

近畿ローカル5G推進フォーラム第2回会合

工場内の無線化の実現

2020年 11月30日

NEC デジタルプラットフォーム事業部

中島 健智

\Orchestrating a brighter world

NECは、安全・安心・公平・効率という
社会価値を創造し、
誰もが人間性を十分に発揮できる
持続可能な社会の実現を目指します。

自己紹介

氏名：中島 健智 (taketoshi@nec.com)

所属：NEC デジタルプラットフォーム事業部 エキスパート

20年以上にわたり、無線通信の関連業務に従事

- セルラー(PDC/2G/3G/LTE)の通信ソフトウェア技術開発及び標準化
- ここ5年間は、工場向け無線通信の開発が主業務

5G/ローカル5Gシステム向けシステム

- 開発側ではなく利用者側の立場で工場への5G導入を推進
- 5G/Local 5Gにかかわらず、ユーザに最適な無線通信手段を提供

5Gの特性

超高速

1Gbpsの速度



高精細動画で遠隔工場とのリアルタイムコミュニケーションが可能

超低遅延

0.5msecの遅延



遠隔での機械制御
緊急停止

多数同時接続

250,000 端末/km²



工場内の多数のデバイスで
干渉の無い安定した通信

※ 各性能値は3GPP TS 22.261 V16.13.0のindoor hotspotのモデルより抜粋

キャリア5Gとローカル5Gの違い

キャリア5G

コンシューマ向け
サービス

自前の無線NW構築不要

運用管理はキャリア提供

全国(全世界)で使える

どこでも手軽に
NWが利用可能

共通領域

高速
低遅延
多数同時
接続

使いわけ必要

ローカル5G

地域・産業向け
サービス

自前の閉域NWを構築

柔軟な通信リソース割当

エリア自前カスタマイズ

