

I - 1 講演会

5G のネットワーク共有に関する動向と スマートオフィスへの応用に向けた実証試験

講師：国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）ワイヤレスネットワーク総合研究センター
ワイヤレスシステム研究室 研究マネージャー 石津 健太郎

開催日 : 2019 年 1 月 21 日
開催場所 : JBMIA 会議室
参加者 : 15 名
記 : 岩松 正 *

1. はじめに

次世代の移動通信システムである 5G（第 5 世代移動通信システム）は、従来の通信システム 3G・4G を発展させた「超高速」だけでなく、「超低遅延」「多数同時接続」などの様々な特徴を有しており、本格的な IoT（Internet of Things）時代の ICT（Information and Communication Technology）基盤として、早期実現が期待されている。この 5G 実現による新たな市場の創出に向けて、総務省では 2017 年度より様々な利活用分野の関係者が参加する 5G の総合的な実証試験を開始している。

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）では、5G の多数同時接続に関する調査検討を総務省から請け負い、現状の 100 倍以上の端末を接続要求されている「多数同時接続」性能に関する実証に成功した。NICT 横須賀リサーチパーク（YRP）のワイヤレスネットワーク総合研究センターワイヤレスシステム研究室では、5G などの地上系無線通信に関する研究を行っており、今回、5G のネットワーク共有に関する動向から、NICT

が実施している取り組み、その概念を応用したスマートオフィスに関する 5G の実証試験の結果などについてご講演いただいた。



Fig. 1 NICT 横須賀リサーチパーク（YRP）

2. 講演内容

2.1. 5G を取り巻く現状と NICT の取り組み

5G の 1 つ目の特徴「超高速」は、現在の移動通信システムより 100 倍速いブロードバンドサービスを提供するもので、例えば 2 時間の映画を 3 秒でダウンロードすることが可能である。2 つ目の特徴「超低遅延」

* 技術調査専門委員会委員

は、利用者が遅延（タイムラグ）を意識することなく、リアルタイムに遠隔地のロボットなどを操作・制御するものである。3つ目の特徴「多数同時接続」は、スマホや PC をはじめ、身の回りのあらゆる機器がネットに接続するもので、例えば自宅屋内の約 100 個の端末・センサーをネットに接続するものである。この 2 つ目 3 つ目の特徴が 4G までの従来の通信システムには無い新しい特徴で、大きな社会的インパクトが期待されるものである。



Fig. 2 講演風景（冒頭）

5G に要求される具体的な性能として、「超高速」は最大 10Gbps でこれまでと同様に全国で必要とされる。「超低遅延」は 1msec、「多数同時接続」は 100 万台/km²で、局所的にニーズが発生することが特徴である。例えば、オフィス・地下街・ショッピングモール・工場・家庭など、様々な場所で局所的に様々な通信要求が発生する。その通信ニーズは各施設の管理者が最も把握しているため、自ら設備投資してでも専用エリアを構築したい場合が発生する。従って必要な性能を必要な場所に提供する地域限定（自営）の無線システム（ローカル 5G）が 5G の重要な構成要素となる。このローカル 5G は、従来の大手セルラー通信事業者による広域通信（マクロセル）ではなく、施設の管理者や個人による自営の無線通信システムで、アクセス範囲（セルサイズ）が 100 メートル以下、周波数がミリ波の使用を想定している。

ローカル 5G は、セルラー通信事業者が担うマクロセルと比較して圧倒的に数が多く、個別のニーズに応じた性能が必要となる。従って、セルラー通信事業者

が事業を展開しづらい部分をローカル 5G 通信事業者がカバーすることになるが、両者は役割分担をして一体となりシステムを構築する必要がある。NICT は、ローカル 5G 通信事業者が展開するプライベート空間の情報（位置・周波数・性能など）をセルラー通信事業者が展開しているパブリック空間に提供するインターフェースを提案している。パブリック空間とプライベート空間で周波数を共用する場合、干渉しないような周波数を自動的に割り当てる必要がある。5G 用途にはミリ波の周波数共用が適していることから、国際電気通信連合無線通信部門 ITU-R（International Telecommunication Union, Radiocommunications Sector）の世界無線通信会議 WRC（World Radiocommunication Conference）や、3GPP（3rd generation partnership project）において、国際標準化が議論されている。NICT では、3GPP 規格に基づく研究開発や標準化に取り組んでいる。

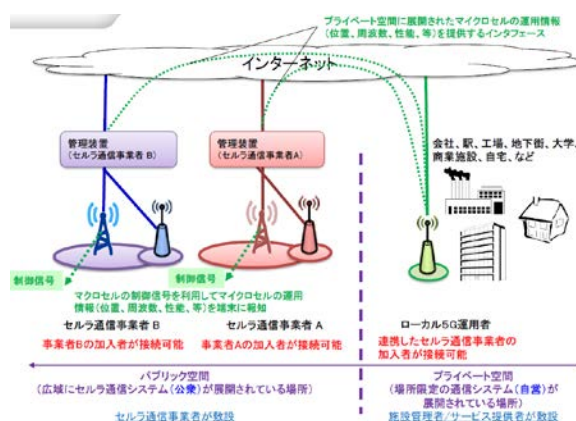


Fig. 3 NICT 提案の 5G システム

2.2. 2017 年度の 5G 総合実証試験

NICT は、株式会社イトーキ、株式会社エイビット、シャープ株式会社、ソフトバンク株式会社と共同で、2017 年度 5G 総合実証実験の「多数同時接続」の確認を実施した。まず、5G の多数同時接続を実現する手段として、Grant Free方式を想定した。Grant Free方式は、基地局からの許可（grant）なしに端末が送信するもので、シグナリング負荷の低減、消費電力の低減、接続時間の短縮、端末側回路の簡略化などのメリットがある。

実証実験の1つ目は防災倉庫のシナリオで、災害時の防災倉庫を想定し、多数の物資や動き回る人（医師・ボランティア・被災者など）の情報を、5Gを利用して収集し統合管理するものである。Grant Free 方式の基地局および端末を開発し、2万台が同時に無線通信を行おうとする状況を5G模擬装置で実現して、2万台の端末の同時接続が可能であることを確認した。同時に行った4G（従来のLTE）の実験では、100台程度の端末であっても接続できない場合があることを確認した。

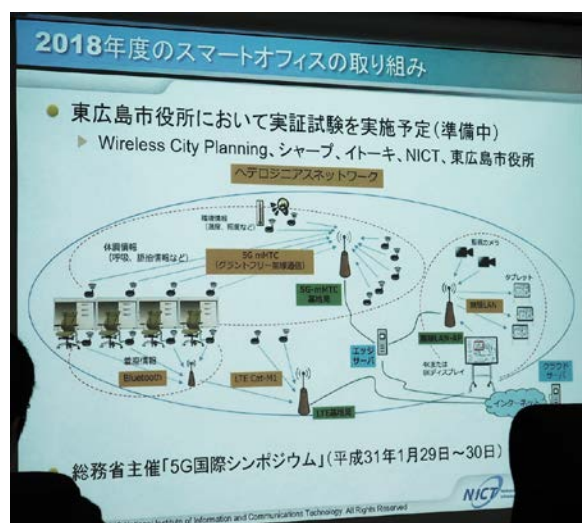


Fig. 4 講演風景（スマートオフィスの取組み）

実証実験の2つ目はスマートオフィスのシナリオで、スマートテーブル、スマートチェア、スマートホワイトボードから構成されている。スマートテーブルは、「超高速」を実証するもので、5G通信エリア（3.7GHz帯）に対応したアンテナを内蔵した机である。机の上に機器を置くだけで接続し、3.7GHz帯通信エリアを機器で占有できるため、超高速通信が可能となる。さらに電波干渉が起きないため隣接する机でも同帯域が利用可能である。スマートチェアは、「多数同時接続」に対応するもので、複数の圧力センサーを組み込んだ椅子である。圧力センサーにより、座っている人の姿勢や動きから推定される感情を検出でき、またソーラーパネルのみで動作する省電力も特徴である。スマートホワイトボードは、「低遅延」に対応し、遠隔地とリアルタイムで描画を共有するものである。このホワイトボードと従来のTV会議システムとを組み合わせ

ることで、距離感を感じないスムーズな会議を実現することができる。



Fig. 5 スマートテーブル

2.3. 5Gの自動運転への応用

近い将来の自動運転社会の実現に向け、様々なセンサーを搭載した自動車が開発されているが、交通事故の低減や渋滞の緩和など、さらに安全な交通への技術が必要である。静的な地図情報と車載センサーだけでは自律走行性能に限界があるため、刻々と変化する地図情報（ダイナミックマップ）が必要とされている。ダイナミックマップとは、周辺車両の位置や速度、歩行者の位置、信号の情報、渋滞情報など、時々刻々と変化する周辺の動的情報である。このダイナミックマップの作成には、狭い範囲の様々なセンサー情報を超高速/超低遅延で通信する必要があるため、5Gの活用が期待されている。

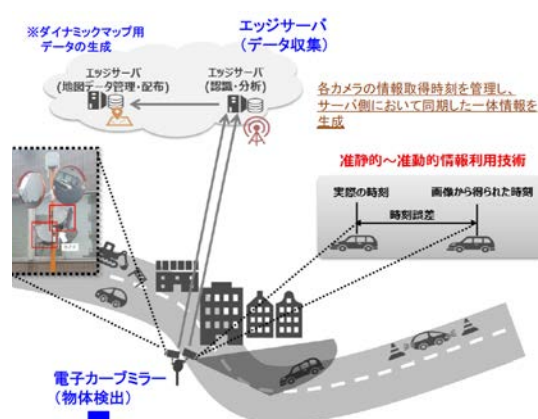


Fig. 6 ダイナミックマップ実証システム

センサー類は、車両側だけでなく道路などの交通インフラ側にも必要で、例えばカメラと無線通信機能を有する電子カーブミラーを見通しの悪い交差点などに

設置することで、安全確保が可能となる。この電子カーブミラーは、無線通信により柔軟に設置・運用が可能となる。現在 NICT では、YRP の敷地内に複数のカメラを設置し、各カメラの情報取得時刻を管理し、サーバー側において同期した一体情報を生成する実証システムを構築している。

3. おわりに

5G および関連する無線通信のお話をわかりやすく講演いただいた。5G の「多数同時接続」の本格的な検討はこれから始まるところであり、防災・スマートオフィス・自動運転などの実証試験のお話を聞くと、大手通信事業者だけでなく、我々事務機メーカーをはじめ様々な業界にビジネスチャンスがあることを感じた。

