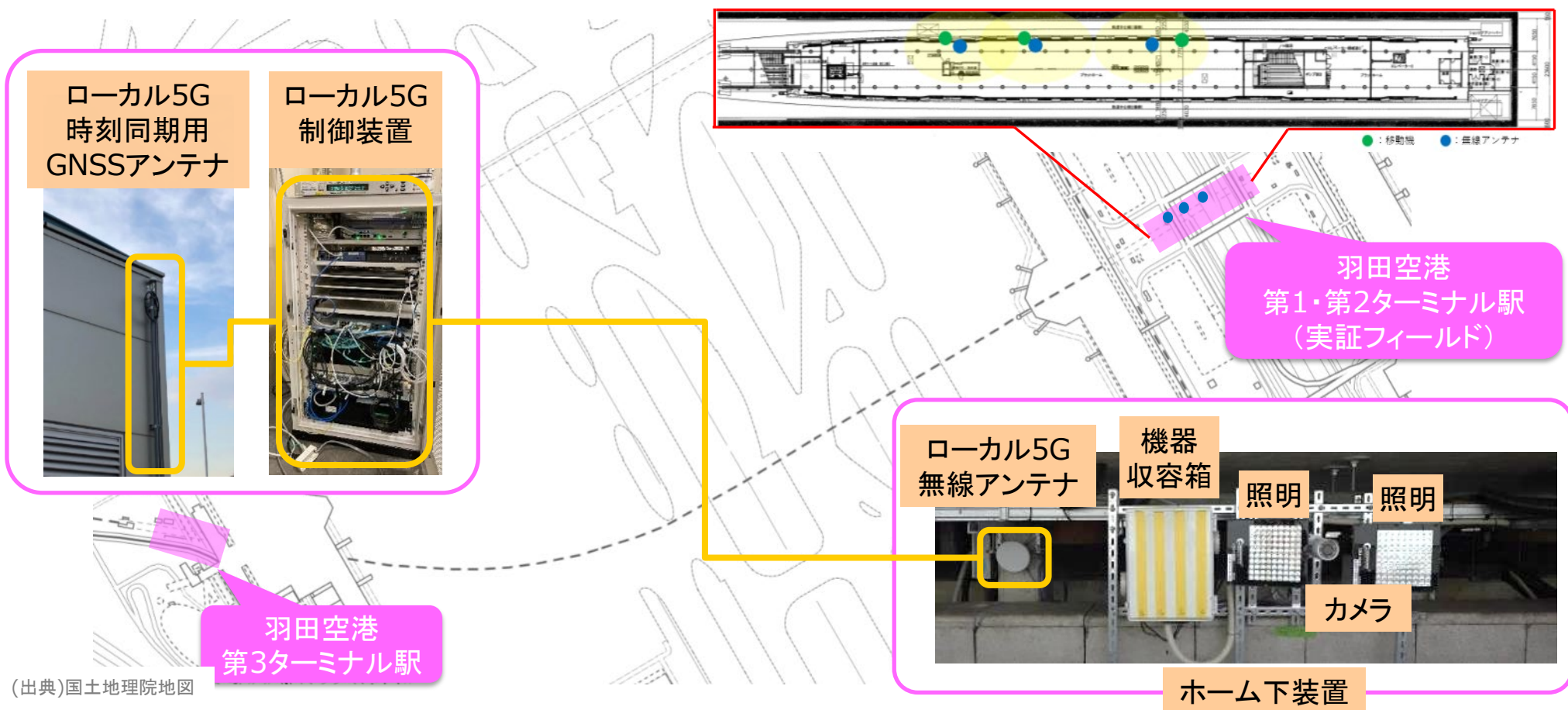


---

# 実証環境の構築

# 実施環境

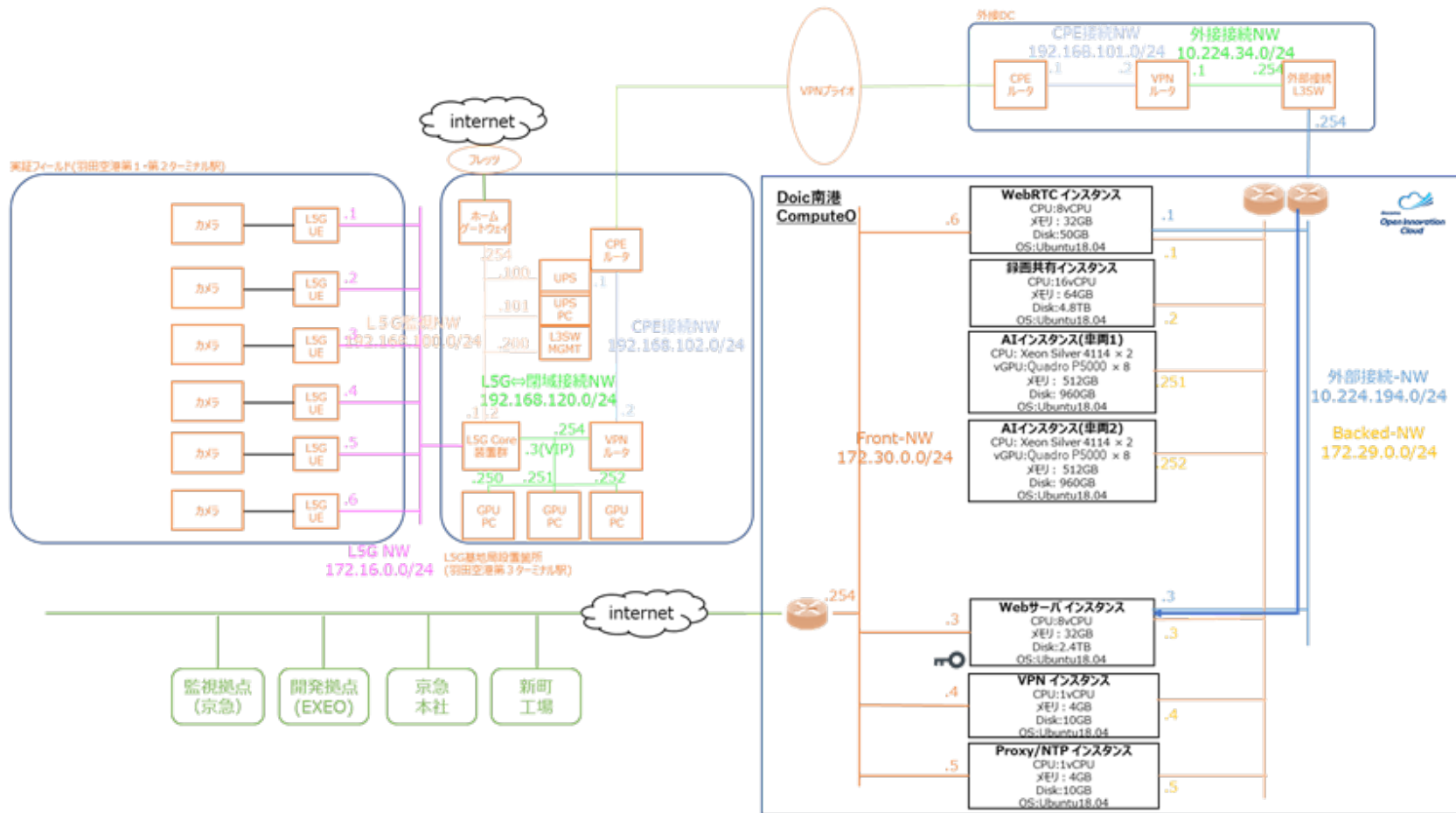
- 実証フィールドである京浜急行電鉄線「羽田空港第1・第2ターミナル駅」(地下駅、終着駅)のホーム下にカメラや無線アンテナなどを設置し、GNSSユニットを屋外に設置可能な「羽田空港第3ターミナル駅(通信機器室)」にローカル5G制御装置を構築した。