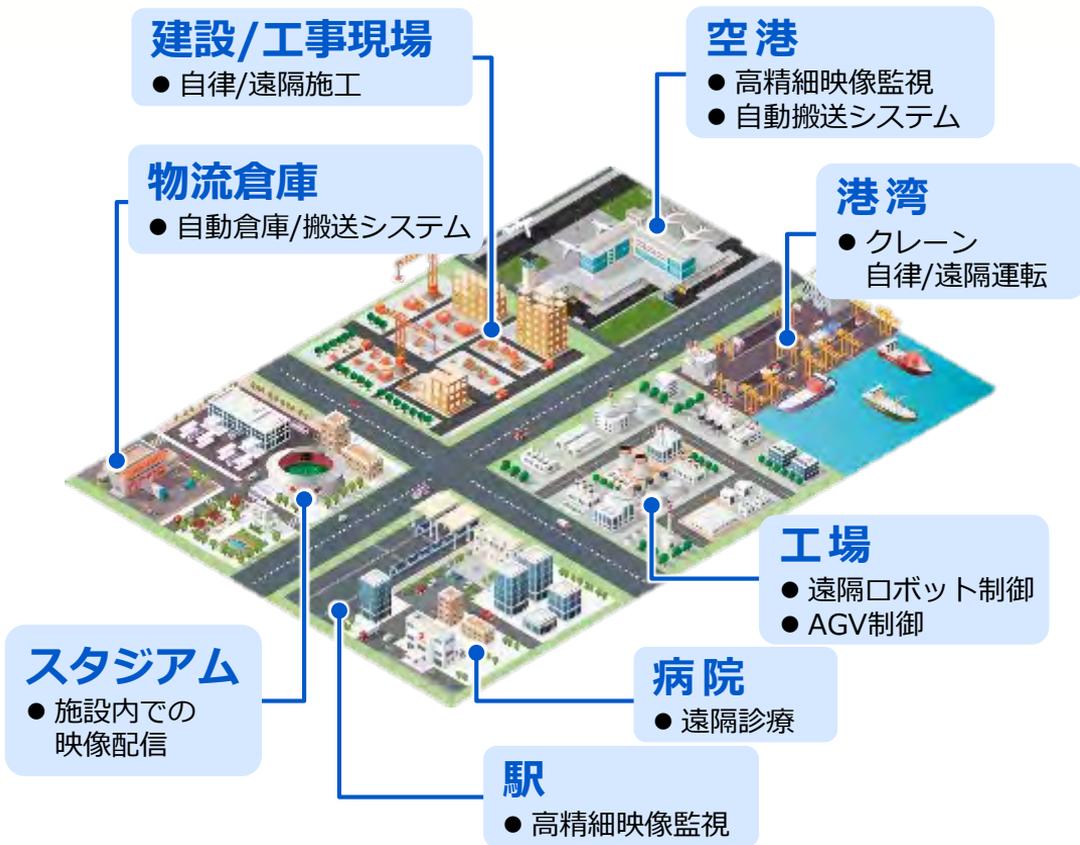
個別ニーズに最適な
NWを構築可能

NECで取り組みはじめたローカル5Gユースケース

製造、建設、流通、交通、公共の市場領域を中心に、
産業DXの価値創造、検証を推進具体的な実証実験も開始



ローカル5Gによる産業DXの実現



必要な時・必要な場所に
5Gネットワークを
柔軟に構築し、
産業のDXによる
高度化を推進

ネットワーク無線化による生産設備の配置自由度向上

- 無線ネットワーク化による生産設備の配置自由度向上
- 効率的な多品種少量生産・生産性向上の実現

効果



5G

超高速
大容量

高精細映像伝送など

超低遅延

遠隔制御など

多数同時
接続

多数センサ設置など

ローカル

安全性

専用閉域NWによる
セキュリティ確保

安定性

エリア自前カスタマイズ

柔軟性

柔軟な通信リソース割当

ロボットやAGV活用による作業リモート化・自動化

- 操作や指導が遠隔で可能になることによる要員省人/省力化
- ロボットを直接操作しないことによる作業員の安全性確保
- 多数ロボット・AGV同時制御による作業効率化

効果



5G

超高速
大容量

高精細映像伝送など

超低遅延

遠隔制御など

多数同時
接続

多数センサ設置など

ローカル

安全性

専用閉域NWによる
セキュリティ確保

安定性

エリア自前カスタマイズ

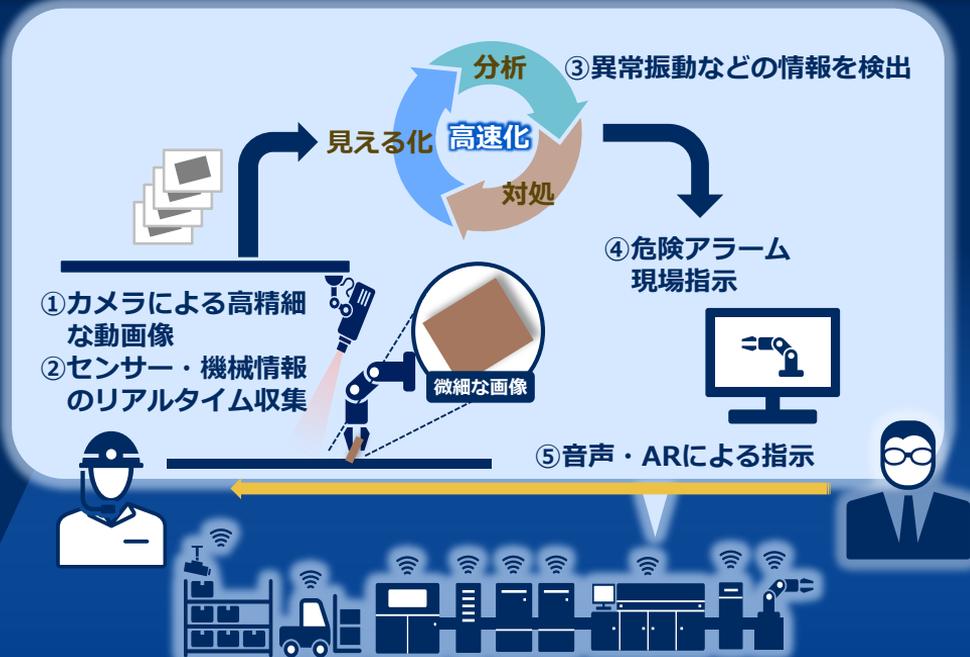
柔軟性

柔軟な通信リソース割当

多数のセンサ/カメラ活用によるリモート保守

- 多数のセンサ、カメラ活用によるデータ収集に基づいた状況把握
- AIなどにより収集データを学習・分析 (必要により緊急停止)
- 保守員と現場作業員が動画やARで連携して課題解決