講演会には会員各社の方が多数参加されており、講演終了後も多くの質疑応答があり、講演内容への参加者の関心の高さが伺えた。

最後に、石津様にはお忙しい中、時間を割いていただき、また非常にわかりやすい講演を行っていただいた。この場を借りて御礼申し上げる。

5Gのネットワーク共有に関する動向と スマートオフィスへの応用に向けた実証試験

国立研究開発法人情報通信研究機構
ワイヤレスネットワーク総合研究センター
ワイヤレスシステム研究室
石津 健太郎

2019年1月21日 講演会(JBMIA 技術委員会 技術調査専門委員会)

I 5Gを取り巻く現状とNICTの取り組み

II 2017年度の5G総合実証試験（多数同時接続）

III 5Gの自動運転への応用

IV まとめ

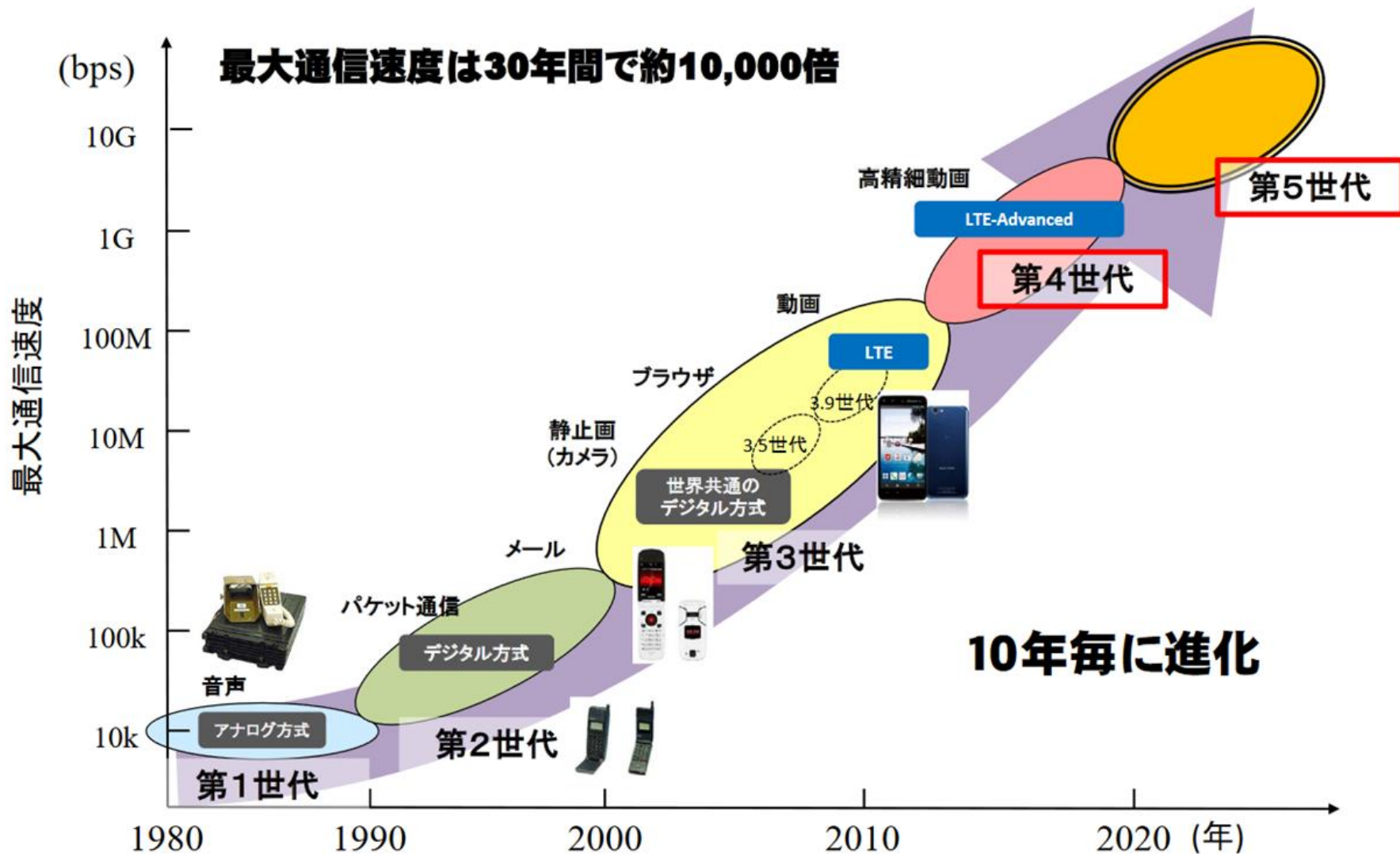
本講演の5Gアーキテクチャに関する内容は、総務省から受託した「第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発～複数移動通信網の最適利用を実現する制御基盤技術に関する研究開発～」の成果を含みます。

本講演の実証試験に関する内容は、総務省から請け負った「屋内において2万台程度の多数同時接続通信を可能とする第5世代移動通信システムの技術的条件等に関する調査検討の請負」の成果であり、株式会社イトーキ、株式会社エイビット、シャープ株式会社、ソフトバンク株式会社と共同で実施したものです。

本講演の自律型モビリティに関する内容は、総務省から受託した「膨大な数の自律型モビリティシステムを支える多様な状況に応じた周波数有効利用技術の研究開発」の成果を含みます。

I 5Gを取り巻く現状とNICTの取り組み

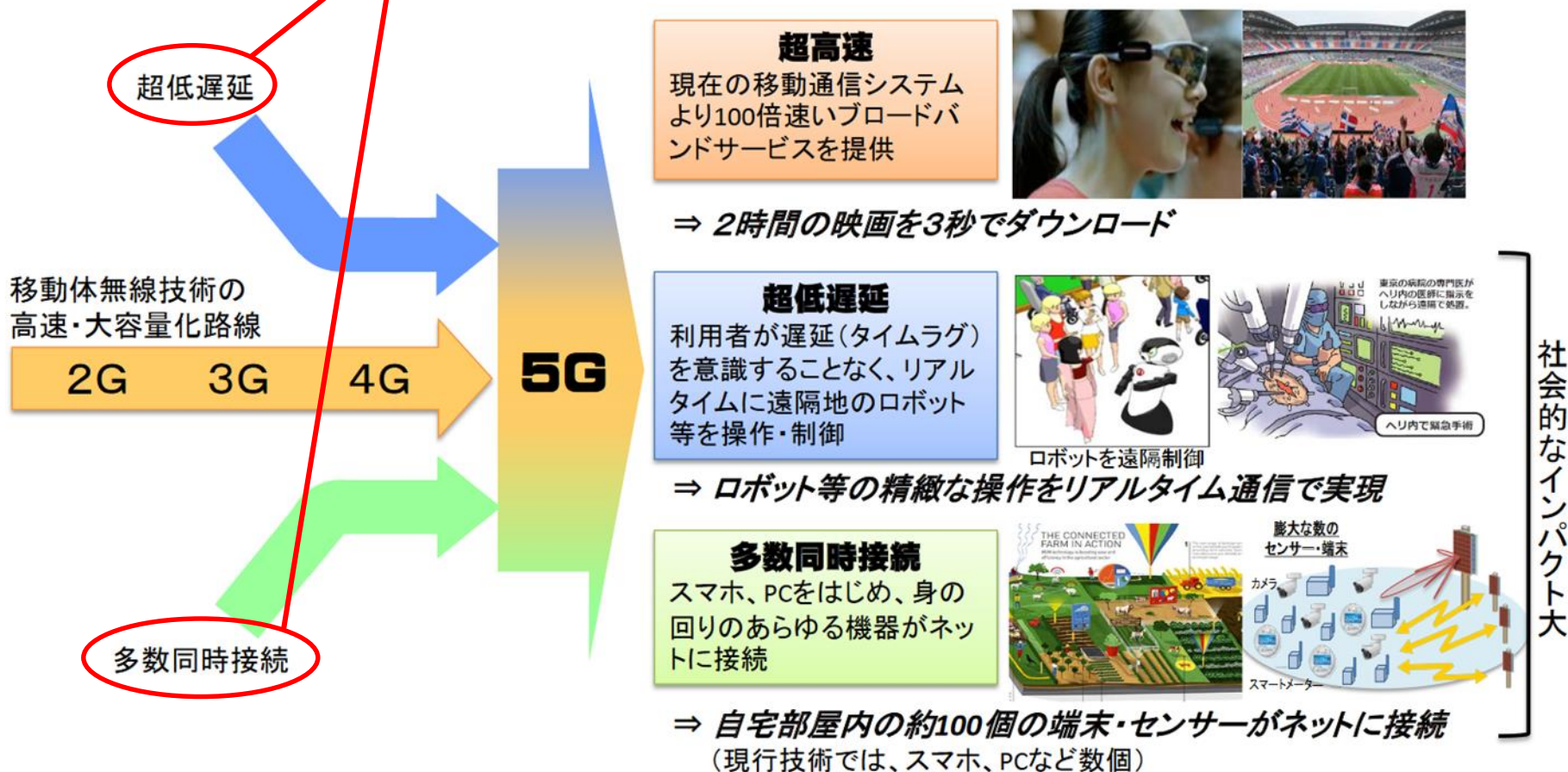
移動通信システムの進化



出典: 総務省 電波政策2020懇談会報告書(平成28年7月15日)

5Gの特徴とは？

5Gで初めて実現される新しい特徴



5Gの概念とあるべき方向性

- 第5世代移動通信システム(5G)には様々な性能要求

- ▶ 超高速通信 (最大10Gbps)
- ▶ 超低遅延通信 (1ミリ秒)
- ▶ 多数同時接続 (100万台/km²)