# ネットワーク・システム構成

- 3台のカメラ撮影した映像をローカル5G経由でdOIC(ドコモオープンイノベーションクラウド)に送信し、dOIC上に構築されたAI解析基盤によって異常箇所を解析。解析結果を2拠点の遠隔監視拠点に設置されるPC端末に送信して表示させるシステムを構築した。





# システム機能・性能・要件

- 本実証で使用したローカル5Gシステム(エリクソン社製)の主な技術的諸元を以下に示す。1つの基地局から3つのRU(無線アンテナ装置)を張り出して1セクタにてエリア形成を行った。

ローカル5Gシステムの主な技術的諸元

項目	諸元
台数	1
同期／準同期	同期
DL : UL比率	7 : 2
周波数帯	4.7 GHz 帯 (Sub 6)
SA / NSA	SA
UL / DL 周波数帯	4.8 ~ 4.9 GHz
UL / DL 帯域幅	99.98 MHz
UL / DL 中心周波数	4849.98 MHz
UL / DL 変調方式	QPSK / 16QAM / 64QAM / 256QAM
MIMO	4x4 MIMO
セルスループット (規格値)	DL : 1.5 Gbps / UL : 85 Mbps

# 免許及び各種許認可

- 実証コンソーシアムメンバーであり、建物運用者の京浜急行電鉄株式会社が免許人となった。その免許人より委任されたエクシオグループ株式会社が、同コンソーシアムメンバーの株式会社NTTドコモの支援を受け、ローカル5G 商用局免許の申請を行い交付された。

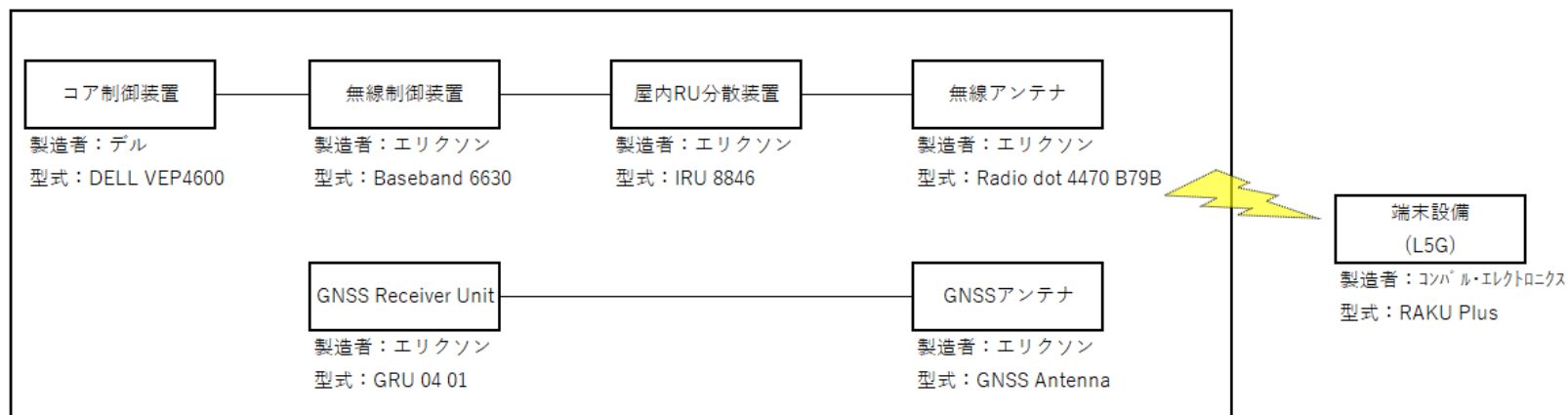
各関係者の主な役割

項目	社名	備考
土地または建物の運用者	京浜急行電鉄株式会社	コンソーシアムメンバ
免許人	京浜急行電鉄株式会社	コンソーシアムメンバ
免許申請及び干渉調整	エクシオグループ株式会社	免許人より委任
免許申請支援	株式会社NTTドコモ	コンソーシアムメンバ
無線従事者	京浜急行電鉄株式会社 エクシオグループ株式会社	コンソーシアムメンバ 免許人より選任

本実証は2022年度まで実証継続を前提としているため2021年11月5日に商用局免許で申請し、総務省関東総合通信局から2021年11月16日付けで免許状が交付された。

# その他要件、及び実証環境の運用

- 本実証で使用したローカル5G装置の一部は開発供給計画の認定を受けていない装置であるため、サプライチェーンリスク対応を含むサイバーセキュリティ対策を実施した。

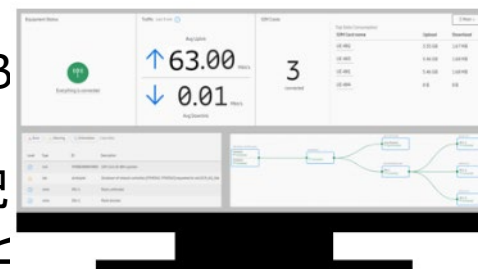


## サイバーセキュリティ対策(抜粋)

ローカル5Gコア装置とdOIC(クラウド)間はVPN接続する回線を使用し、閉域網でクラウドまで接続することによりセキュリティを担保した。また、京浜急行電鉄の監視拠点からはインターネット接続でクラウドに接続するが、VPN接続によりセキュアな接続を担保している。

## ■ 実証環境の運用

- NTTドコモはローカル5G装置導入時にエリクソン社によるOJTやWEBトレーニングにより操作方法を習得した。またマニュアルを整備するとともに、当該装置は遠隔監視できるため運用面でも支障のない様に配慮した。尚、エリクソン社とは平日9-18時での保守契約を締結することで保守体制の強化を行った。



遠隔監視PC(イメージ画像)

---

# ローカル5Gの電波伝搬特性等に関する技術的検討 (技術実証)

# 技術実証の概要

## ■ 課題解決システム利活用環境における技術的課題

鉄道インフラ分野における本実証環境としては地下鉄の屋内ホーム・線路を活用し、線路上のエリアをカバーするため、ホーム下にアンテナを設置することとなる。そのため、鉄道車両及び、ホームの床面など、遮蔽または反射による電波伝搬特性への影響が課題となる。

本実証環境は地下3Fの線路上を対象としているため、地上への電波漏洩はほぼ無いといえる。しかし、将来的な運用を考えると、同じ建物内の階層別で他の無線システムが運用された場合を考えると、平面ではなく立体的な干渉調整が発生することが見込まれる。

