

# 産業界への5Gの インパクト

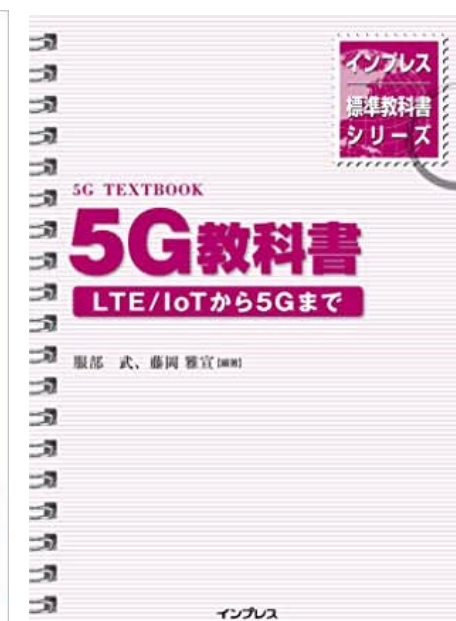
2020年10月30日  
エリクソン・ジャパン  
藤岡 雅宣



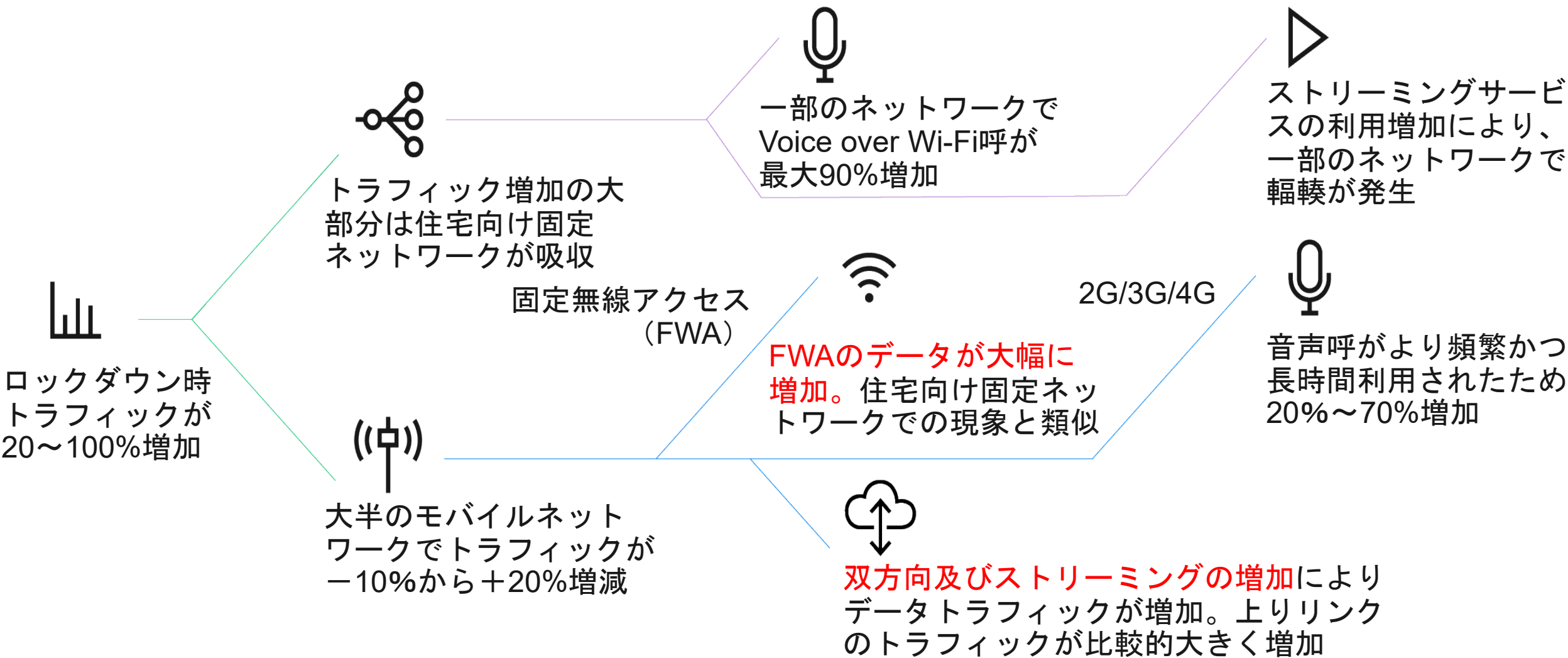
# 自己紹介：藤岡 雅宣

- ❖ 1998年エリクソン・ジャパン入社、IMT2000プロダクト・マネージメント部長や事業開発本部長として新規事業の開拓、新技術分野に関わる研究開発を総括
- ❖ 2005年からチーフ・テクノロジー・オフィサー（CTO）として技術統括、社外向け活動を推進
- ❖ 前職はKDD（現KDDI）で、ネットワーク技術の研究、新規サービス用システムの開発を担当
- ❖ 主な著書：『ISDN絵とき読本』、『ワイヤレス・ブロードバンド教科書』、『5G教科書－LTE/IoTから5Gまで－』、『いちばんやさしい5Gの教本』
- ❖ 大阪大学工学博士