- これらの特徴を生かした新サービスが創出され、**バーチャルセクタ間のサービス多様化・協調**が進む

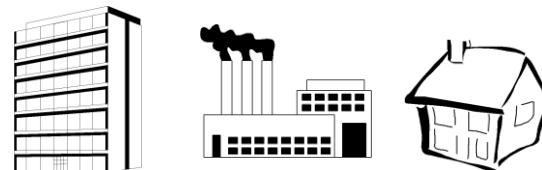
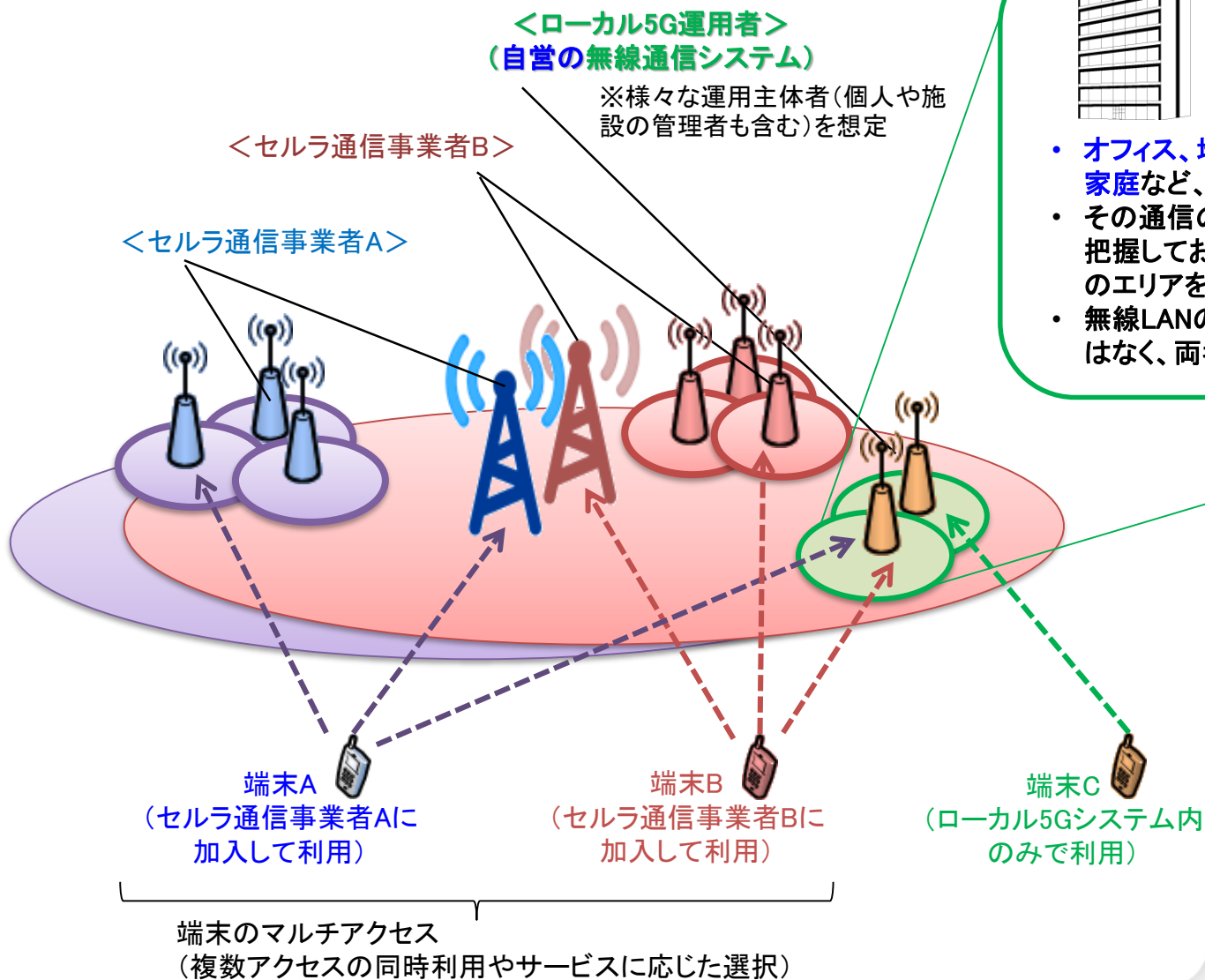
- ▶ 5G性能のニーズは局所的に発生するため、通信エリアの柔軟な展開が求められる
- ▶ 5Gの意義は、ヘテロジニアス構成により必要な性能を必要な場所に提供することである
- ▶ 地域限定(自営)のネットワークは**5Gの重要な構成要素**



出典: 電波政策2020懇談会 報告書(平成28年7月)

5Gにおける自営マイクロセル展開の概念

システムは無線通信を必要とする者が適材適所に展開
→「自営の」無線システム(マイクロセル)の積極的な活用



- ・ オフィス、地下街、ショッピングモール、工場、家庭など、各場所の通信要求は異なる
- ・ その通信のニーズは各施設の管理者が最も把握しており、自ら設備投資をしてでも専用のエリアを構築したい場合がある
- ・ 無線LANのように切り離されたネットワークではなく、両者をシームレスに利用可能



マクロセル

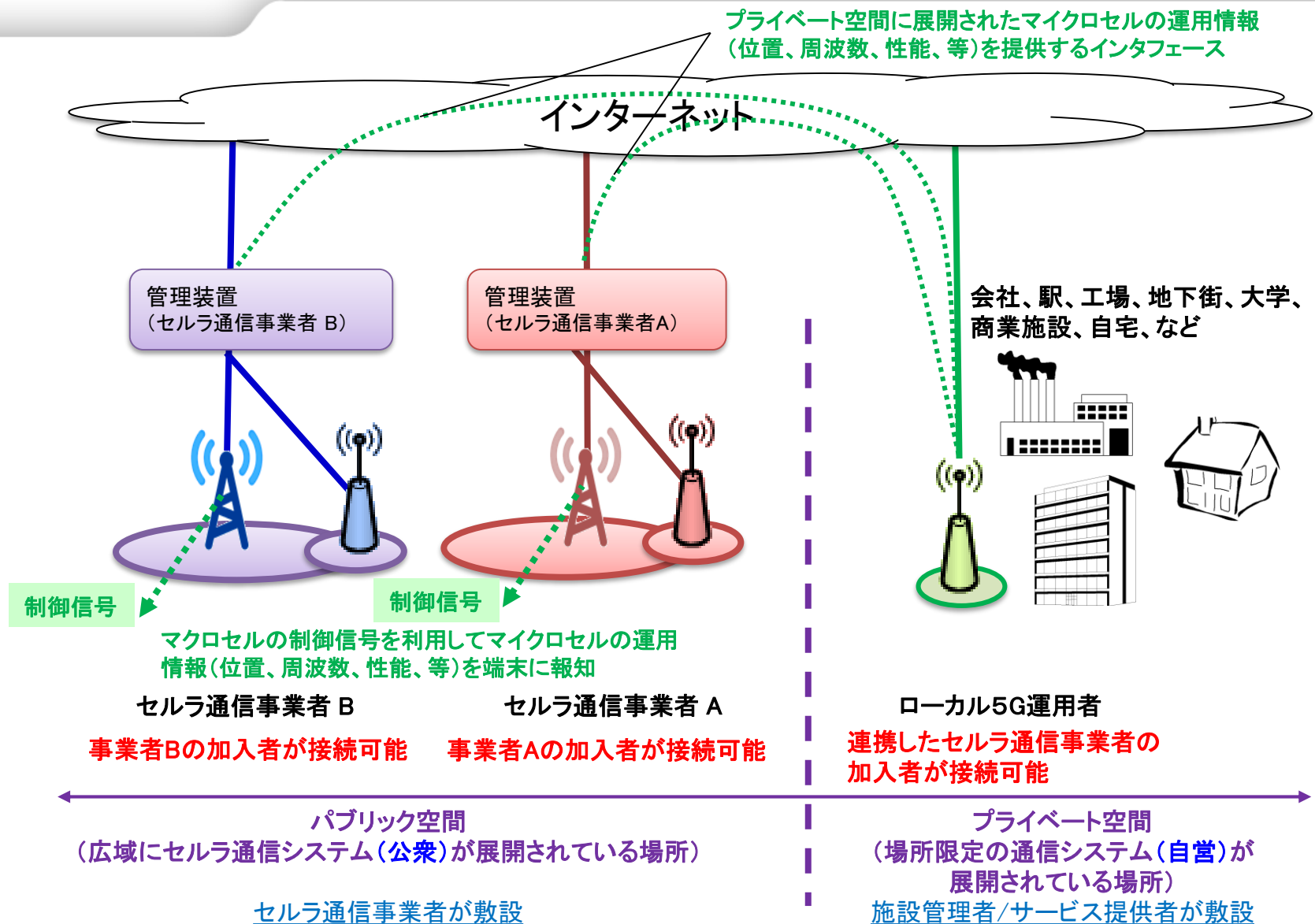


マイクロセル

5G時代に向けた移動通信システムの課題

- 5Gはマイクロセル基地局を活用していくことになる
 - ▶ アクセス範囲(セルサイズ)が狭い
 - ▷ 周波数 : ミリ波も使用
 - ▷ アクセス範囲 : 100メートル以下のもの
 - ▷ システム : 超高速、超低遅延、多数同時接続
 - ▶ 無線通信を必要とする者がシステムを適材適所に展開
 - ▷ 「自営の」無線システム(マイクロセル)の積極的な活用
- 無線LANを設置する手軽さでマイクロセルのエリア展開をしたい
 - ▶ 無線LANのように独立したシステムではなく、移動通信システムを構成する要素として利用できるべき