効果



5G

超高速
大容量

高精細映像伝送など

超低遅延

遠隔制御など

多数同時
接続

多数センサ設置など

ローカル

安全性

専用閉域NWによる
セキュリティ確保

安定性

エリア自前カスタマイズ

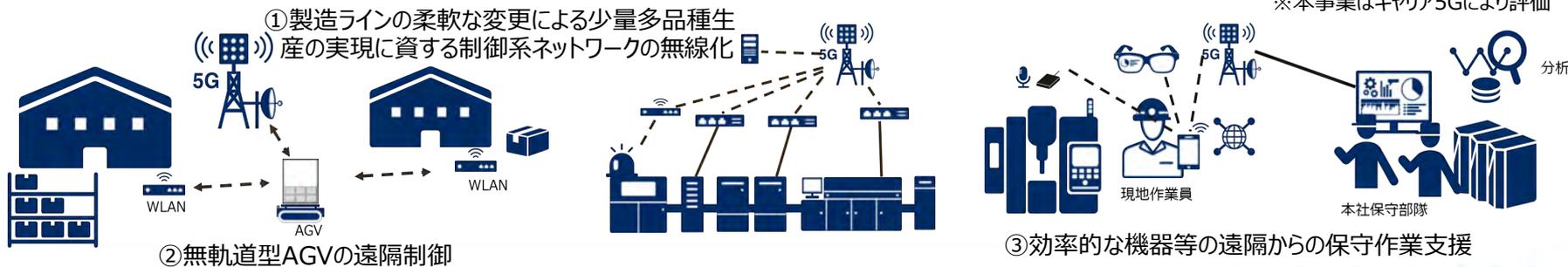
柔軟性

柔軟な通信リソース割当

地域課題解決型 L5G等の実施(工場内の無線化の実現)