御質問・コメントは[masanobu.fujioka@ericsson.com](mailto:masanobu.fujioka@ericsson.com)へ



# COVID-19の固定・移動ネットワークへの影響



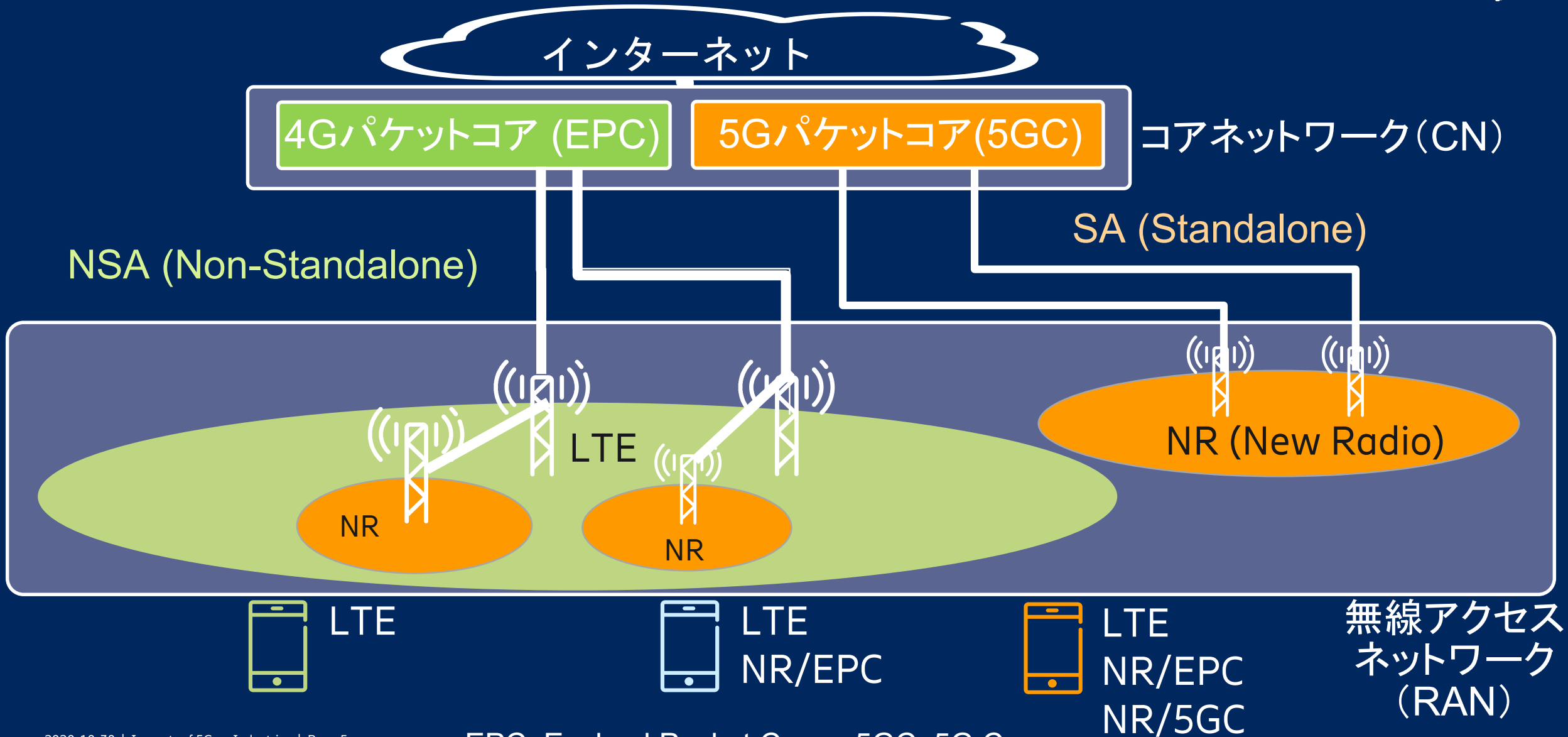
➡ New Normalへ

# COVID-19の5Gへの影響



- 欧州など一部の国でCOVID-19のために5G周波数割当てが遅延したことにより、全体のロードマップが若干遅れる可能性
  - 欧州：フランス 3.4-3.8GHz、スペイン 700MHz、ポルトガル 700MHz/3.6GHz他、オーストリア 700MHz/2.1GHz/1.5GHz、チェコ 700MHz/3.5GHz
  - カナダ：3.5GHz、インドなど
- 在宅勤務によりモバイルトラフィックに増加が見られる国があり、5G展開を早める方向に働く可能性。特に、5GベースのFWA（Fixed Wireless Access）展開を促進する可能性
- ユーザの期待（消費者アンケート結果）\*
  - 非常事態下でのより良いネットワーク体験に対する大きな期待
  - 遠隔医療、オンラインショッピング、ストリーミングでの5Gに対する期待
  - 固定ブロードバンドよりも高速な5Gネットワークに期待

# NSA (Non-Standalone) と SA (Standalone)

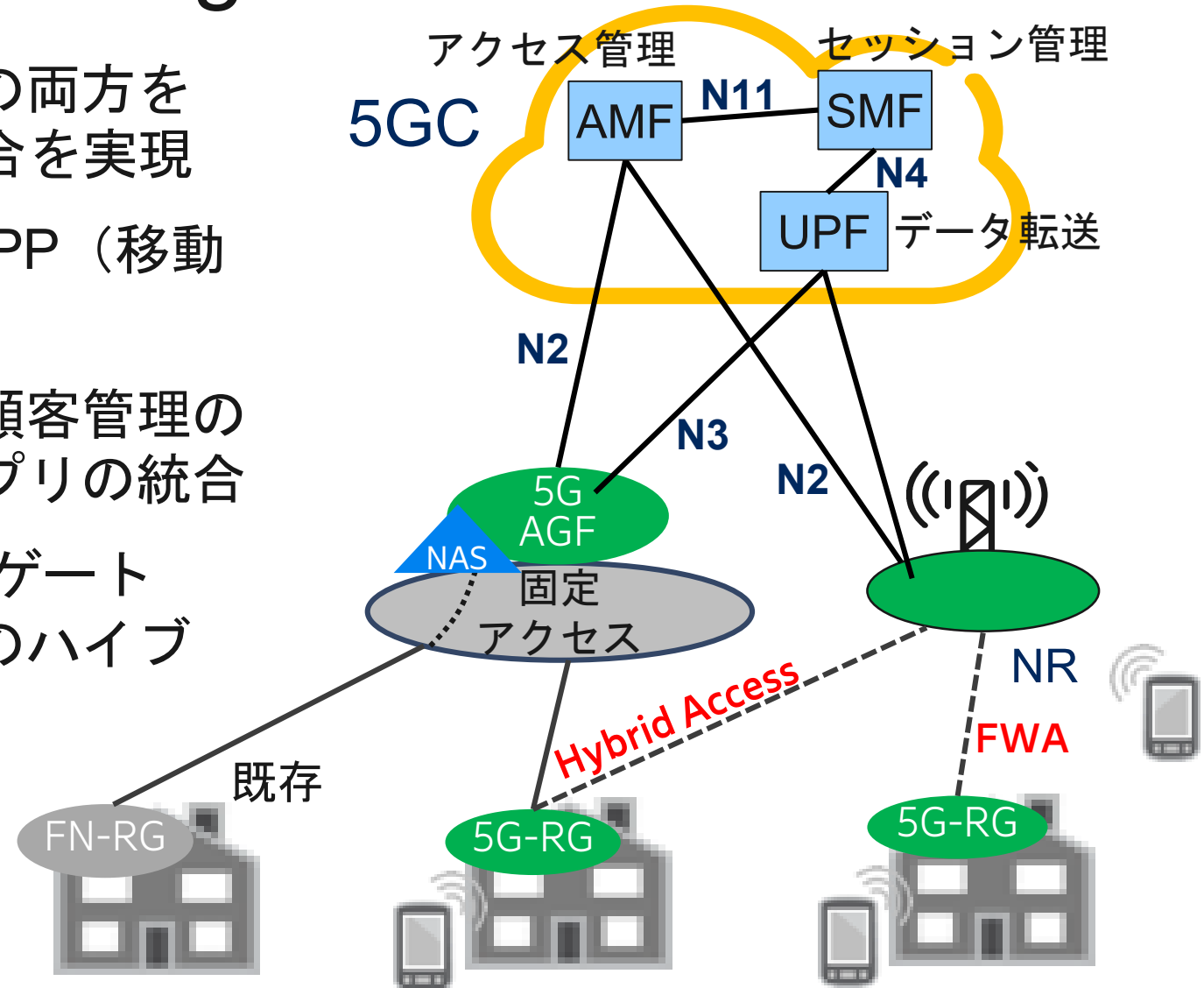




# Wireless and Wireline Convergence



- 固定アクセスとモバイルアクセスの両方を5GCに收容して、固定と移動の融合を実現
- Broadband Forum（固定系）と3GPP（移動系）が共同で仕様策定、標準化
- 固定とモバイルの異アクセス間で顧客管理の統一化、ネットワークの統合、アプリの統合
- 既存のホームゲートウェイと5G用ゲートウェイの両方に対応、固定と無線のハイブリッドアクセスにも対応
- ハイブリッドアクセスを行う  
5G-RGは、一つのAMF（Access Management Function）でアクセス管理を統合



AGF: Access Gateway Function, FWA: Fixed Wireless Access

RG: Residential Gateway, FN: Fixed Network, NAS: Non-Access Stratum

# 5Gの段階的展開



2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
------	------	------	------	------	------	------	------	------