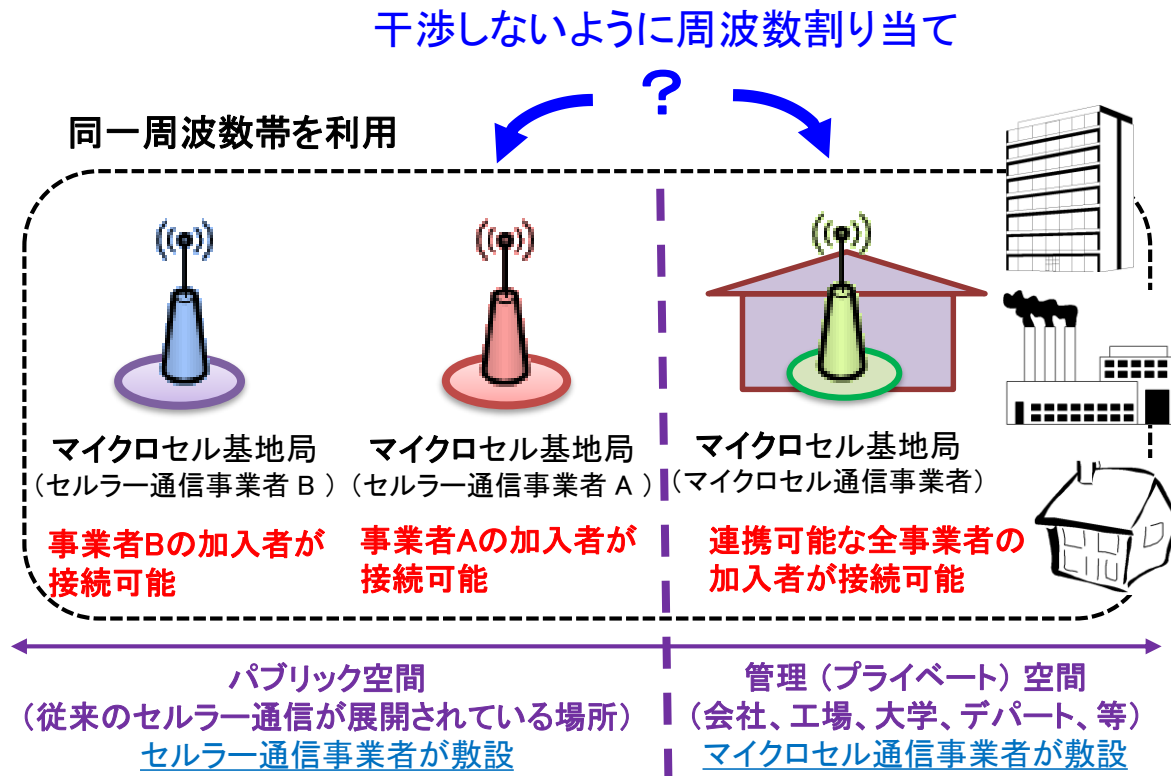
NICTが提案してきたローカル5Gシステムの扱い方



- マイクロセル通信事業者は、セルラー通信事業者が事業を展開しづらい部分をカバーする役目を持つ
 - ▶ マイクロセルはマクロセルと比較して圧倒的に数が多い
 - ▶ セルラー通信事業者は事業性が大きく見込めない地域には設置しない
 - ▶ マイクロセル通信事業者は個別の要望に応じた性能を持つセルを展開
- セルラー通信事業者の利点
 - ▶ 自ら設置せずにエリアが広がる
 - ▶ モビリティ管理の対価として収入が得られる可能性がある
- マイクロセル通信事業者の利点
 - ▶ 顧客の(or 自らの)要望に応じたセル展開が可能
 - ▶ 少ない費用で所望の性能を持つセルを展開し、移動通信システムの一部として組み込める
- 5Gは様々なサービスのインフラとなり、ビジネス領域が格段に広がる
 - ▶ セルラー通信事業者とマイクロセル通信事業者が一体として移動通信システムを構成し、大きなビジネス領域の中で役割分担

周波数共用を自動化する必要性

- 多数のマイクロセルを設置する場合、無線機の手動管理は現実的ではない
 - ▶ 設置のたびに、電波干渉のチェックをすることは現実的ではない
 - ▶ 特に、パブリック空間とプライベート空間を越えて周波数共用する場合
- 運用情報(中心周波数、帯域幅、送信電力、等)は自動的に決定されるべき

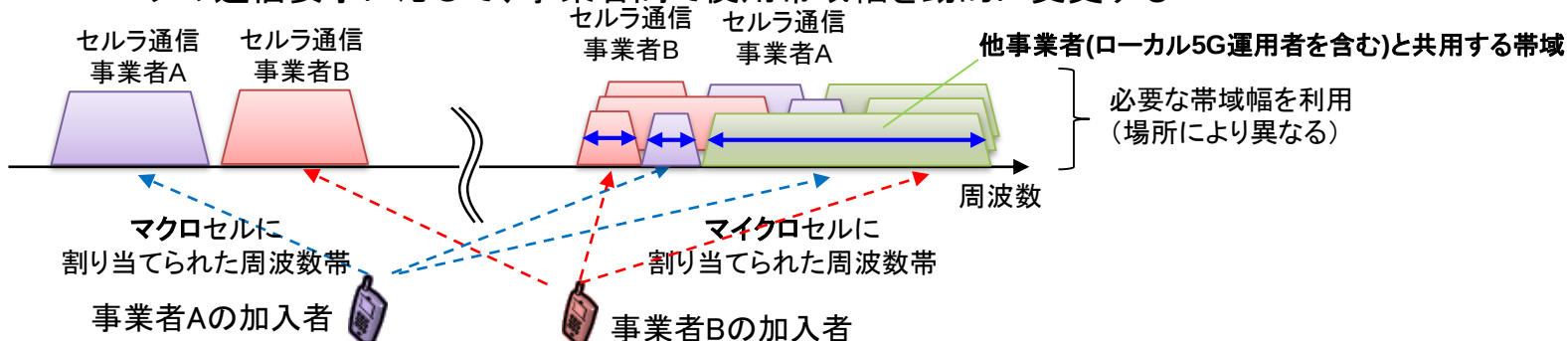


5Gにおける柔軟な周波数利用の可能性

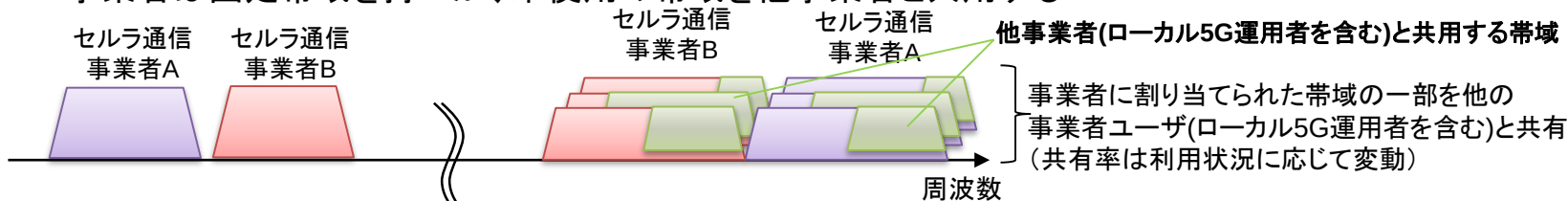
● プライベート空間における周波数利用の可能性

▶ セルラ通信事業者向け周波数帯を共用

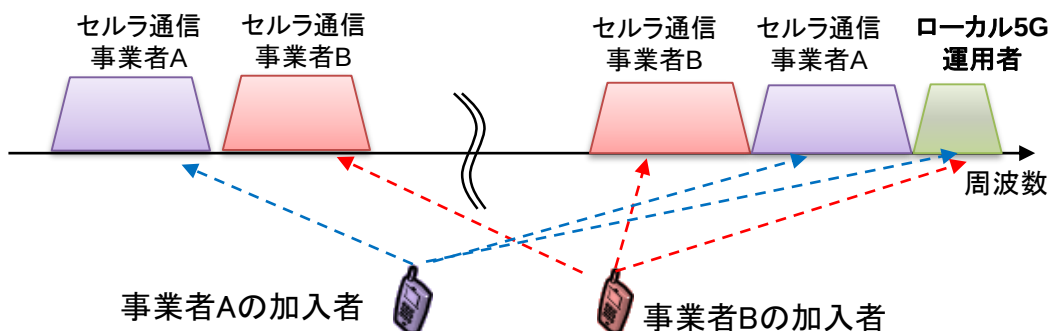
- ▷ ユーザの通信要求に応じて、事業者間で使用帯域幅を動的に変更する



- ▷ 事業者は固定帯域を持つが、未使用の帯域を他事業者と共用する



▶ ローカル5G運用者向け周波数帯の導入

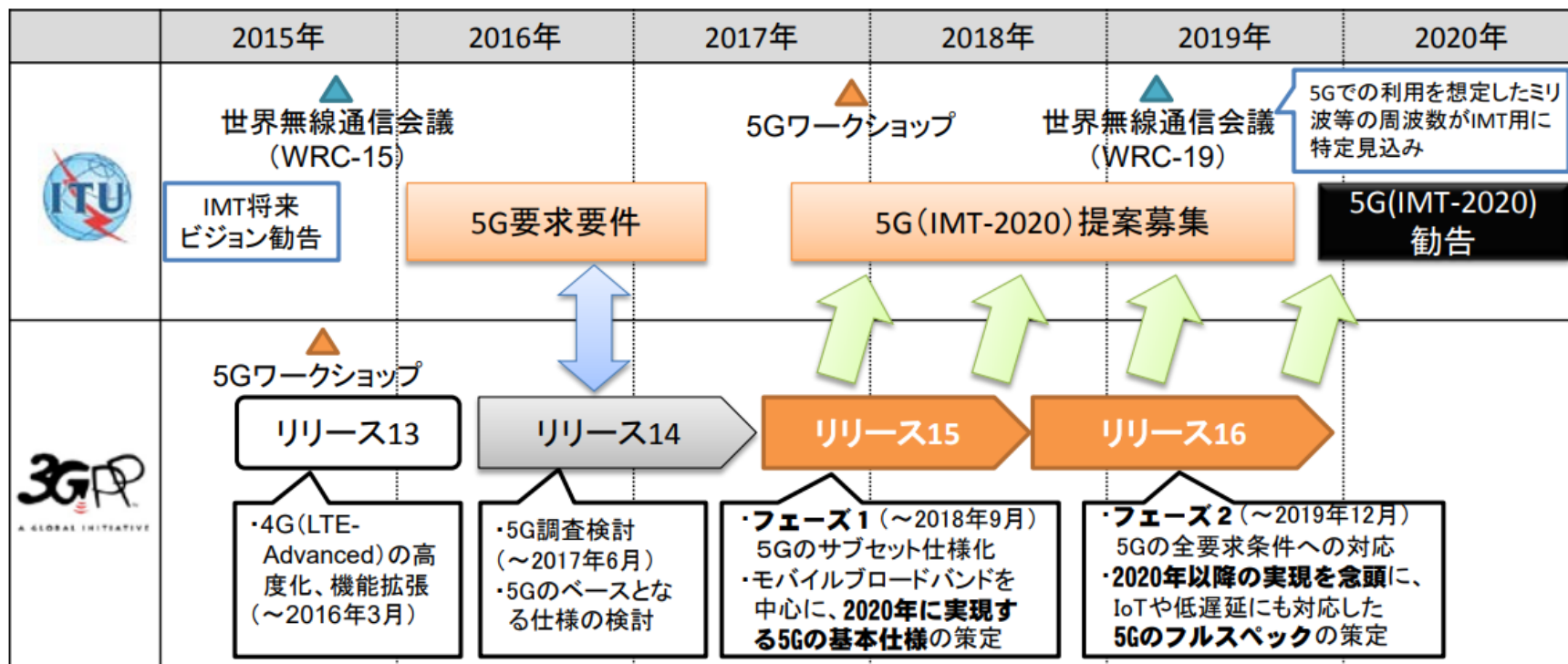


周波数共有を取り入れた移動通信システムの設計理念

- ミリ波における周波数共有の特徴
 - ▶ 干渉の影響
 - ▷ 小セルが対象 → マクロセルほど網羅的なセル配置は期待されていない
 - ▷ 空間伝搬の減衰が大、建物による遮蔽損(屋内利用の場合)
 - ▶ 干渉の可能性はもともと低く、従来ほどの厳密な管理は必要ない可能性
 - 高密度に配置する場合の検討は必要
 - ▶ 6GHz以下のIMT周波数と比較して、ミリ波は周波数共有に適している
- 周波数共有によるメリット
 - ▶ ピークレート向上が期待できる
 - ▷ 分割割り当てによる周波数の断片化が発生しない
 - ▷ 通信に利用する最大帯域幅が広がる
 - ▶ 必要に応じて周波数を柔軟に確保して利用できる可能性が高まる
 - ▶ 厳密なセル配置を設計するコストを削減できる
- 周波数利用効率を追い求めつつも、**柔軟な周波数利用の余裕**も生まれてくる
 - ▶ 周波数を専用システムに割り当てるという概念から、共用するという概念へ
 - ▶ 結果的にビジネス領域を拡大させつつ、電波資源をより有効に利用