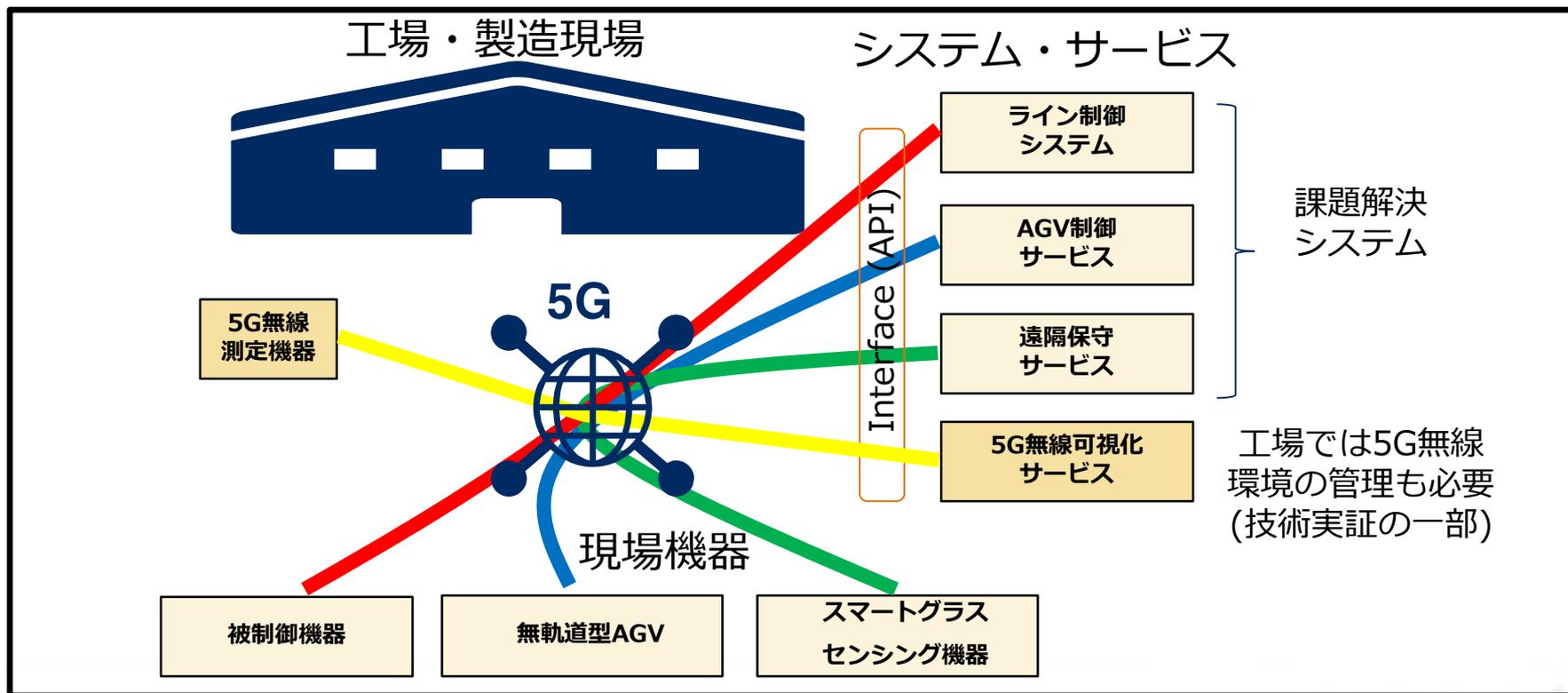
工場内の無線化の実現

請負者	日本電気株式会社	分野	工場
実証地域	滋賀県栗東市 (三菱重工工作機械栗東工場)	コンソーシアム	日本電気(株)、三菱重工工作機械(株)、 (株)NTTドコモ、サンリツオートメーション(株)、 (株)構造計画研究所
地域課題等	製造現場における省力化・自動化や製造ラインの柔軟な変更等による生産性向上等		
実証概要	<p>課題実証：①多様化する顧客ニーズに応じた製品・サービス展開のため、製造ラインの柔軟な変更による少量多品種生産の実現に資する制御系ネットワークの無線化に関する実証、②無軌道型AGV (Automatic Guided Vehicle、無人搬送車) の遠隔制御に関する実証、③工作機械に取り付けられたセンサーや現場作業員のカメラ映像等を用いた機器等の異常検知、保守員による機器等の遠隔からの保守作業支援に関する実証</p> <p>技術実証：5G無線可視化による動的なエリアマップ作製及び遮蔽・反射によるエリア調整の評価を実施</p>		
ローカル5G等 (周波数・特長)	周波数：4.7GHz帯、28GHz帯 構成：NSA構成 利用環境：屋内（工場）		



実証事業の概要

工場の無線化における5G活用ソリューションのリファレンスモデルを構築



実証の内容

課題解決システム	現状の課題	ソリューション概要
①変種変量生産に資する 制御系ネットワークの 無線化	<ul style="list-style-type: none">● 顧客ニーズの多様化による多品種少量生産が求められている● その為には製造ラインのレイアウト自由度の向上が必要● レイアウト変更の都度発生する配線コストの削減が必要● 特に性能要件が厳しい制御系ネットワークの無線化が課題	<ul style="list-style-type: none">● 制御ネットワークの5Gによる無線化を行い、性能及び実用性を検証する● 制御ネットワークで広く利用されているプロトコルであるEthernet/IPまたはCC link等で検証を行う事より、現在利用されている機器に対して、どの程度カバーができていたかを検証し、課題を解決する
②無軌道型AGVの遠隔制御	<ul style="list-style-type: none">● 労働者不足により、工場内物流も省人化が求められている● AGVによる構内物流の省人化が期待されているが、軌道型のAGVはフレキシブル性に欠ける為、利用用途に限られる● 無軌道型のAGVは制御に広範囲に移動しても安定的に通信ができる無線が不可欠	<ul style="list-style-type: none">● 5Gを用いた広範囲の移動ができるシステムを構築する● 5G(特に28GHz)では金属遮蔽等による電波断が懸念される為、本調査ではWiFiと5Gの無線を組み合わせる事により、広範囲をカバーできるシステムを構築し課題を解決する
③熟練工を対象とした 効率的な機器等の遠隔 保守作業支援	<ul style="list-style-type: none">● 熟練技術者が不足し、熟練技術者一人当たりの対応範囲の拡大が求められている● 作業中のセンシング情報を用いて熟練技術者から助言を得るためには、データの品質と通信リアルタイム性が課題● AR/VRを活用したリモート保守への期待が更に高まっているが、有効な導入方法や効果の検証が求められている	<ul style="list-style-type: none">● 従来のWiFiでは実現できないデータ品質と通信のリアルタイム性を5Gを利用することにより解決する● 作業現場の映像をリモート保守部隊と共有し、遠隔からの作業指示の有効性について検証する。また、振動センサーから取得されるデータをAIにより解析し、異常の自動検出を行うとともに、スマートグラスを利用した結果確認の有効性について検証し、課題を解決する