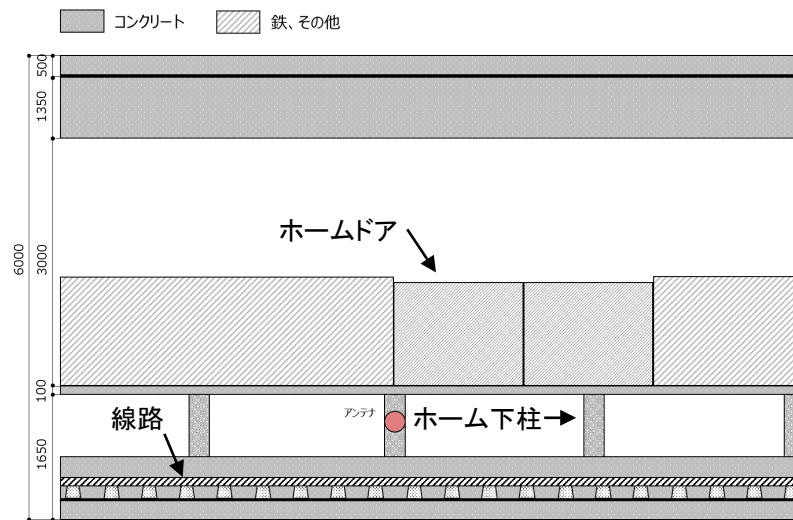
## ■ 実証目標

a: 適切な電波伝搬モデルの選定とともに、ローカル5G性能向上のための課題抽出と解決策を検討

b. I : エリア算出法の適切性を評価するとともに、エリア算出式パラメータRの精緻化を検討



実証環境



基地局アンテナ設置状況

# 実証内容 a. ローカル5Gの電波伝搬特性等の測定

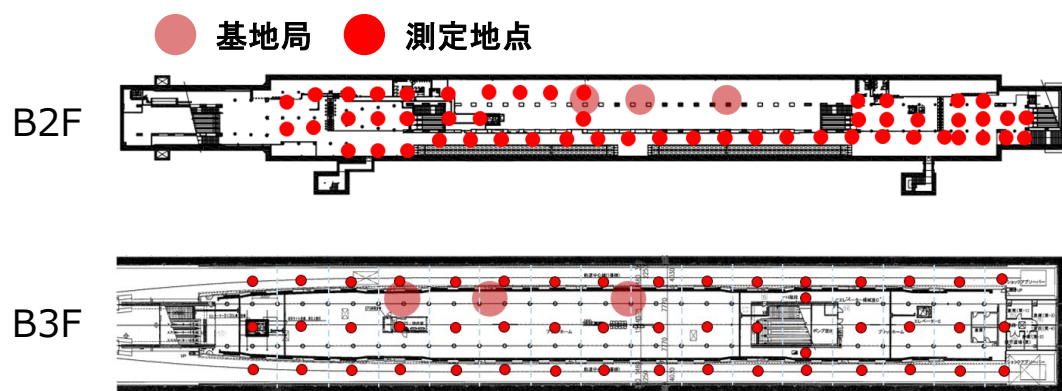
## ■ 計測指標

ローカル5Gの性能評価として、エリア形成の観点とユーザへのサービス提供品質の観点から評価を行うため、エリア算出法に基づくカバーエリア内の20地点以上において下記データを計測する。

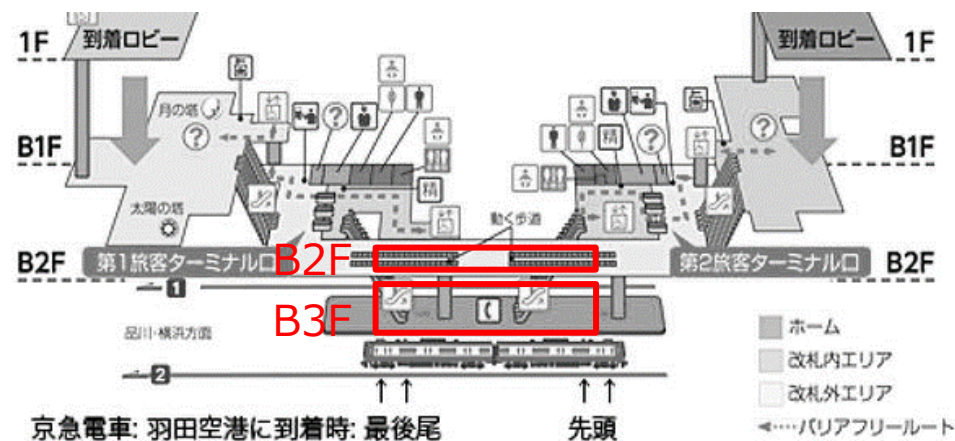
- ・エリア形成: 下り受信電力(SS-RSRP)、受信品質(SS-RSRQ/SS-SINR)
- ・サービス提供品質: DL伝送スループット、UL伝送スループット、伝送遅延

## ■ 評価・検証方法

- ・エリア形成は、エリア算出法に基づくカバーエリア、調整対象区域と受信電力の測定結果で評価
- ・サービス提供品質は、課題実証と同じ目標値(UL伝送スループット60Mbps)の達成率を評価
- ・測定地点は、アンテナが設置されるB3Fと、階上B2Fにてそれぞれ20地点以上を選定した  
※なお、伝送スループット及びRTTについてはB2Fで圏外となる為B3Fのみで実施している。



測定地点



測定対象区域



# 実証内容 b. I 電波伝搬モデルの精緻化

## ■ 実証仮説

実証環境におけるパラメータR値を環境要因から推定し、エリア算出法に基づくエリア図を検討

・ホームの材質及び階上のフロア材質はコンクリートと想定される為、R値は16.2dBと推定※

※ITU-R P2109-1 Traditional モデルの50%値

## ■ 計測指標

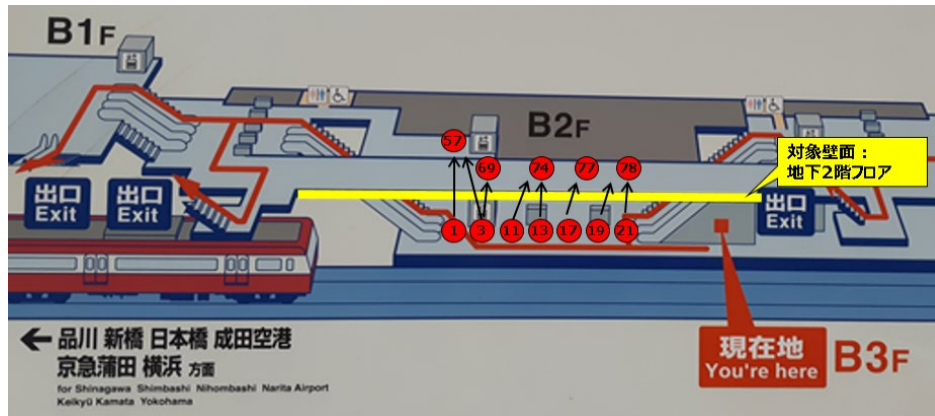
a. ローカル5Gの電波伝搬特性等の測定にて測定した、下り受信電力値 (SS-RSRP) を活用する。