5Gに関する国際標準化

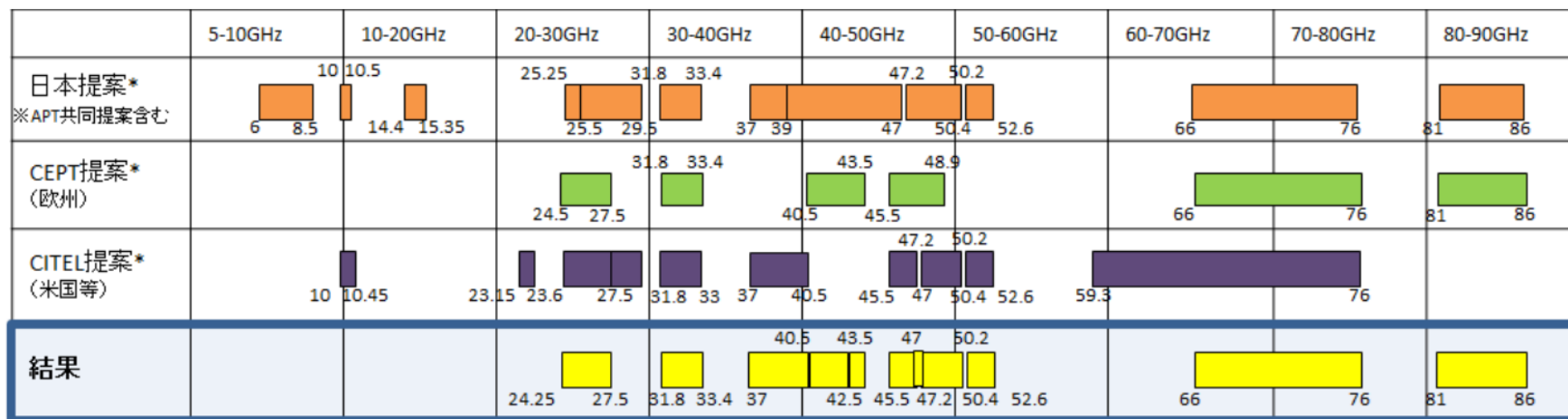
- ITU-R (International Telecommunication Union, Radiocommunications Sector)
 - ▶ WRC(World Radiocommunication Conference)-19
 - ▶ 議題1.13: IMT向け追加周波数帯
- 3GPP(3rd generation partnership project)
 - ▶ 2018年9月: 5G phase 1(Release 15)策定
 - ▶ 2019年12月: 5G phase 2(Release 16)策定



出典: 総務省 電波政策2020懇談会報告書(平成28年7月15日)

5G用途のミリ波帯の割り当てに向けて

- 5G向けの新たな周波数にはミリ波が想定されている
 - ▶ 国際電気通信連合 無線通信部門 (ITU-R)
 - ▶ 世界無線通信会議 (WRC) における議論
 - ▷ WRC-19 議題1.13 (IMT向けの周波数範囲を特定)
 - ▷ 24.25-27.5, 31.8-33.4, 37-40.5, 40.5-42.5, 42.5-43.5, 45.5-47, 47-47.2, 47.2-50.2, 50.4-52.6, 66-76, 81-86GHz

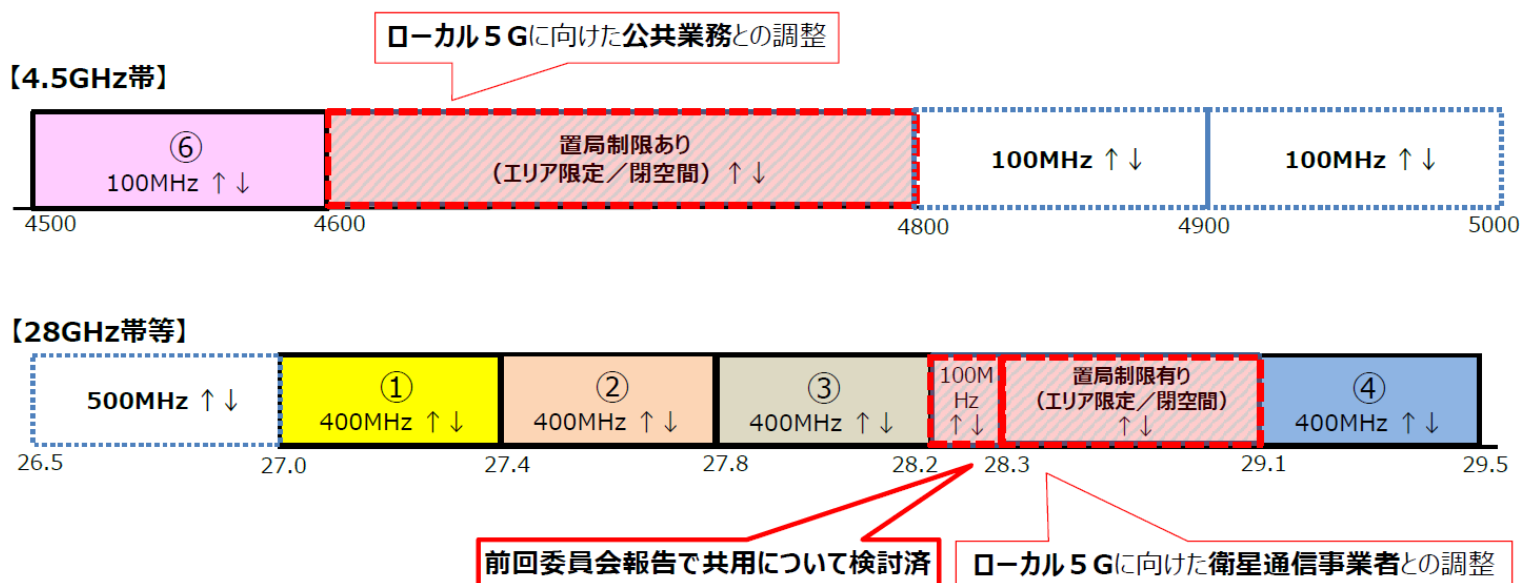


*WRC-15への提案

出典: 総務省 電波政策2020懇談会報告書(平成28年7月15日)

ローカル5Gに向けた日本国内の動向

- 2018年12月3日まで周波数割り当てに関してパブリックコメント公募
- 総務省 新世代移動通信システム委員会 ローカル5G検討作業班
 - ▶ 2019年夏ごろの制度化を目指して3月までに議論の収束を目指す
 - ▶ 第1回 2018年12月12日
 - ▶ 第2回 2018年12月26日
 - ▶ 第3回 2019年1月10日



出典：ローカル5G検討作業班(第1回) 資料1-1

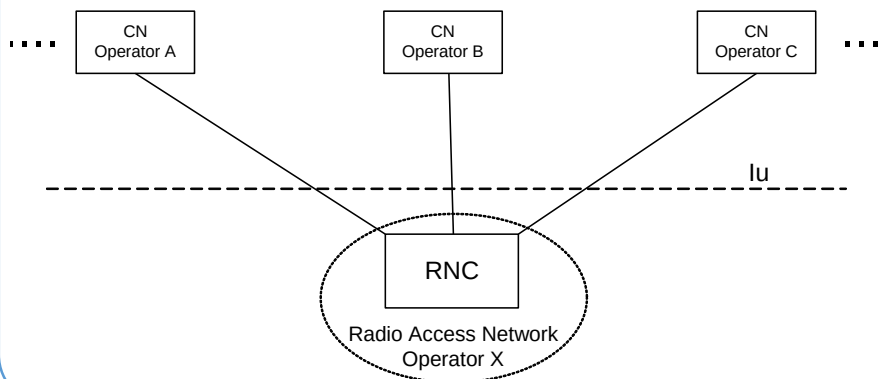
3GPPにおける議論

通信事業者(ローカル5G運用者を含む)が独立して機器を取り揃えて運用する他に、他者とコアネットワーク/無線設備を共有する方法もある。
(Release 15において概念を取り込み済み。Release 16に向けて引き続き議論中。)