## ■初期段階

- NSA導入、モバイルブロードバンドの拡充
- Sub-6/ミリ波帯NRへ**トラフィックオフロード**
- 産業応用トライアル、プライベートNW初期

広帯域のNRにアクセス可能な場所で高速にデータ送受信、他ユーザのLTEアクセスの容量が増大

様々な産業分野で5Gの具体的なユースケースがビジネス的に有意に

## ■拡充段階

- LTE帯域NR化、SAでNWスライシング導入
- AR、VR等多様なコンシューマアプリ展開
- 産業応用の実用化**、プライベートNW拡大

ネットワークの一体化により、固定アクセスとモバイルアクセスで同じサービスをシームレスに利用可能に

## ■成熟段階

- 固定網と5Gとの融合**が進展
- 5Gデバイスの多様化、5Gベース大量IoT
- 産業応用の拡大、プライベートNW本格化

# セルラーにより高性能で柔軟性のある利用シーン ≡

有線

柔軟な構成変更が困難

安定性  
安全性  
単純さ

Wi-Fi

性能上の制約



# 5Gの産業応用における真価はSAで享受



## □ 無線における遅延時間の短縮と高信頼化

- SAでは、5G NR接続要求後に実際の接続が行われるまでの時間を大幅に短縮。NSAでは、LTE接続確立後にNRの接続を起動するため数倍の時間が必要
- NR仕様に上りリンク（端末⇒基地局）を含め遅延時間短縮の様々な仕組み
- 端末から複数基地局アクセスによる冗長性などの高信頼化

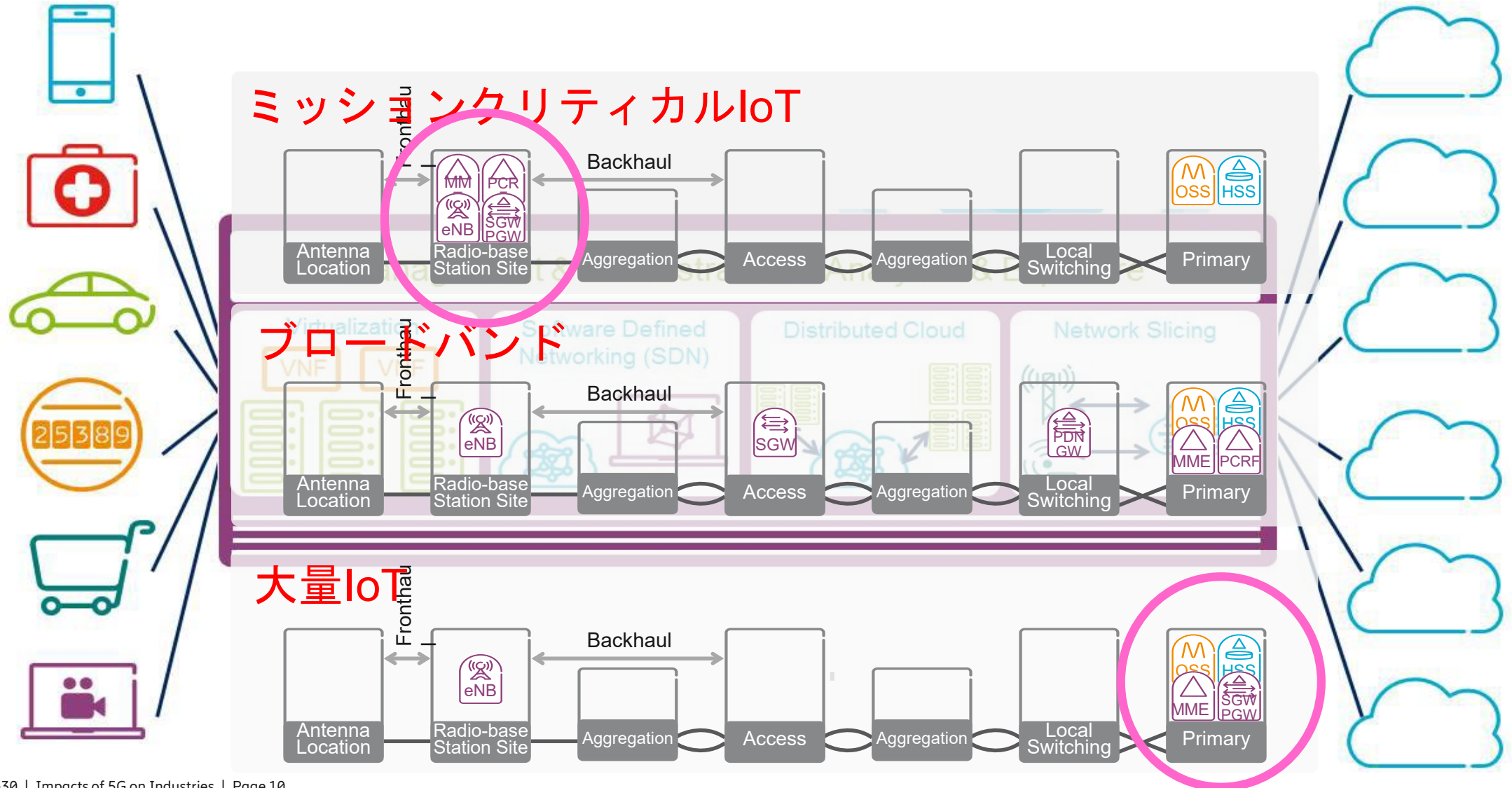
## □ ネットワークスライシングとエッジコンピューティング

- SAではネットワークスライシング機能が組み込まれ、広い用途に適用
- エンド・ツー・エンドの低遅延はエッジにアプリを置いたスライスで実現
- ユースケースに応じたダイナミックなスライスの設定、運用が可能