## ■ 評価・検証方法

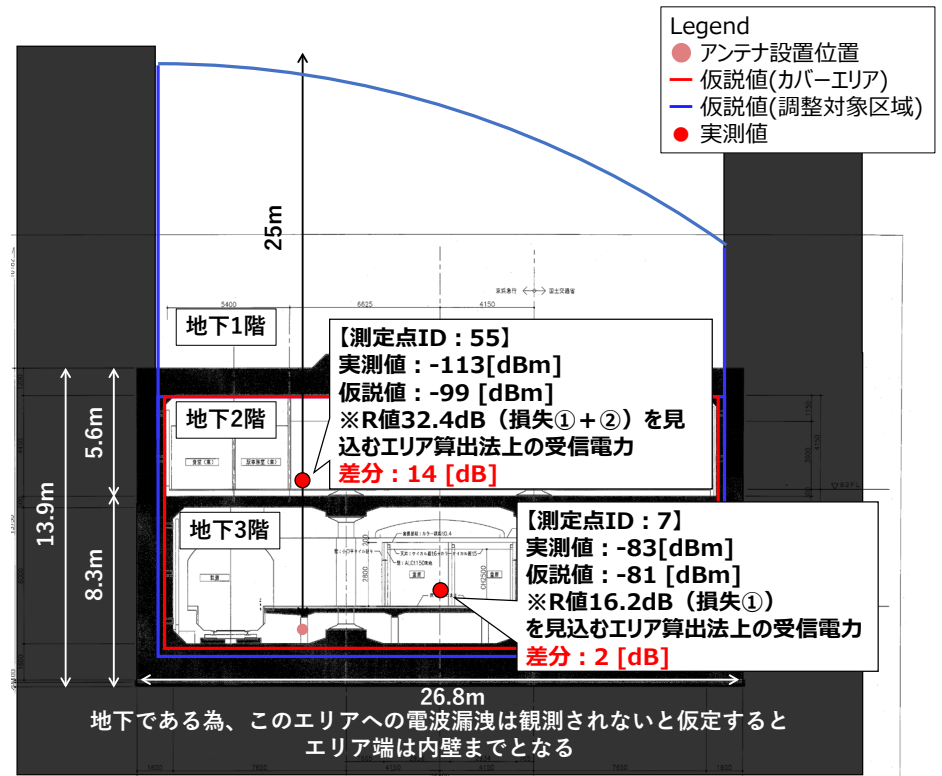
・仮説R値に基づくエリア図と、実測値から推定されるエリア図との比較結果を評価 (右図)

・B3F、B2Fで実測した受信電力から、電界強度差分を建物侵入損として検証 (左図)

・精緻化したR値を用いてエリア図を作成し、実測値エリア図との比較を行いその妥当性を評価



精緻化対象フロア及び測定地点



仮説値を用いた立体的なエリア図



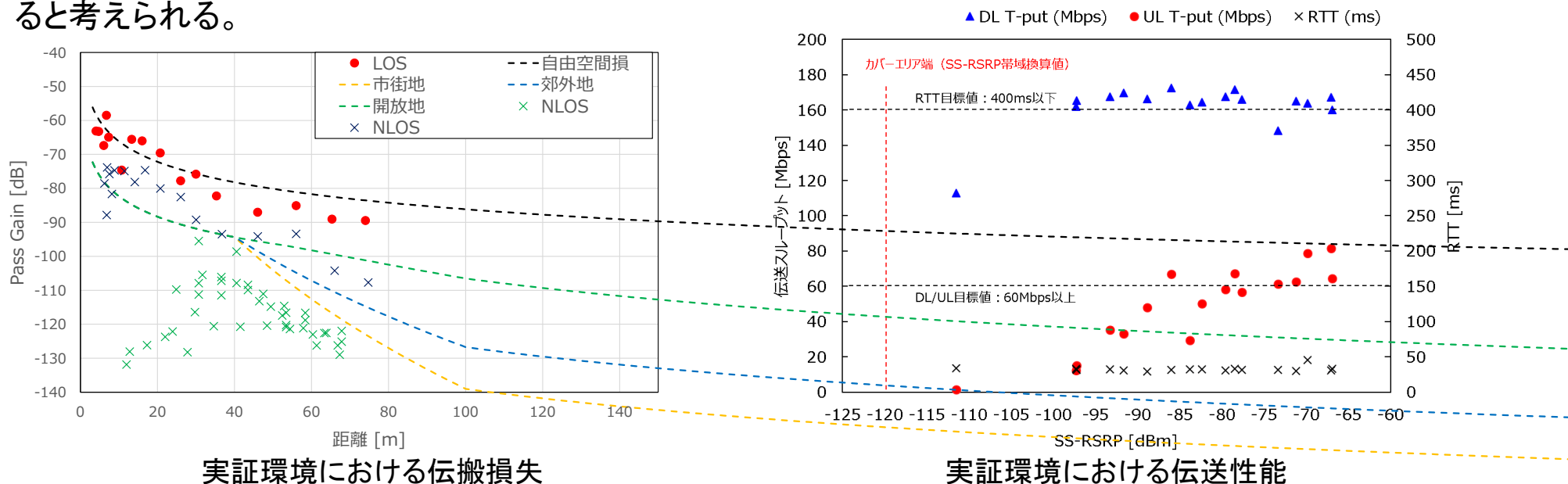
# 実証結果 a. ローカル5Gの電波伝搬特性等の測定

## ■ 分析結果

- ・実証環境における伝搬ロスから近似できる電波伝搬モデルは  
見通し環境では、自由空間損失  
見通し外環境では、奥村・秦式(中小都市、B2F:市街地もしくはB3F:開放地)である
- ・ターゲットエリア付近での伝送性能は DL平均164Mbps / UL平均70Mbps / RTT平均31ms

## ■ 考察結果

今回対象となるユースケースでは、線路上のエリア構築としてホーム下に基地局、移動局を設置し、ターゲットエリア内において伝送性能は目標値を達成することが出来た。しかしながら、ホーム上における伝送性能としては、ホームによる遮へい損失影響により、目標値を達成できておらず、今後ホーム上等でのユースケースを想定した場合は天井付近にアンテナを置局し、吹き降ろしによるエリア設計行う事も有効的であると考えられる。



# 実証結果 b. I 電波伝搬モデルの精緻化

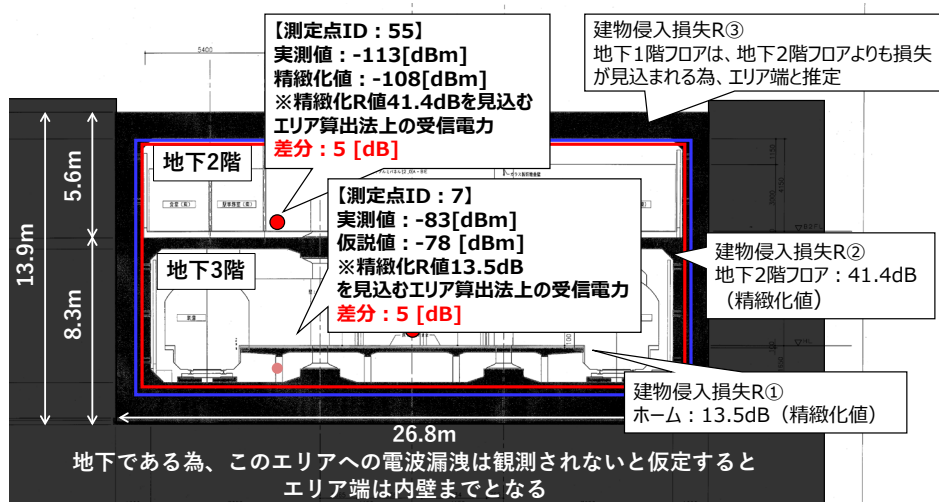
## ■ 分析結果

- ・実測値から算出される精緻化値Rはホーム床面で13.5dB、地下2階床面で41.4dBとなる

## ■ 考察結果

精緻化値から推定されるエリア図は地下2階で収まることから、地上への調整対象区域レベルでの電波漏洩はほぼないと考えられる。そのため、本実証環境の様な地下鉄にエリア構築を実施する場合は地上における干渉調整は不要であると想定されるが、同フロアもしくは階上において他の無線局が運用される場合は、間に存在する階層によってその調整可否が決まるものと考えられる。