3GPPではこの可能性について検討し、3GPP TS 23.251において既に2種のNetwork sharingの形態について言及している。

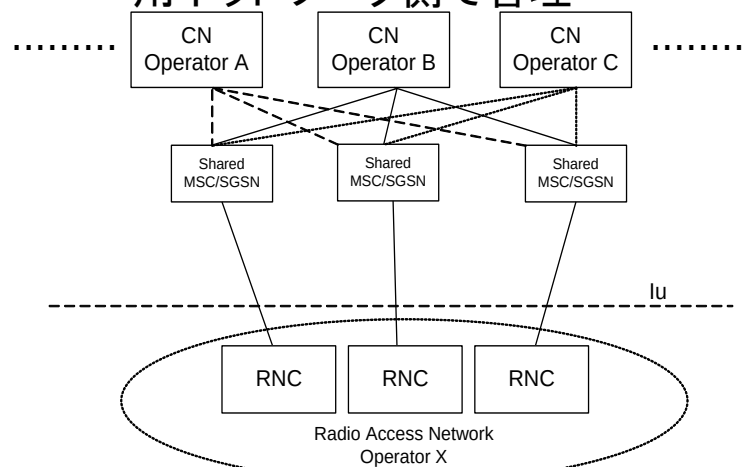
(1) MOCN: Multi-Operator Core Network

- コア装置はオペレータ間で独立
- 複数の事業者のコアネットワークに直結したeNBが共有される



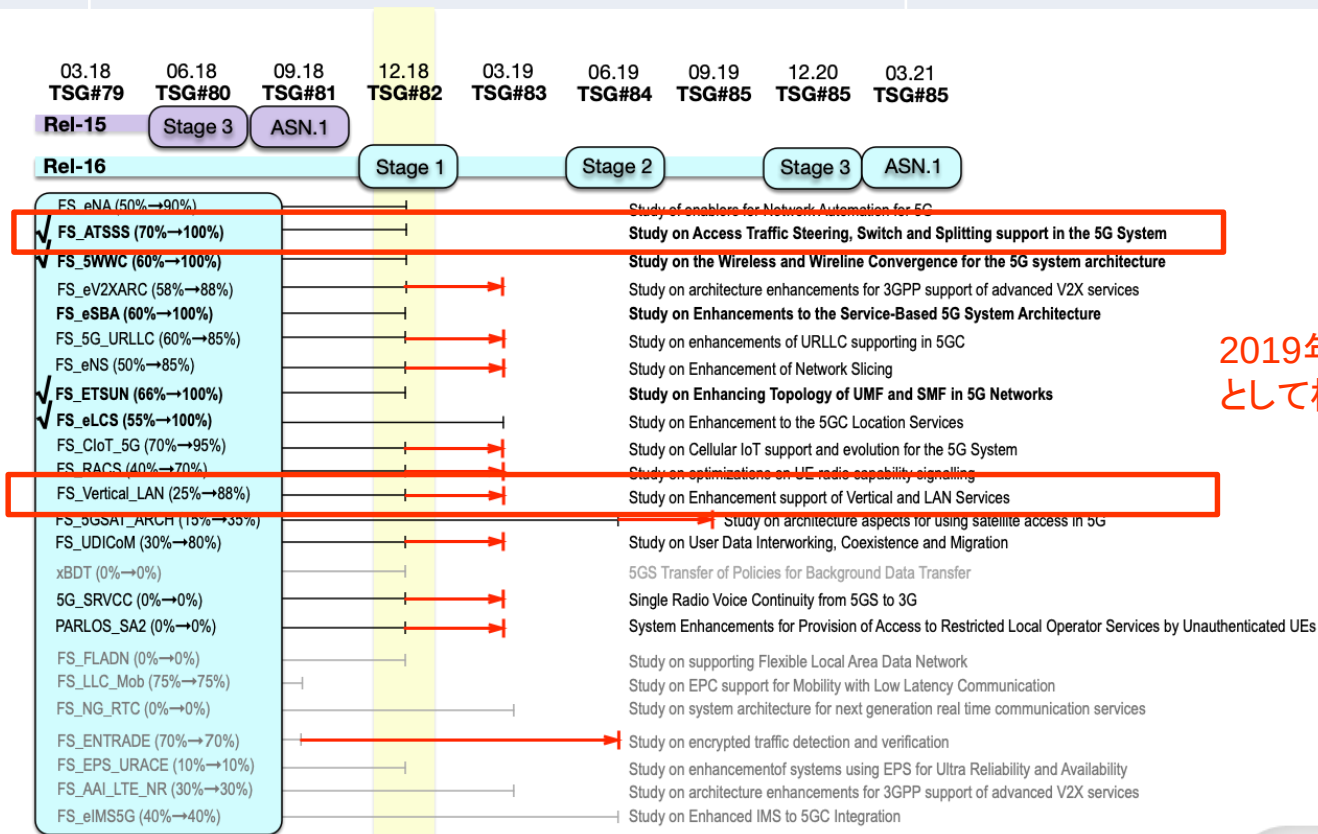
(2) GWCN: Gateway Core Network

- コア装置の一部ノードを共用ネットワークにおいて保持
- 同一のeNBにつながるセッションを共用ネットワーク側で管理



3GPP SA2で検討されているローカル5Gの関連課題

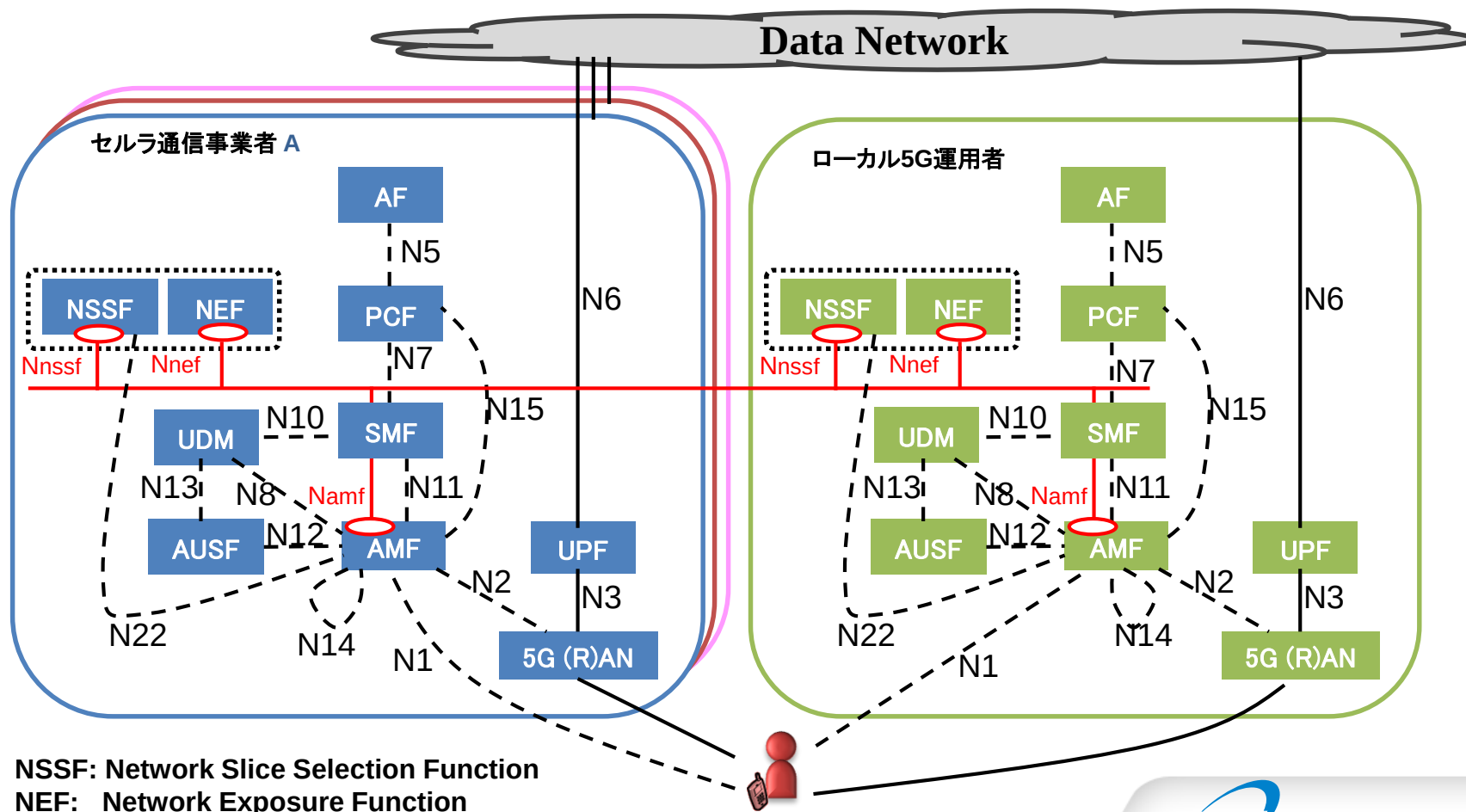
#	Work Item	ポイント
TR 23.793	FS_ATSSS (Access Traffic Steering, Switch and Splitting support in the 5G system architecture)	3GPP網と非3GPP網を組み合わせて用いる際の機能について検討中
TR 23.734	FS_Vertical_LAN (5GS Enhanced support of Vertical and LAN Services)	5Gローカルサービス(5GLAN, non-public network)に関する取扱い



2019年中の規格策定を目標として標準化作業が進行中

3GPP規格に基づくNICTの研究開発

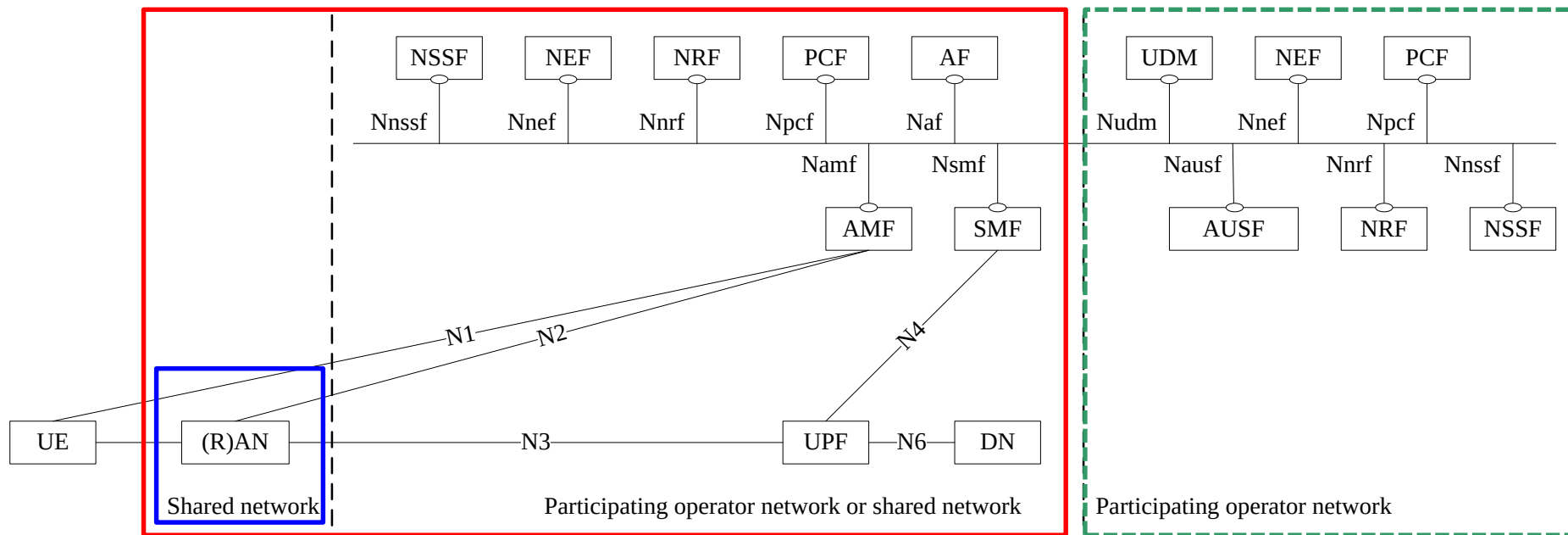
5Gで新たに定義されるNSSF/NEFを利用し、セルラ通信事業者とローカル5G運用者との間で情報を交換。セルラ通信事業者のC-Planeを活用して、ローカル5G運用者の位置/周波数/機能などを端末に提供。



Release 15に対するNICTの入力

- 2018年6月にRelease 15仕様(TS23.501, TS23.502)の策定完了
 - ▶ TS 23.501 “System Architecture for the 5G System”
 - ▶ TS 23.502 “Procedures for the 5G System”
- RAN sharing と Core Network (CN) sharing の概念
- RAN sharingに関して海外事業者等と共同で提案を行い採録
 - ▶ TS23.501: 5.18節
 - ▶ TS23.502: ハンドオーバー手順の修正
 - ▶ Shared Network は NR RAT を対象に
- CN sharing は Network Slicing により実現することに