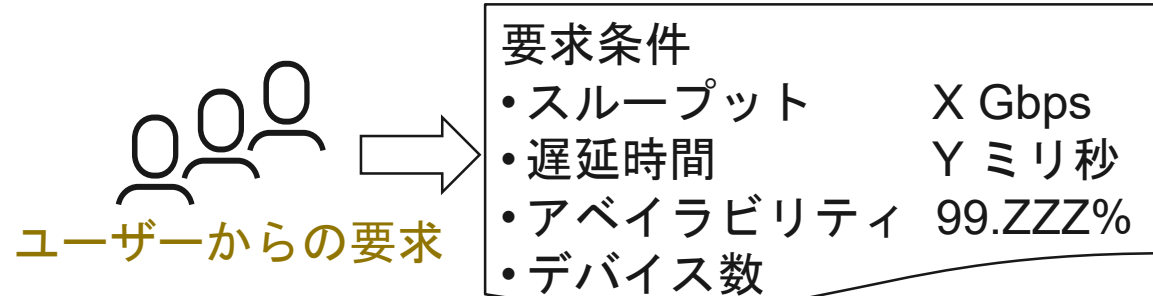
## □ ネットワークエクスポージャ

- 多くのネットワーク機能、情報を必要に応じて外部から利用可能
- ネットワークスライス内のデータルーティングなども制御可能

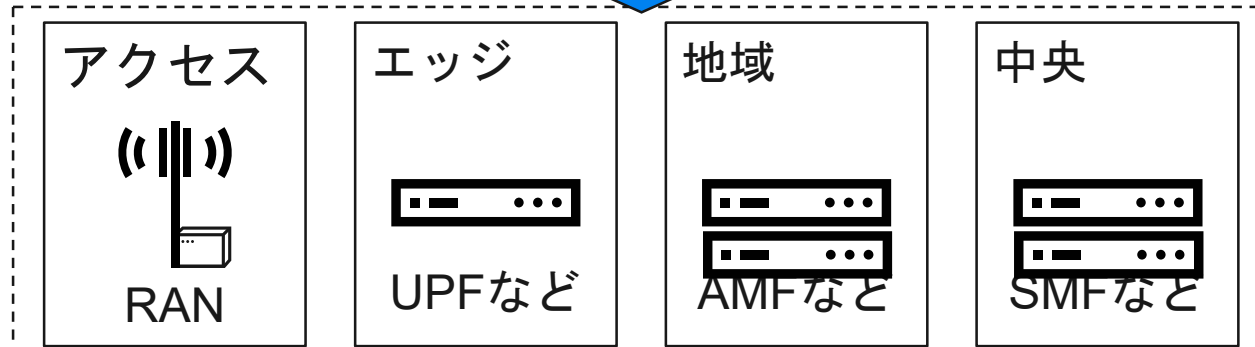
# 一つのネットワークで様々なユースケース ネットワークスライシング



# ネットワークスライスの自動設定



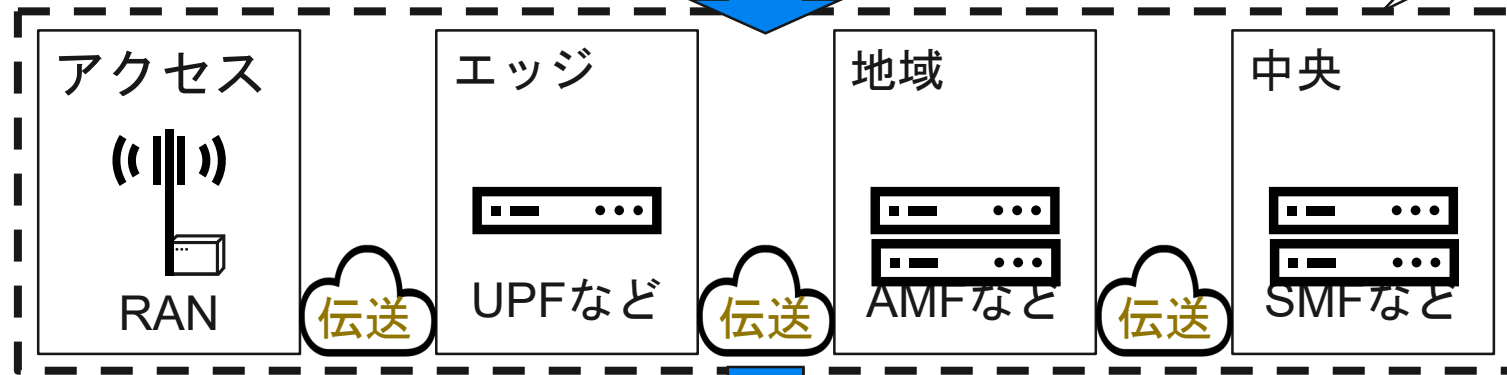
機能配備設定



ネットワークの装置や機能を切り出し、伝送ネットワークと組合わせてネットワークスライスが実現される。

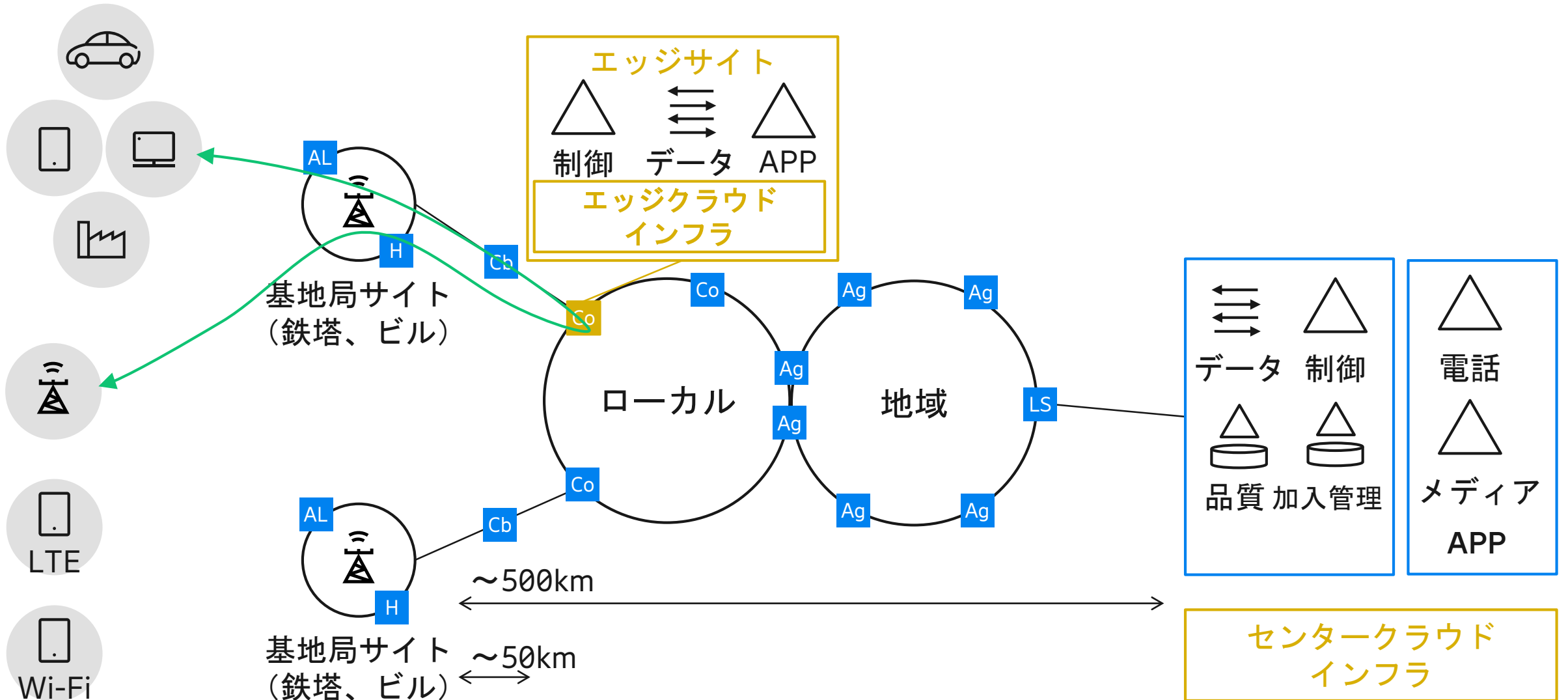
AMF: Access Management Function  
RAN: Radio Access Network  
SMF: Session Management Function  
UPF: User Plane Function

伝送ネットワーク設定



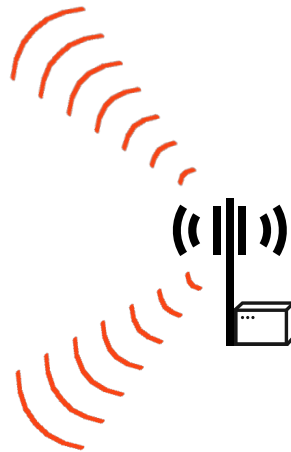
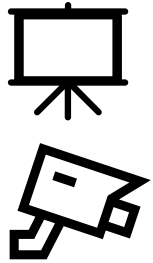
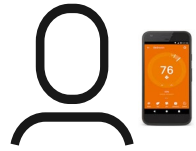
サービス品質監視・保証