なお、地下駅ホームエリアの開口部となるエアダクト、エレベータ、階段等が存在する箇所は精緻化値よりも強い傾向となるため、できるだけ開口部から離れた場所での置局する、もしくはセクタ指向性のアンテナを用いて、天井面方向もしくは、他のローカル5Gシステムが運用される方向は、バックローブとなるような置局設計も有効であると考えられる。



精緻化値を用いた立体的なエリア図

実測値から算出した精緻化値R

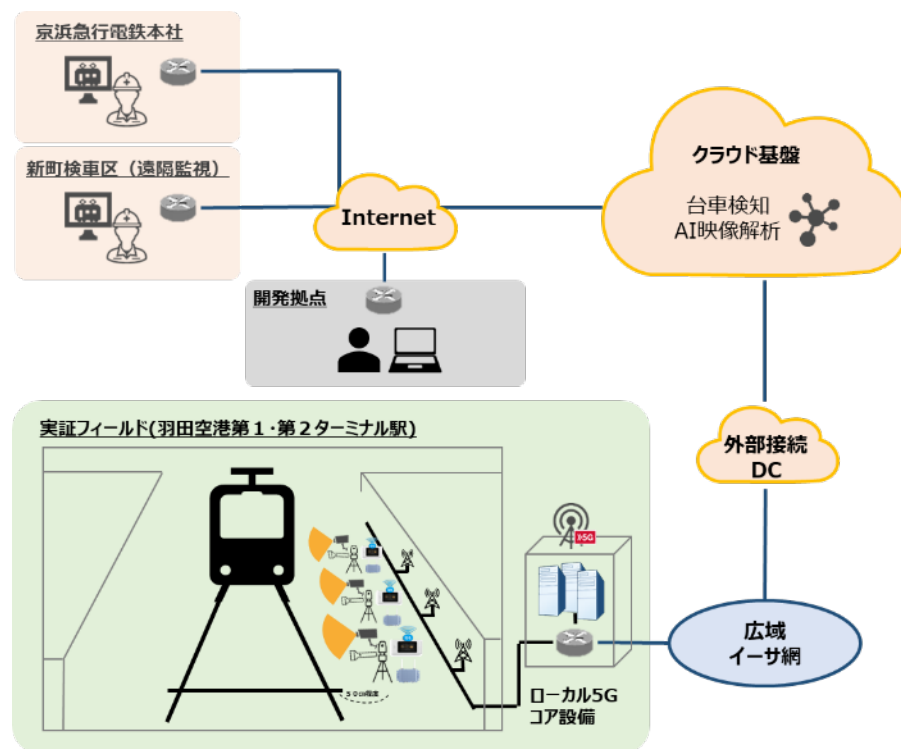
周波数	建物	材質	厚さ	面積率	仮説値 R(dB)	精緻化値 R [dB]
4.7GHz	代表値					16.2
	壁面1 コンクリートで構成された 地下鉄駅のホーム床面	コンクリート	100mm	100%	16.2	13.5
	壁面2 コンクリートで構成された 地下鉄駅の天井面	コンクリート	500mm	100%	16.2	41.4

---

# ローカル5G活用モデルの創出・実装に関する調査検討 (課題実証)

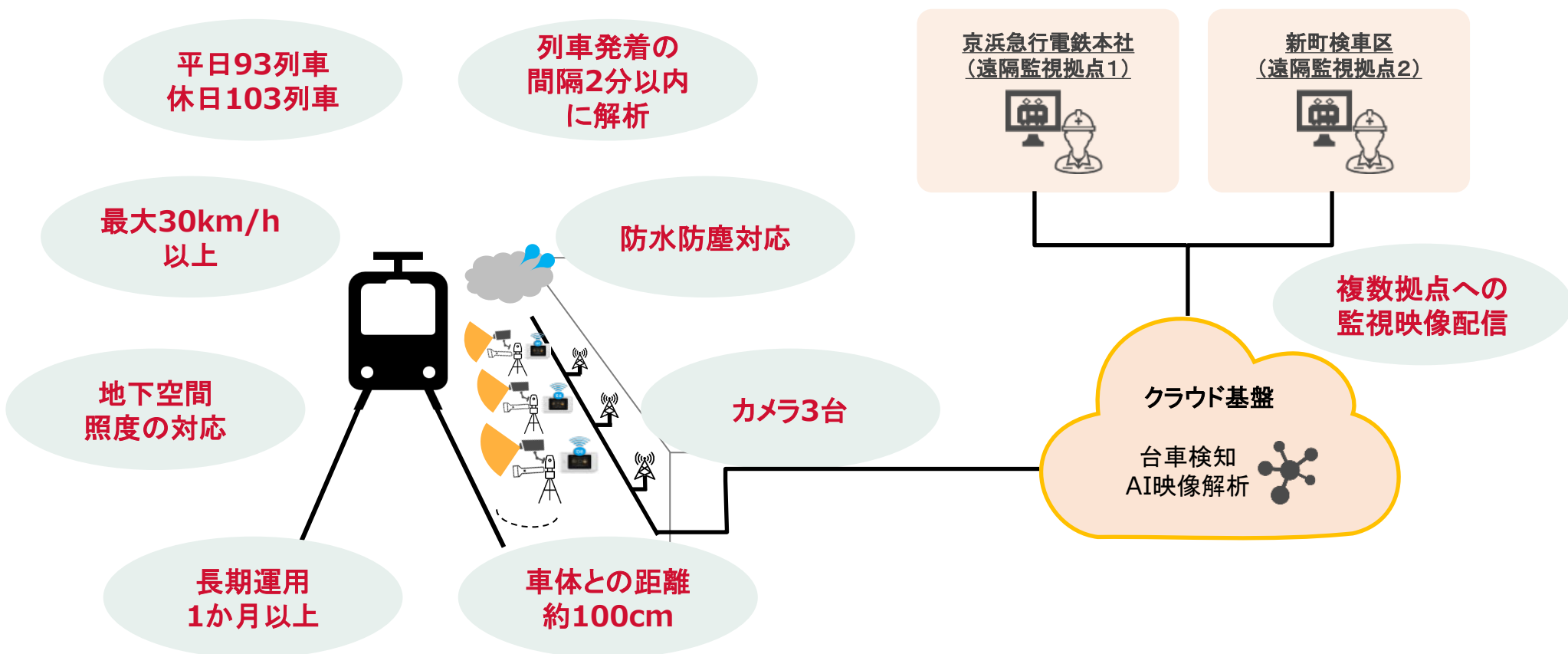
# 実証概要

- 京浜急行電鉄羽田空港第1・第2ターミナル駅に構築したローカル5Gを活用し、高精細映像のAI解析による車両検査の遠隔・自動監視システムを構築し、現場のオペレーションへの対応及び複数デバイスの長期安定運用を見据えて、車両台車の遠隔監視の高度化・実装を図る実証を実施した。