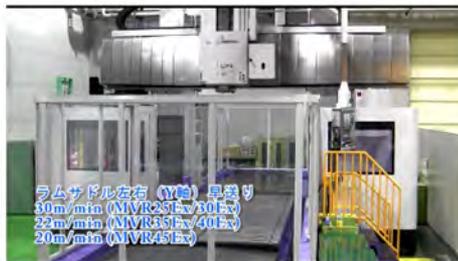
実証内容 (遠隔保守、AGV制御)

滋賀県栗東市にある三菱重工工作機械で実証

大型金属の加工工場であり、金属製設備及び部材が多くあり、電波伝搬にムラがある環境。実工場でAGV制御とリモート保守を実証。



三菱重工工作機械の栗東工場(滋賀県)
※ 工場内部の写真は非公開



門形五面加工機MVR・Exシリーズ



AGV セキシュウ・クローラー



振動センサー ZNST3520



スマートグラス MOVERIA BT-350

実証内容 (制御Networkの無線化)

■ NEC社内の実験室で実証 (実網で超低遅延に対応した機器がないため) 日本及びグローバルの代表的な産業用ネットワーク機器を用い、実用的な実効性能を測定。性能及び市場からCC link IE又はEtherNet/IPを選定中。

代表的な産業用ネットワーク(Ethernet)とその特徴

名称	推進国	特徴(一部意識あり)
CC Link IE	日本	Control / Field / Motionと用途毎に使い分け (Fieldは0.5msec周期、Motionで1usの同期)
MECHATROLINK-III	日本	最小リンク周期は31.25us、同期ジッタ1us以下
EtherNet/IP	米国	RPI(Requested Packet Interval)で設定された通信周期ごとに通信 (可変)
EtherCAT	ドイツ	各デバイス間を1us以下で同期
PROFINET	ドイツ	NT(Non Real-Time)、RT(Real-Time) 10ms程度、IRT(Isochronous Real-Time) 1us以下で同期と性能毎に混在可能

HMS Networks
調査のシェア
上位3つ ※1

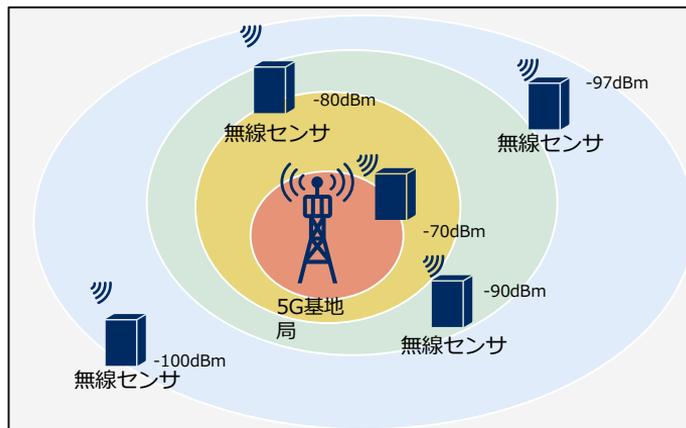
<https://www.keyence.co.jp/ss/products/controls/network/fieldnetwork/>の情報をもとに解釈

※1 <https://www.hms-networks.com/ja/news-and-insights/news-from-hms/2020/05/29/industrial-network-market-shares-2020-according-to-hms-networks>

実証内容(動的な電波の可視化)