# エッジコンピューティングのイメージ



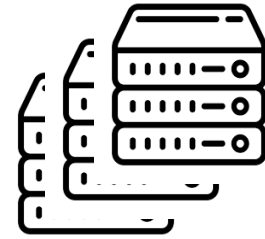


# ネットワークエクスポージャの利用



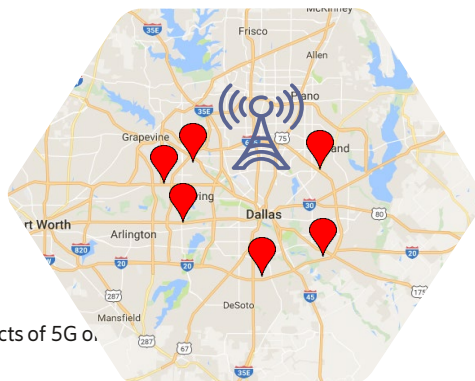
- ネットワークエクスポージャ
- トラフィックルーティング
  - ユーザー認証
  - デバイストリガー
  - イベントモニター
  - メッセージバッファ
  - サービス品質設定
  - セッション・イベント課金
  - .....

5Gネットワーク



アプリケーション

- コンシューマ
- IoT



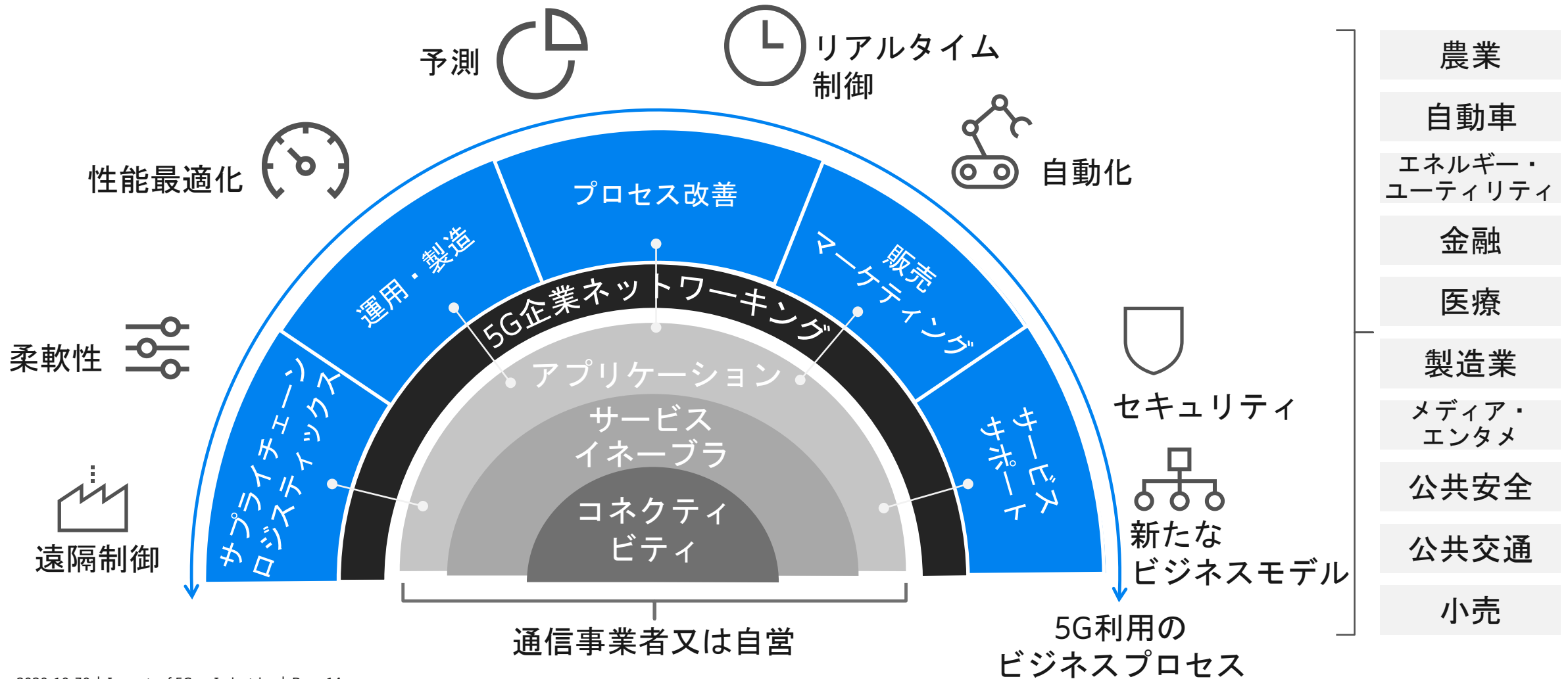
特定地域のサインボードへの気象情報表示例

- ネットワークエクスポージャ
- **デバイストリガー**

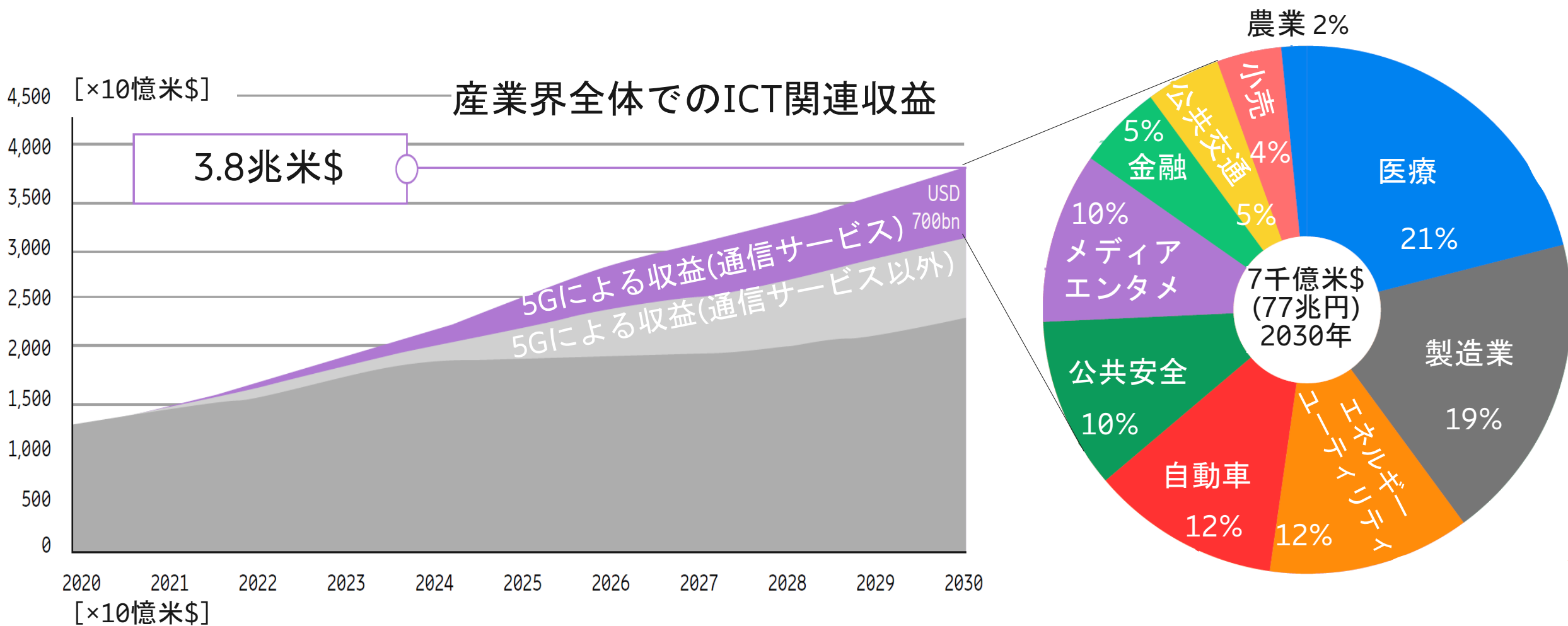
交通管制センター



# 多様な産業でビジネスプロセスの問題解決



# 産業界でのICT関連収益と5Gの寄与予測



出典: Ericsson & Arther D.Little

<https://www.ericsson.com/en/5g/forms/5gforbusiness-2019-report>

# 産業界での5G利用の促進



## ➤ 産業界における5G、通信ネットワーク利用に関する共同検討

- 製造業、プロセス産業：5G-ACIA (5G Alliance for Connected Industries and Automation)
- 自動車産業：5GAA (5G Automotive Association)、AECC (Automotive Edge Computing Consortium)
- 公共安全：TCCA (Critical Communications Association)
- 見通し外ドローン飛行関連の複数の団体：米国NASA/FAA、欧州EASA、GUTMA

## ➤ 産業利用専用無線周波数の割当て

- ドイツ、英国、フランス、日本（ローカル5G）で主に5Gを対象に一部の周波数を割当て済み
- スウェーデン、オランダ、オーストラリア、台湾などで専用周波数の割当てを検討中
- 米国は3.5GHz帯のCBRS (Citizens Broadband Radio Service)を地域（county）ごとに利用可能

## ➤ 移動通信事業者の寄与

- 産業用専用帯域と公衆通信用帯域を組合わせて利用することをサポート
- 公衆通信用帯域を産業用に専用に、あるいは公衆用と産業用でシェアして利用
- プライベートネットワークと公衆網の間のローミングのサポート