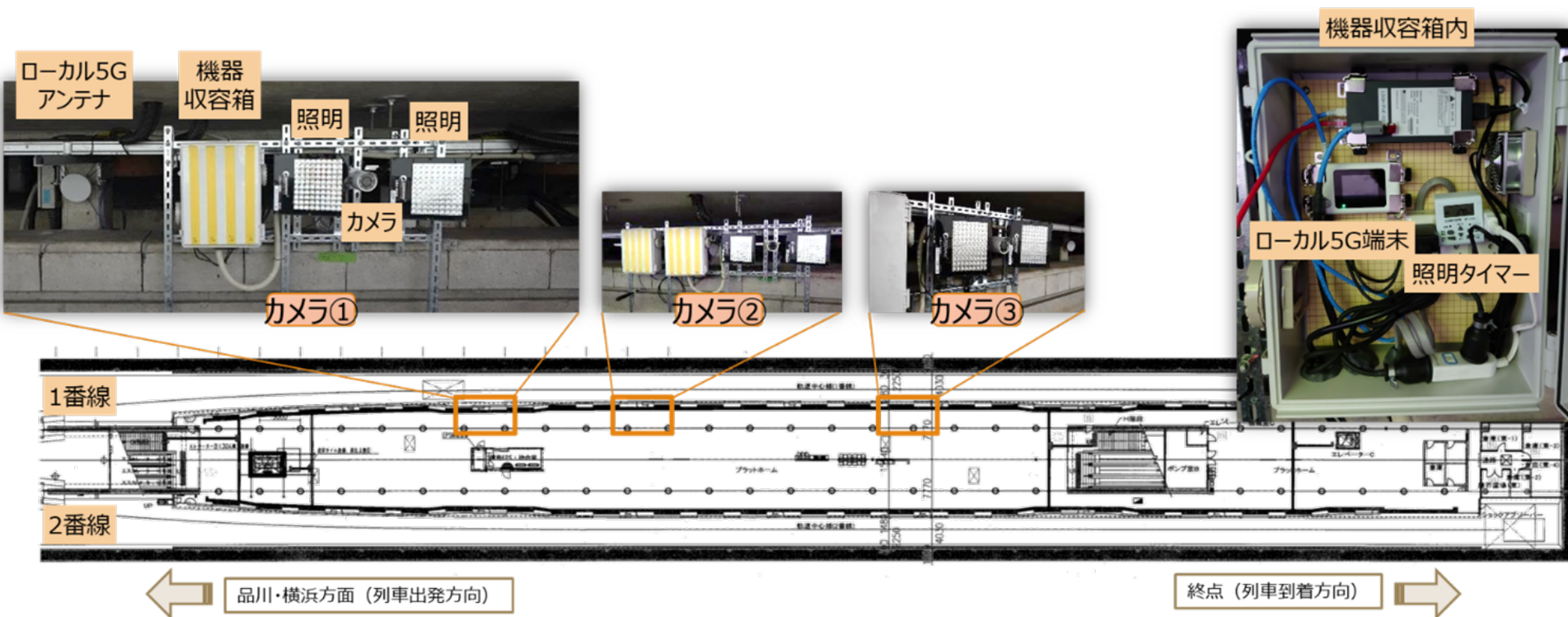
# 実装シナリオ・実証目標

- 列車検査の遠隔・自動監視システムの実装のための環境要因、長期安定性、性能面の観点での課題分析・解決を行うことを目指し、実業務の中でのオペレーションを見据え、鉄道駅での実証、実運用に即したさらなる技術の高度化を図る。



# 実証環境

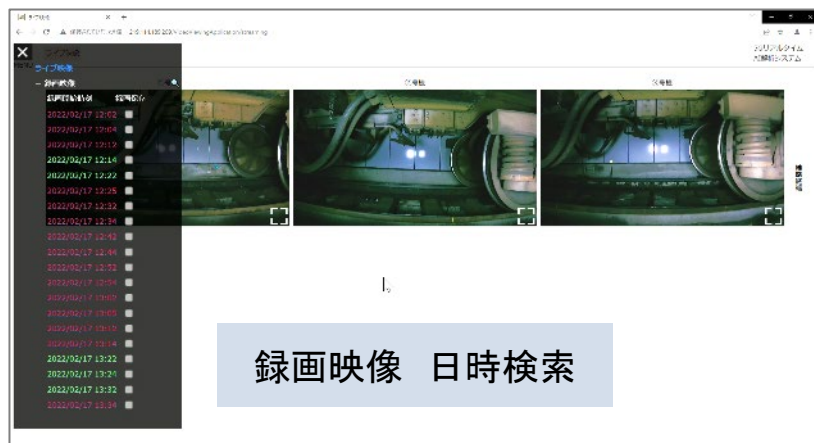
- 課題実証用機器として、羽田空港第1・2ターミナル駅の1番線の車両をホーム下側から撮影するカメラ、照度補完用の照明、ローカル5Gアンテナなどを設置した





# 実証内容(有効性検証－効果検証－UI・映像伝送システム)

- 列車検査のAI解析結果表示ユーザ画面では、ライブ映像(解析前の映像)、録画映像(解析後の映像)の確認が可能。録画映像は日時から検索し、異常を検知した時刻は赤文字で示される他、各カメラ映像の通知から異常を検知した時刻の映像を確認可能。



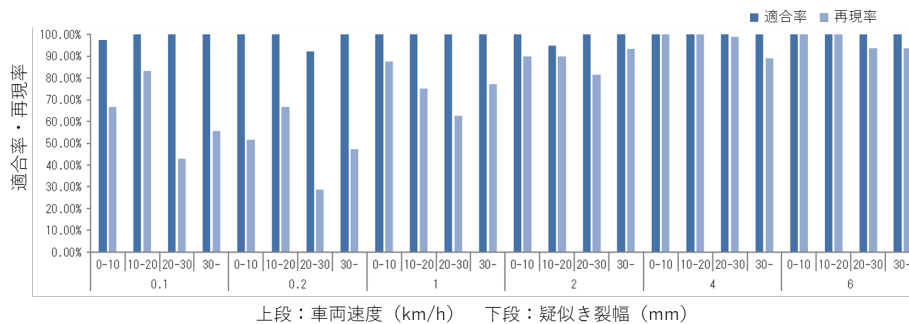


# 実証内容(有効性検証－効果検証－AI解析エンジン)

- AI解析エンジンの性能評価として、幅4パターン・長さ3パターン・方向2パターンの疑似き裂を油性黒ペンで台車に記載し、列車発着時の車両速度毎に適合率・再現率を評価した。

適合率:システムが検出したもののうち対象物であったものの割合  
再現率:カメラで捉えた対象物のうちシステムが検出したものの割合

車両速度・疑似き裂幅の評価結果  
(各項目の有効サンプル数:8~140)



対象物:油性黒ペンで記載した疑似き裂

幅:0.1 / 0.2 / 1.0 / 2.0 / 4.0 / 6.0 mm

長さ:20 / 60 / 80 mm

方向:接合面に対して 垂直 / 水平

ブレーキパッド、ハンドル

結果:

・列車発着の間隔の2分以内にAI解析、サーバ処理を完了  
→処理遅延の蓄積なし

・追加学習(教師データ画像 約500枚→2,000枚)により  
車両速度30km/h、幅0.1mm相当の疑似き裂 5.6%→55.6%検出  
幅0.1mm~6.0mmの全疑似き裂 平均47%→74%検出  
→昨年度と比較し、スピードのある対象物を検出できており、  
システム性能は向上した  
追加学習により、検出性能の向上を確認できた

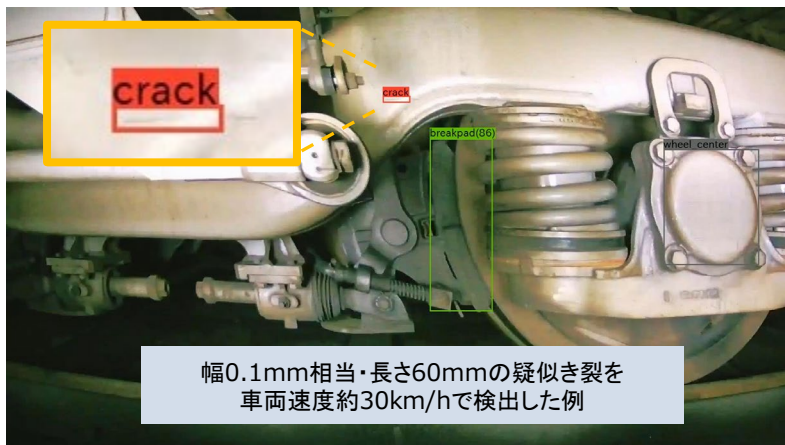
・他社車両でブレーキパッド80%以上、ハンドルほぼ100%検出  
→汎用性を確認

実装に向けた課題:

精度→台車汚れや塗装のひび割れをき裂として誤検出

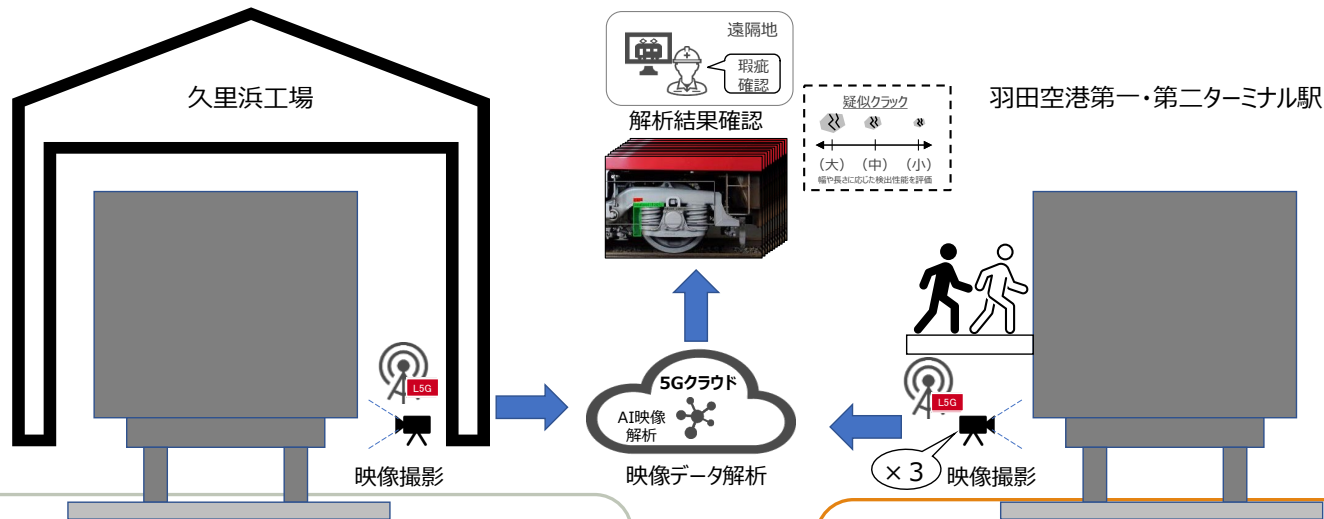
リアルタイム性→クラウド上でのAI解析完了後から

監視用端末に結果表示までの時間短縮の必要性



# 令和2年度との比較

- 令和2年度実証では、検査工場内で列車速度は10km/hまでの制限があり、1編成のみでの検証であったが、本年度はホーム到着・出発時の30～40km/h、24編成、カメラ3台で実施



- ・ 実施場所: 検査工場内
- ・ 実施期間: 数日
- ・ 車両速度: 最大10km/h
- ・ カメラ: 1台設置
- ・ 編成数: 1編成
- ・ 京浜急行電鉄の車両のみ

令和2年度

令和3年度

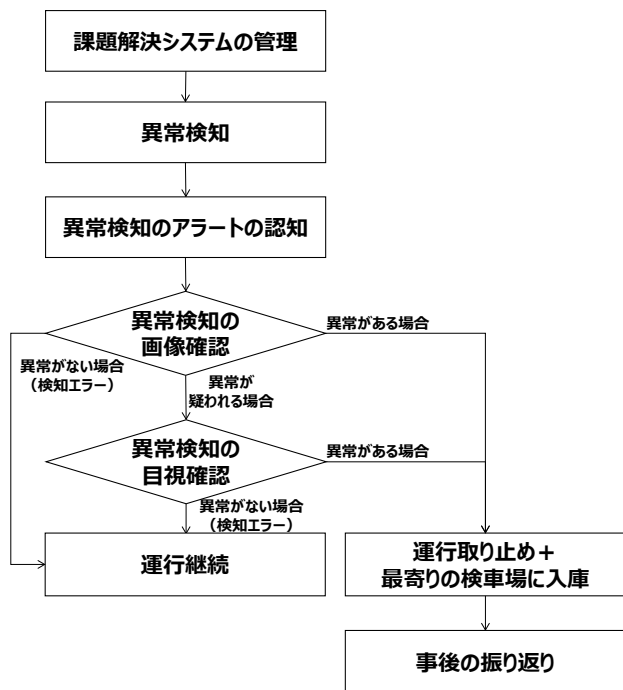
- ・ 実施場所: **運行中ホーム**
- ・ 実施期間: **1か月以上**
- ・ 車両速度: **最大30km/h以上**
- ・ カメラ: **3台設置**
- ・ 編成数: **24編成**
- ・ **相互接続する他社車両でもブレーキパッド・ハンドルを検出**

# 実証内容(有効性検証－運用検証)

■運用検証は、現場技術者へのヒアリング結果にもとづき、ローカル5G活用モデルの運用面の課題の抽出・解決策の検討を実施した

- 「状態監視による日常定点観測」に着目し、実運用に関する作業項目および通常時のメンテナンスに関する作業項目を抽出したうえで評価した
- 運用方法のうち課題解決に向けたシステムが具備すべき要件と考える、①一般性・汎用性、②拡張可能性、③経済性の観点から運用検証を実施した。