工場内部に複数の無線センサを配置し動的な電波Mapを作成

無線センサの設置地点における電界の実測値をクリギングアルゴリズムを入力することにより、エリア内の電界値を補完し、工場エリア全体の電界マップを生成。本電界マップを時系列で可視化する事により、5Gの動的電界マップの作製が可能となる。



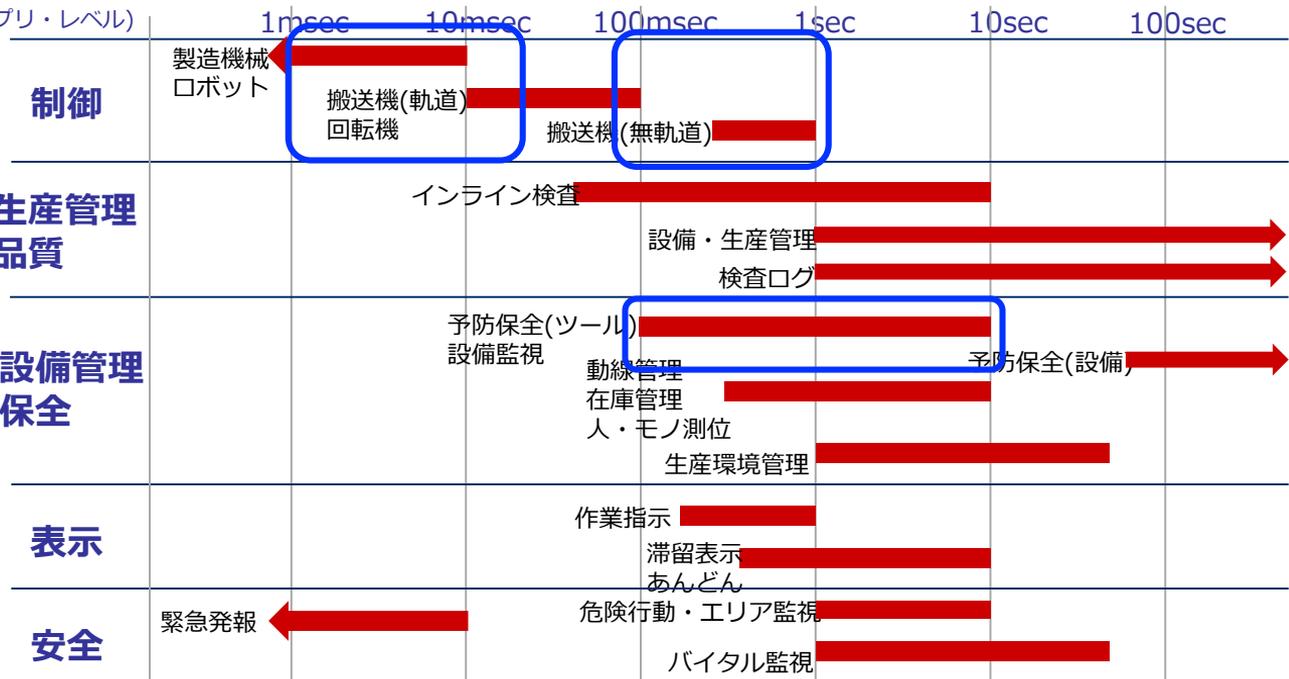
各ユースケースの要求性能

Flexible Factory Projectで、文献調査、工場ヒアリングで抽出した無線用途(約130種)を分析し公開されている。



許容遅延

(アプリ・レベル)



実証で確認
する性能

おわりに

- 高性能を特徴としているローカル5Gにとって、工場は有望な現場である。本実証をはじめ、様々なユースケースを積み上げ、実例を構築していくのは重要である。
- 一方、5Gシステムは導入の難しさやコスト面の課題があり、自力で導入できる工場は少ない。工場の現場は絶え間ないコスト圧縮努力を行っており、人的・資金的余力がない
- 多くの前例を揃え、またコスト削減が可能な仕組み作りが必要である。例えば地域共同利用型で5Gシステムの導入ができれば、コスト削減につながる。地域自治体等との連携を加速していきたいと考えている。

 **Orchestrating** a brighter world

NEC