# Audi自動車組立工場での5G利用



## • 課題

WiFiは信頼性が低くデバイス接続、ハンドオーバーなどで問題があり、Ethernetケーブルはロボットアームで切断されるリスク。セルラーで置換できないか。

## • 利用技術

3.7-3.8GHzの自営5Gスペクトルでプライベートネットワークを構築し、OSSと共にミッションクリティカルなICTインフラとして利用

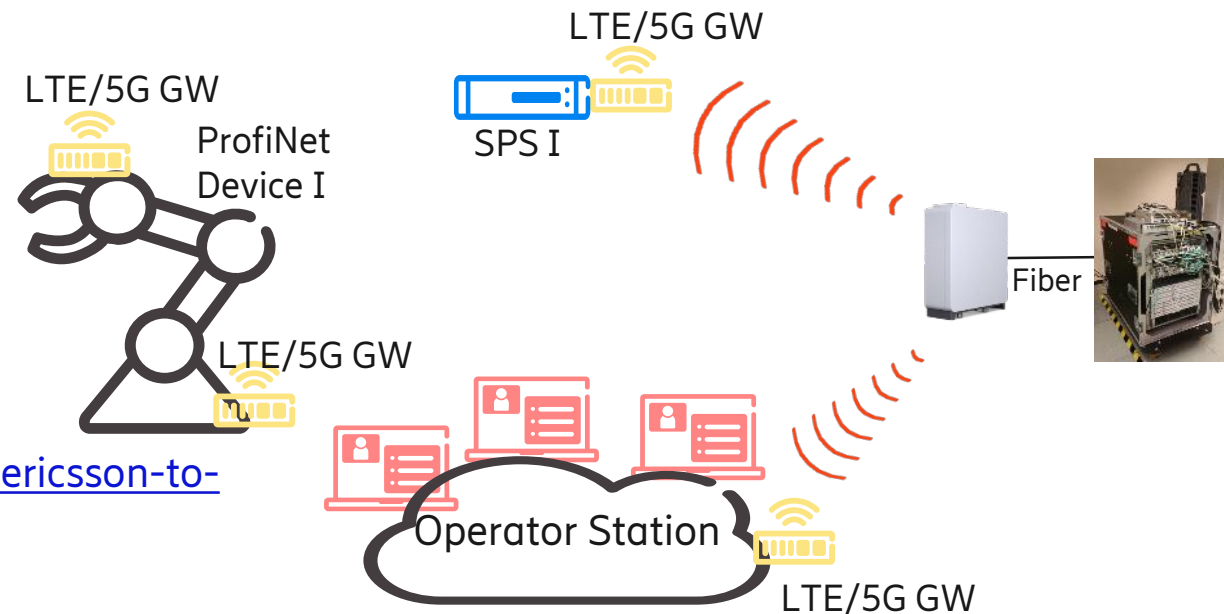
## Audi製造工場



## • 期待される結果

AGV通信、ロボット制御などのセルラーネットワークの様々なユースケースでの分析を通して、PLC / SPS / ProfiNET / MQTT / Server / Cloud インフラへの適用性を検証

<https://www.ericsson.com/en/press-releases/2018/8/audi-and-ericsson-to-pioneer-5g-for-automotive-manufacturing>



# ダイムラー工場の効率・柔軟性向上 (Factory 56)



- Daimlerの南独Sindelfingenの新工場において5Gを全面的に利用
- 独Telefonicaにプライベートネットワークの構築を依頼
- エリクソンのPrivate Networksソリューションを採用してネットワーク構築

- ❑ 230m x 95mのエリアに5Gカバレッジ、NSAでエリクソンの4Gと5G Dot利用
- ❑ 初期のユースケース
  - AGVs (Autonomous Guided Vehicles)
  - “Data Shower” (Software-Filling of IS-tester)
  - Connected Screwdrivers

<https://www.ericsson.com/en/news/2019/6/mercedes-benz-ericsson-and-telefonica-5g-car-manufacturing>

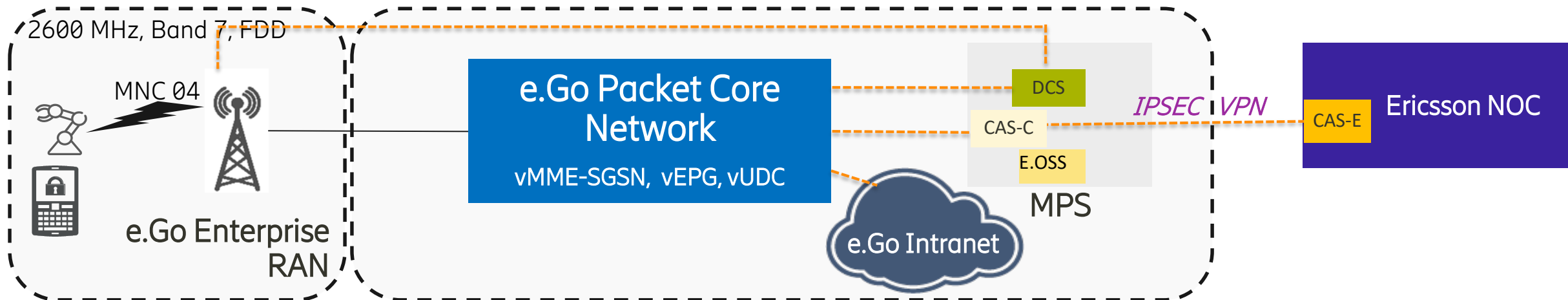




# e.GOとVodafoneのEV工場のネットワーク



- EVメーカーe.Goアーヘン工場建設に当たって、LTEネットワークを準備
- RFIDとLTEの組合せで、組立中の各車の位置、フォークリフト上のパレットの存在、工場内運搬車上のパレット位置把握
- エリクソンのDoTを用いて、VodafoneがプライベートLTEネットワークを構築、ローカルブレイクアウトでe.GOイントラネット接続
- 2019年12月に5Gへ拡張