Release 15のRAN sharing と CN sharing



RAN sharingでの
共有範囲

CN sharingでは
RANに加えてCNの一部機能も共有

各事業者が
個別に所有すべき部分

- RAN sharingでは、基地局部分を複数事業者により共有
 - ▶ 比較的簡易な設定で共有が可能
 - ▶ 基地局リソースは静的に各事業者分配到
- RAN + CN sharingでは、セッション管理機能なども共有
 - ▶ 基地局リソースを動的設定可能であるため、高い利用効率を期待できる
 - ▶ 各事業者からの要求について調整機能が必要（例えば品質制御要求など）

UE – User Equipment

RAN – Radio Access Network

DN – Data Network

AF – Application Function

UPF – User Plane Function

UDM – Unified Data Management

NEF – Network Exposure Function

PCF – Policy Control Function

NRF – Network Function Repository Function

AMF – Access and Mobility Management Function

SMF – Session Management Function

NSSF – Network Slice Selection Function

AUSF – Authentication Server Function

ATSSS – Access Traffic Steering, Switching and Splitting

AT3SF – Access Traffic Steering, Switching and Splitting Functions

N3IWF – Non-3GPP Interworking Function

Ⅱ 2017年度の5G総合実証試験(多数同時接続)

2017年度5G総合実証試験(総務省)

技術要件	技術目標	移動速度	試験環境	周波数帯	主な実施者	概要	主な実施場所
超高速 大容量	ユーザ端末5Gbpsの 超高速通信の実現 ※基地局あたり 10Gbps超	30km/hまで	人口密集都市環境	4.5GHz帯 28GHz帯	NTTドコモ、 東武スカイツリータワー、総合警備保障、和歌山県	高臨場・高精細の映像コンテンツ配信や広域監視、総合病院と地域診療所間の遠隔医療に関する実証	・東京都(東京スカイツリータウン周辺、臨海副都心地区) ・和歌山県(県立医科大学)
		—	屋内/閉空間環境	28GHz帯	国際電気通信基礎技術研究所(ATR)、那覇市	屋内スタジアムでの自由視点映像の同時配信に向けた高精細映像の多重配信に関する実証	・沖縄県(那覇市沖縄セルラースタジアム)
	高速移動時における2Gbpsの高速通信の実現	90km/h以上	都市又はルーラル環境	28GHz帯	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ、東武鉄道、インフォシティ	高速移動体(鉄道、サーキット走行車両)に対する高精細映像配信に関する実証	・栃木県(東武日光線沿線) ・静岡県(富士スピードウェイ)
超低遅延	1ms(無線区間)の低遅延通信の実現	60km/hまで	都市又はルーラル環境	4.5GHz帯 28GHz帯	KDDI、大林組、日本電気、トヨタIT開発センター	コネクテッドカー、建機の遠隔操作など、移動体とのリアルタイムな情報伝送に関する実証	・愛知県(KDDI名古屋ネットワークセンター) ・埼玉県(川越市大林組東京機械工場)
		90km/hまで			ソフトバンク、先進モビリティ、SBDライブ	トラックの隊列走行、車両の遠隔監視・遠隔操作に関する実証	・茨城県(つくば市国総研テストコース)
多数同時接続	100万台/km ² の多数同時接続の実現	—	屋内/閉空間環境	3.7GHz帯 4.5GHz帯 28GHz帯	情報通信研究機構(NICT)、横須賀市、イトーキ、シャープ、エイビット	災害時に避難所や防災倉庫において多数の人の要求やモノの位置を的確に把握可能な情報収集やスマートオフィスに関する実証	・宮城県仙台市 ・神奈川県横須賀市 ・石川県能美市 ・大阪府大阪市

総合実証試験(多数同時接続)の概要

カテゴリ	シナリオ	主眼	協力者	実施場所
伝搬測定	屋内環境における4.7GHz帯の伝搬環境を測定		ソフトバンク	神奈川県横須賀市 (YRP) 熊本県熊本市 (熊本大) 北海道札幌市 (北海学園大) 東京都江東区 (ソフトバンク)
性能測定	(1) 防災倉庫 防災倉庫で管理している物品や避難者の位置や種別を把握し、災害時に必要な物資数をフレキシブルに配送するための管理	20,000台規模のmMTC用途での同時接続性を検証する	ソフトバンク エイビット	神奈川県横須賀市 (防災倉庫@YRP)
	(2) スマートオフィス オフィス環境における多数のM2M通信の機器と高速低遅延を必要とするオフィス機器の共存	eMBB、URLLC、mMTCの全ニーズが混在する環境にて周波数有効利用性を検証する	イトーキ シャープ	大阪府大阪市 (イトーキ) 石川県能美市 (いしかわサイエンスパーク) 宮城県仙台市 (NICT耐災害センター)

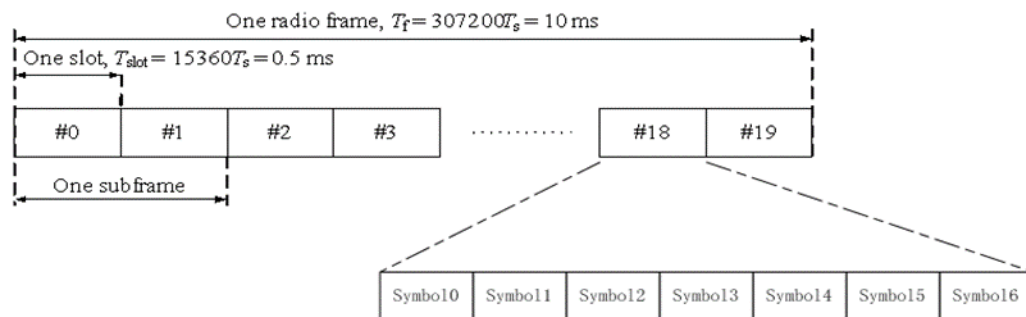
想定方式: 5G IoT (mMTC)としてのMUSA

● Multi-user Shared Access (MUSA)

- ▶ Performance evaluation of MUSA, mMTCの実現方式の一つであるMUSAを用いて性能評価
- ▶ Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA) 技術
- ▶ Grant Free 方式: 基地局からの許可“grant”なしに端末が送信

● 利点

- ▶ シグナリング負荷の低減、消費電力の低減、接続時間の短縮
- ▶ 端末側の回路を簡略化



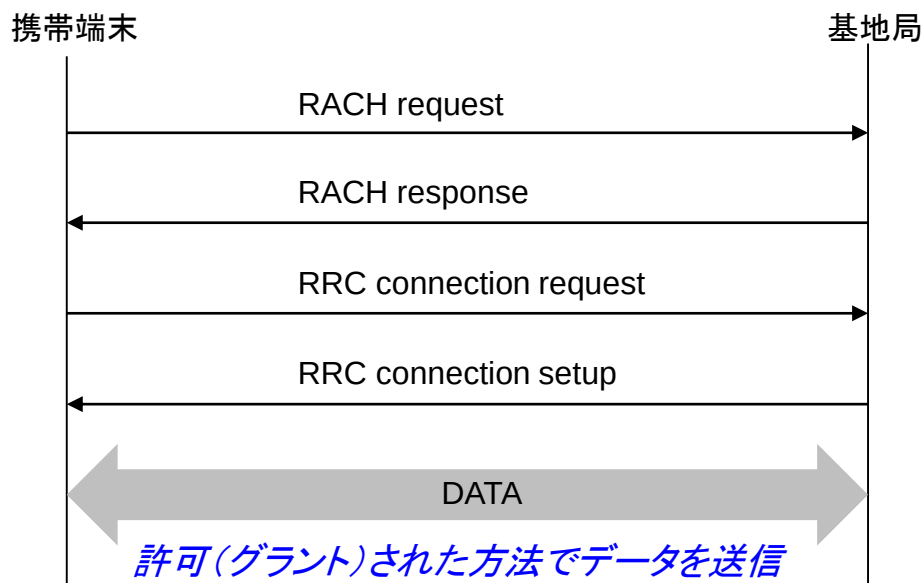
Frame structure of MUSA

Frame: 10 sub frames, 20 slots in 10ms
Sub frame: 2 slots
Slot: 0.5ms, 7 OFDM symbols

1 UE is accommodated in radio resource of $180\text{kHz} \times 1\text{ms}$.
A packet of 136 bits from each UE is accommodated in $180\text{kHz} \times 8\text{ms}$.