## <実運用に関する作業項目>



## <通常時のメンテナンスに関する作業項目>

分類	項目	対応者
システム運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 5Gエリアの保守</li> <li>・ クラウド環境の保守</li> </ul>	サービス提供者
現場における運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機器の点検               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 振動 (映像のぶれ)</li> </ul> </li> <li>・ 機器の清掃               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ カメラレンズの汚れ</li> </ul> </li> </ul>	サービス提供者

## <運用検証の評価結果>

【課題①: 人的負担(費用)の増加】

- ・ 作業内容のマニュアルを作成し、日常業務の一環とすること
- ・ 可能な限りシステム面で作業を補助し、対応者の負担を軽減すること

【課題②: オペレーションの改善の必要性】

- ・ 導入時の影響を抑制するようなオペレーションを検討すること
- ・ 検討したオペレーションを踏まえて、システムを構築すること

なお、導入にあたっては、上記の課題に対する解決策で負担の軽減や影響の抑制を図るものの、将来の効果発現に向けて順応するための期間が必要となると考える。

# 実証内容(実装性)

## ■ 今年度の実証

- 鉄道駅での実証
  - 営業運転車両の検査
- 実装イメージに近い環境下での実証



- 検出精度の向上を確認
- 実装性が高まった

## ■ 課題

- AI処理
  - リアルタイム性(処理時間短縮)
  - AIの検出精度の確保・維持
- システムの運用場所に関する課題
  - 乗客のプライバシーへの配慮等
- システムの全体の機能に関する課題
  - センサフュージョン
  - 車両識別のための追加情報の取得
- 運用体制
  - 異常検知後の対応を確実にする体制構築
- 資金計画
  - システム導入・運用にかかる費用が大
  - コロナ禍における経営状況の悪化
  - イニシャル、ランニングコストの縮減

実装STEP	(令和2年度実証) 実施内容	期間(検討中)
STEP1	<b>実証(本実証)</b>	
STEP2	<b>実装システムの仕様検討</b> →検知精度の検討やシステムの耐久性、安定性の確認等	2年程度
STEP3	<b>モニタリング試験(一定期間の運用試験)と改良</b> →実装のイメージに近い環境下での一定期間の運用試験	
	→検証課題に対する検証データの確認や改良の方向性の検討	
STEP4	<b>実装システムの仕様決定(事業モデルの構築)</b> →実装システムの仕様及び運用方法を決定 →鉄道事業者の体制構築	1年~2年程度
STEP5	<b>実装試験</b> →実地(設置対象となる駅)での稼働の最終確認試験 →システム、運用の最終チェック	
STEP6	<b>実装(本格運用)</b>	

今年度

# 実証内容(課題と解決策)

課題と解決策について、下表のとおりである。

項目	課題		解決策
	観点	説明	
システム面の課題	AI検出精度	台車汚れや塗装のひび割れをき裂として誤検出することの抑制	鉄道事業者の技術者と連携した追加学習、定期的な機器メンテナンス
	リアルタイム性	クラウド上でのAI解析から監視用端末に結果表示するまでの時間を短縮する必要性	クラウドリソースの増強による処理時間短縮
	その他(運用面での利便性等向上)	UIの機能向上	運用を踏まえた現場の声のUIへの反映
運用面の課題	AIの検出精度の見極め	閾値を厳しくしすぎると検出漏れが増え、緩くすると誤検出が増える	実運用と現時点でのAIの検出精度を踏まえた、実用時のAIの精度の見極め
	乗客のプライバシーへの配慮	プラットフォーム下から乗客側に向けてカメラ、ライトを設置する問題	乗客のプライバシーに配慮したシステムの設置場所の選定
	設備設置の安全性の確保	狭隘な制約空間で、運行の安全性を確保した設備設置	「乗降場に対する建築限界」外への、落下等が生じないような確実な設備設置
	検出内容、列車検査体系の見直し、対策の方法	現在の列車検査では、目視の検査以外に動作確認なども含まれている	目視検査項目以外の項目をいつ、どのように実施するか、異常発見時に部品交換等をどのように実施するかの運用方法の明確化
	追加機能の検討	目視では発見が難しい異常の検出が求められる	センサフュージョンによる「音」「温度」「振動」なども対象にしたAI検出の導入により、多角的な列車検査を実現
	システム設置場所	営業線内or営業線外、駅or駅以外、地下空間or地上の空間等の検証	様々な異常発見状態を想定し、現実的なシミュレーションを行う

# 継続利用の見通し・実装計画

実運用を想定して羽田空港第1・第2ターミナル駅で実証を行った結果、実運用には更なる検出率の向上、お客様のプライバシーへの配慮、システムを最適に稼働させるための設置場所の改良、コスト低減に向けた各鉄道事業者との連携・横展開の検討が必要であると認識した。

令和4年度は、今回構築した実証システムのモニタリングを1年間目途に継続し、教師データの収集および台車のキズ検知AIの追加学習を行う。その後、前述の課題および解決策の検証を以下のステップを経て実施し、実運用できるシステムを構築し実装を目指す。

	課題及び検証項目	解決策および検証内容
ステップ1	AI検出性能向上のため、実証システムのモニタリング継続	本システムを1年間を目途に継続して行い、追加学習によりAI検出精度の向上を目指す。
ステップ2	本システムの導入コスト削減に向けた各鉄道事業者との連携検討	本システムの汎用性を高めるために各鉄道事業者との会合を開催して情報発信等を行い、共通ニーズ等を洗い出し利用可能なシステムを検討する。
ステップ3	本システムの最適な設置環境の構築検討	車両台車の撮影はホーム下側になるため、お客様のプライバシー保護観点、既存設備等を考慮し最適な設置環境を検討する。
ステップ4	本システムの追加設置駅の検討	今年度の実証では片側(山側)のみに機材等を設置しているため反対側(海側)の確認ができる最適な駅を検討する。
ステップ5	各課題の解決策をもとにした実証を通じた実運用可能な実装システム構築の検討	ステップ4までの実施内容を基に、実装できる異常検知システムの構築を検討する。

---

# まとめ



# まとめ

## ■ 技術実証

- 実証環境における伝搬ロスから近似できる電波伝搬モデルは見通し環境では、自由空間損失である。
- 見通し外環境では、奥村・秦式(中小都市、B2F:市街地もしくはB3F:開放地)に近似することが知見として得られた。
- ターゲットエリア付近での伝送性能はDL平均164Mbps / UL平均70Mbps / RTT平均31msである。
- 実測値から算出される精緻化値Rはホーム床面で13.5dB、地下2階床面で41.4dBとなる。

## ■ 課題実証

- 鉄道駅における車両検査の遠隔・自動監視システムの性能を評価した。日常運行の中でAI解析の処理遅延を蓄積することなく、追加学習により車両速度最大30km/h以上で幅0.1mm相当の疑似き裂を55.6%検出することができ、システム性能は向上したといえる。また、鉄道駅で実施したことにより相互接続する他社車両への汎用性も確認できた。
- 運用面からみても、鉄道駅で営業運転車両の検査という、実装イメージに近い環境下での実証にて幅0.1mm~6.0mmの全疑似き裂を平均74%検出でき、実装性が高まったといえる。
- 一方、本格的な実運用に向けては、システム面ではAI検出精度、リアルタイム性における課題が、運用面ではAI検出精度の見極めや検出内容・列車検査体系の見直しにおける課題が浮き彫りになり、解決策の対応を検討していく。