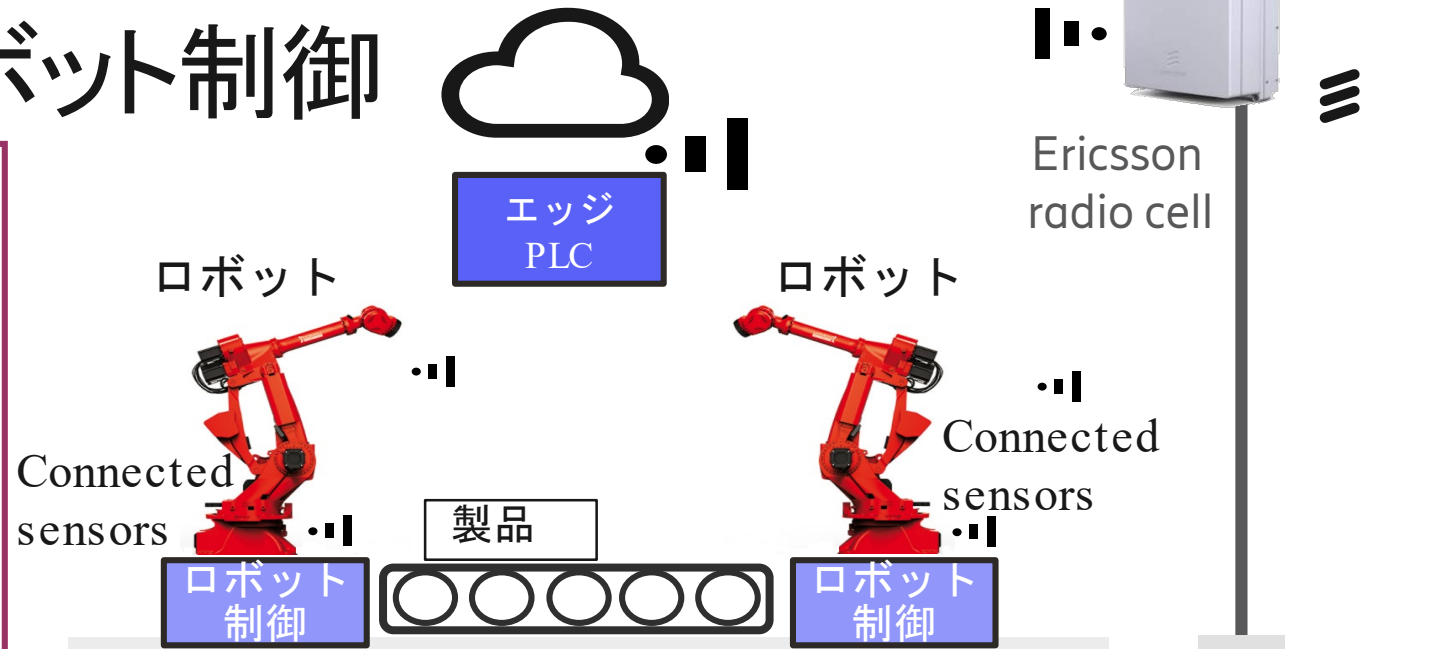


# Fiat子会社の柔軟なロボット制御

- ▶ イタリアFiat子会社のComauとの5G共同トライアル
  - ▶ 複数ロボット間の連携作業を、各ロボットの制御ロジック（PLC）をエッジクラウドに集中配備することにより円滑化
  - ▶ エッジクラウドとロボットの間は5Gにより超低遅延を実現
- セルラー技術を利用して、新規及び既存工場におけるケーブル削減
  - 予防保全のための遠隔ロボット監視
  - 計算・制御処理の柔軟配備による建設コスト削減（遠隔仮想シーケンサ）

<https://www.ericsson.com/en/press-releases/2017/2/ericsson-and-comau-partner-to-explore-potential-of-5g-for-smart-manufacturing>

2020-10-30 | Impacts of 5G on Industries | Page 20





# 5G BLISK (装置製造)

## Connected Adaptable Production

- 商用の3.5GHz NR無線を用いた世界初の5Gの製造業応用試験
- 5Gの超低遅延特性を利用して、製造物からのリアルタイムフィードバックを獲得

- ❑ 高価なBLISK(ディスクと刃が一体化して回転し空気を圧縮するジェットエンジン部品)を15-20時間掛けて製造
- ❑ 加速度センサー付き5Gモジュールを直接BLISKに組み込み、異常発生時に1ミリ秒程度の超低遅延でアラーム
- ❑ 製造工程において高速に動作を調整することにより飛躍的に歩留まりが向上

<https://www.ericsson.com/en/networks/cases/5g-ultra-low-latency-propels-jet-engine-manufacturing>



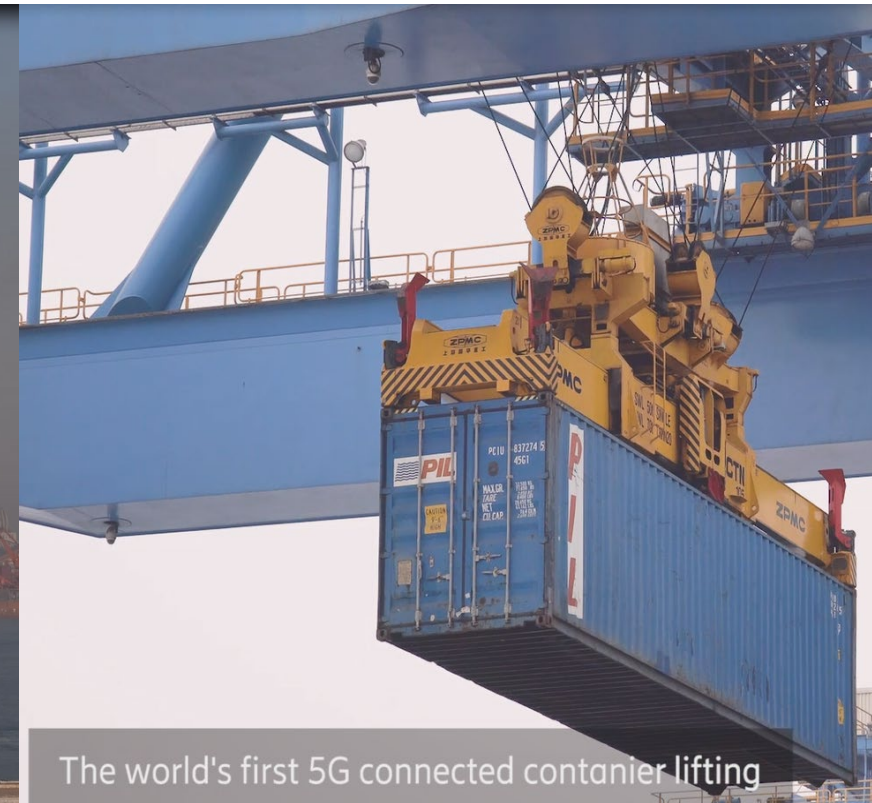
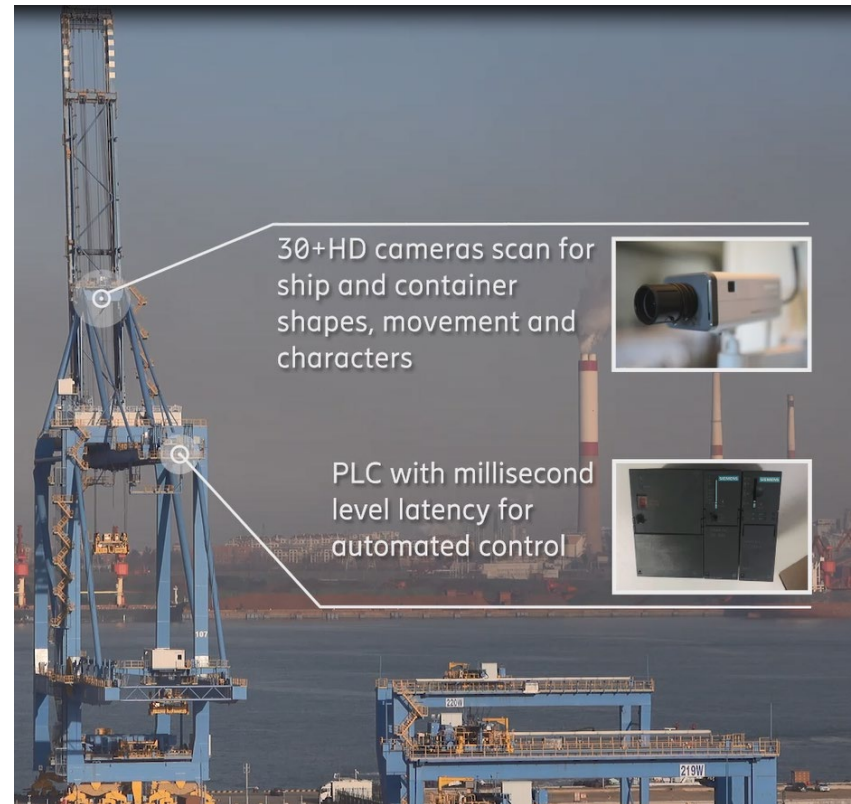
€ 27M  
saving for 1 factory

# 5Gによる港の自動化



- ▶ 中国青島港で5Gネットワークを利用した大型クレーンの遠隔運転
- ▶ 30以上のカメラの映像を見ながら、運転者が操作卓から遠隔運転を行い制御信号を低遅延でクレーンに伝送

- 光ファイバーは移動するクレーンでの利用が難しく、WiFiや4Gでは帯域や遅延時間に制約
- トライアルで5Gの利用によりクレーンの遠隔操作が可能であることを検証
- 今後、一つの5Gネットワークで異なるタイプのクレーン、AGVなど接続



5G上での双方向ハイブリッド通信  
— 上りは30以上のHDカメラ映像伝送  
— 下りは制御トラフィック、18ms以下低遅延

実運用の港での世界初の5G支援によるコンテナのつり上げ



# EVトラックの遠隔運転

- スウェーデン・ヨーテボリで計画中の自動運転トラック導入に向けてのデモ
- Einrideが開発中の自動運転EVトラック利用し、物流会社独DB Shenker、事業者TeliaとEricssonがプロジェクト推進
- AstaZeroの自動車テストコースを利用し、自動運転支障時を想定してMWC会場のコックピットから遠隔運転
- トラックの前後左右の4つのカメラ映像を5G無線を利用して送信、陸上伝送路を含めて全体で100ms以下の遅延

<https://www.ericsson.com/en/press-releases/2018/11/ericsson-einride-and-telia-power-sustainable-self-driving-trucks-with-5g>



# PIMM (地下金鉱の5G)

Pilot for Industrial Mobile Communication in Mining

- ▶ 地下トンネル内の重機を、重機に付けたカメラの映像を見ながら遠隔操作
- ▶ センサー付きの通信モジュールを地下壁に取り付け、これを利用した換気の効率化
- ▶ 地下空間での作業員の通信サービス

- 遠隔操作による生産性の向上、安全性の改善
- 新たなエコシステム、ビジネスモデルの確立
- 移動通信インフラの利用可能性の検証



- 地下採鉱における安全性と堅牢性の要求条件を満足できるか
- 採掘業界での5G要求条件の理解

<https://www.youtube.com/watch?v=AE5AJ-xoUAE>

地下にモバイルネットワークを構築

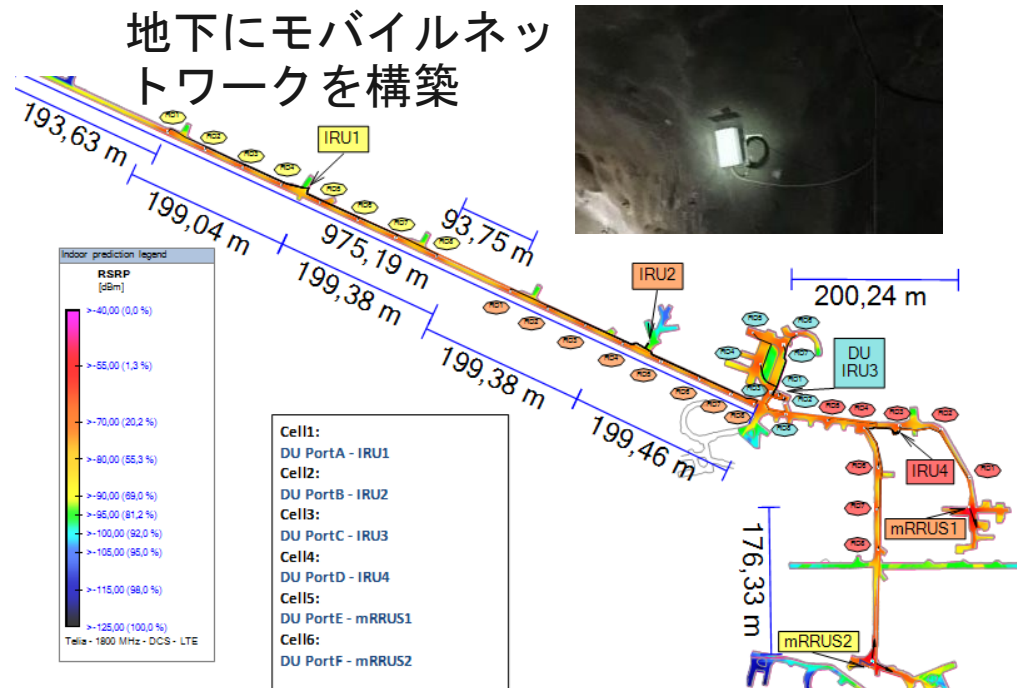


Photo: Boliden



# 5G Industry Campus Europe(Engineering Valley) ≡

- Fraunhofer IPTが構築しているアーヘン市R&Dキャンパス全体の屋外・屋内をカバーする5Gネットワークで、16のresearch clustersと約280社の研究開発拠点が存在
- トライアルネットワークであり、産業界、ベンチャー企業、アーヘン工科大学などが最新5G技術を利用可能