想定方式: Grant Free

- プロトコルを大きく省略
 - ▶ 散発的で小さなデータの送信に適している
 - ▶ 同時送信によるデータ欠損は複数回の送信により解決



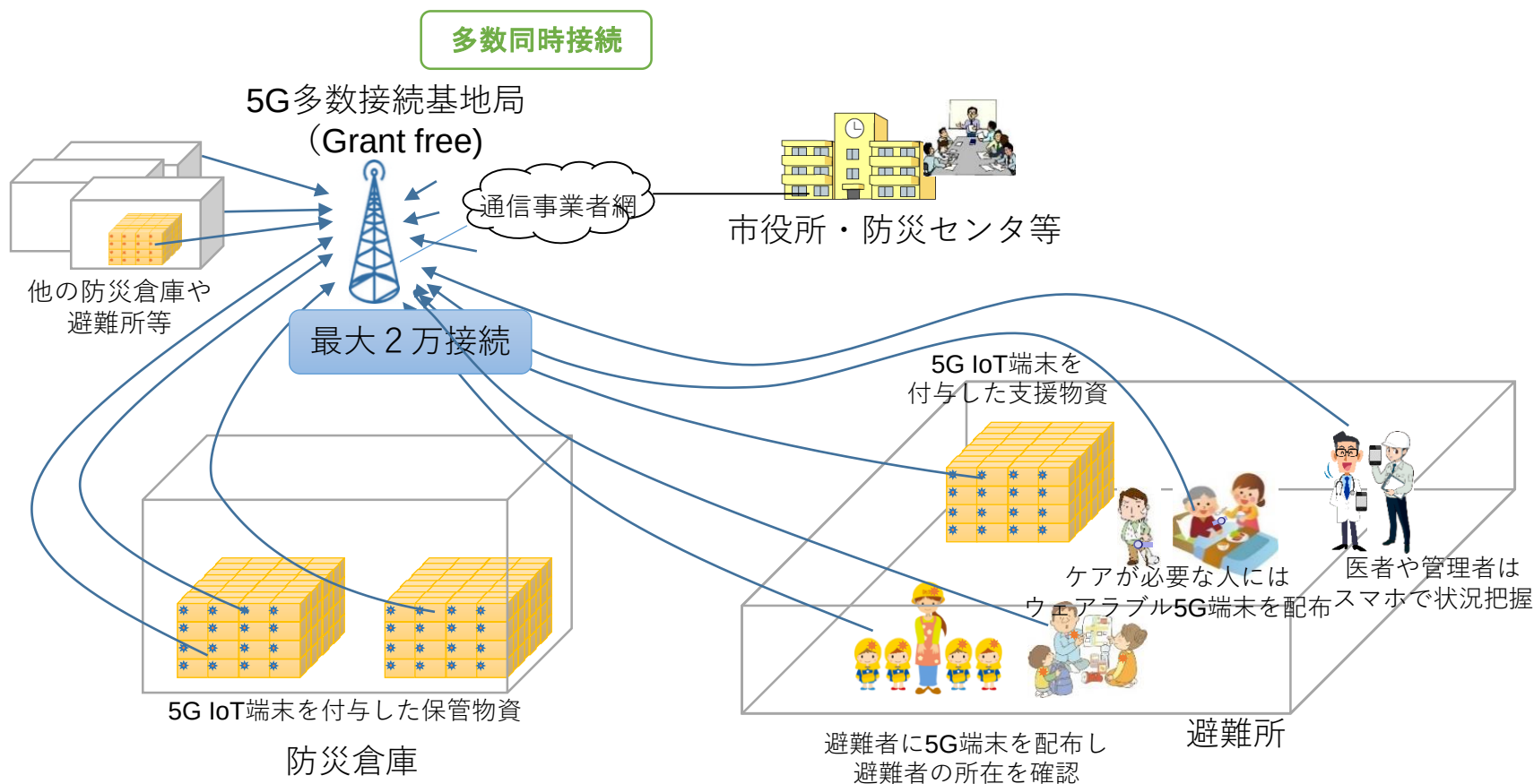
LTE方式



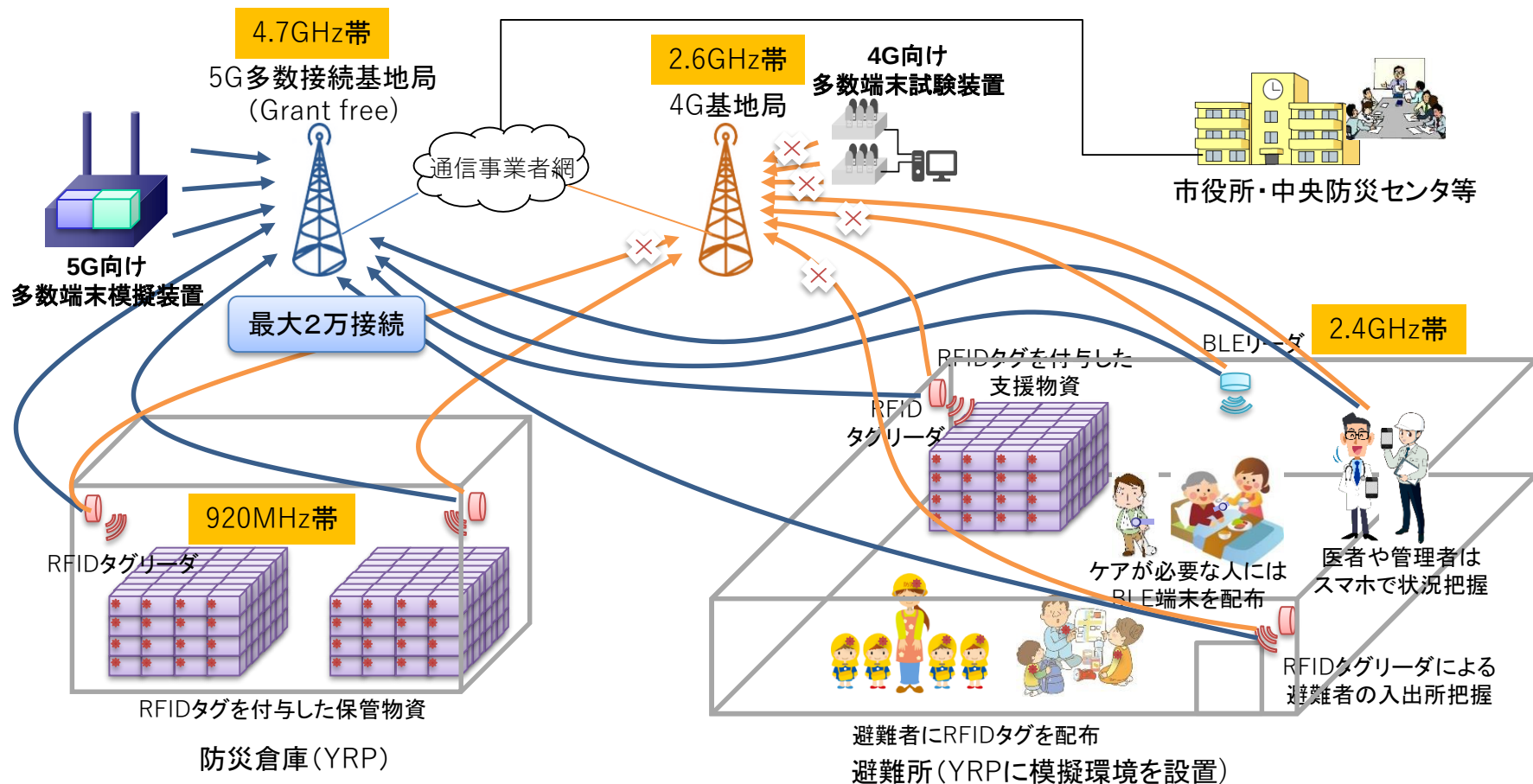
5G方式

実証(防災): 概要

- 多数の物資や人の情報を5Gを利用して収集して統合管理
- 災害時の防災倉庫や避難所を想定し、動き回る人(医師、ボランティア、被災者等)や持ち込みや持ち出しの激しいモノの管理を効率的かつ確実に行う



実証(防災): 構築環境と想定



【利用シナリオの想定環境】

- 神奈川県横須賀市の規模
 - 防災倉庫: 103 か所
 - 小中学校: 69 校
 - 複数のmMTC対応基地局が冗長に市をカバーし、一部の故障でも通信エリアを維持

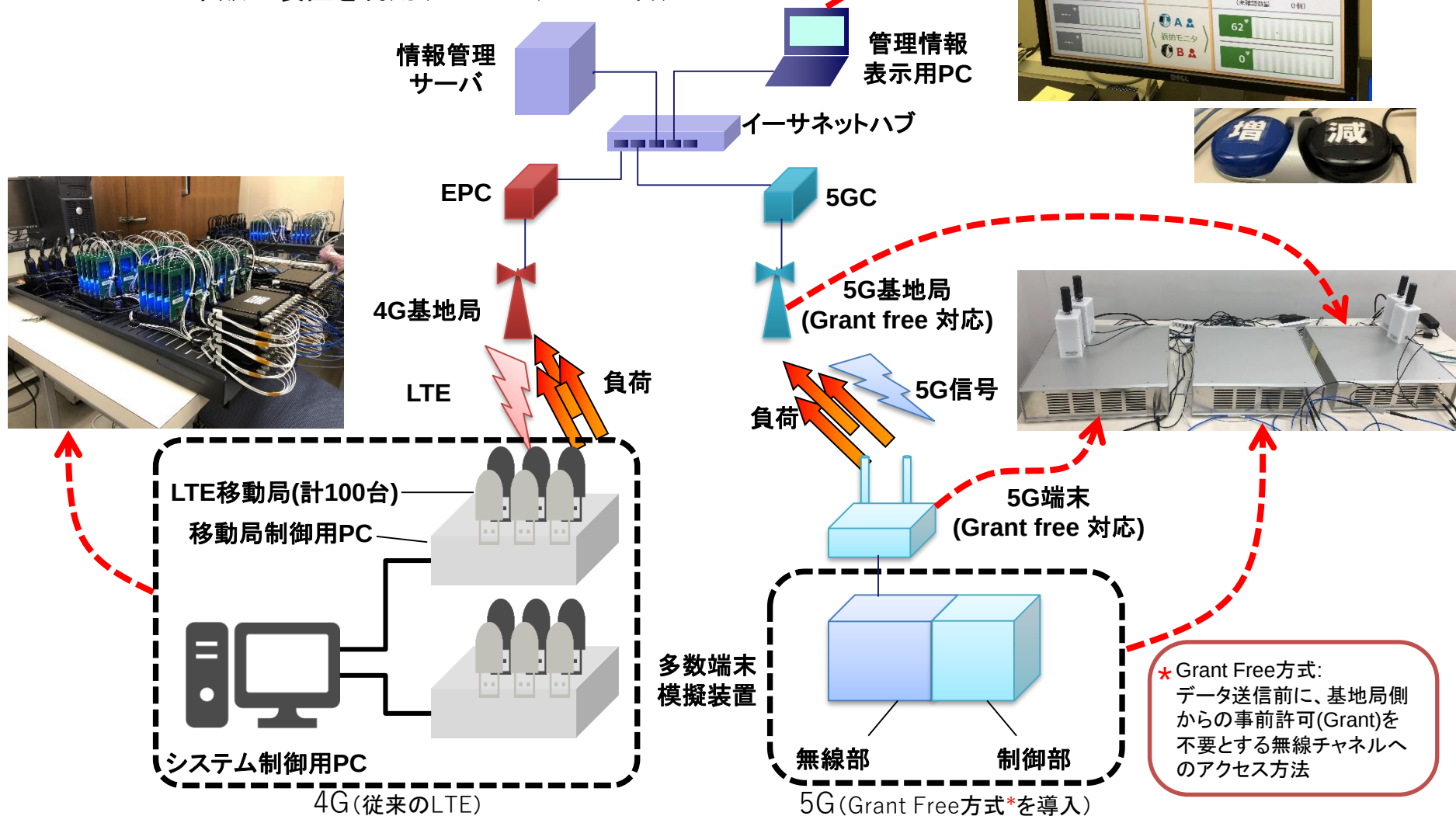
【実証試験の前提】

- RFID/NB-IoTリーダを併用
 - 物資に付与する5G IoT端末を多数用意することは困難なため、RFIDタグやウェアラブルBLE端末で代替し、リーダを経由して5G/4G基地局に送信
 - 物資や避難者の位置精度はRFIDタグリーダの密度に依存
 - RFIDタグ、BLE端末は多数接続の評価対象台数には含めない

実証(防災): 実機(4G)と模擬装置(5G)による性能評価

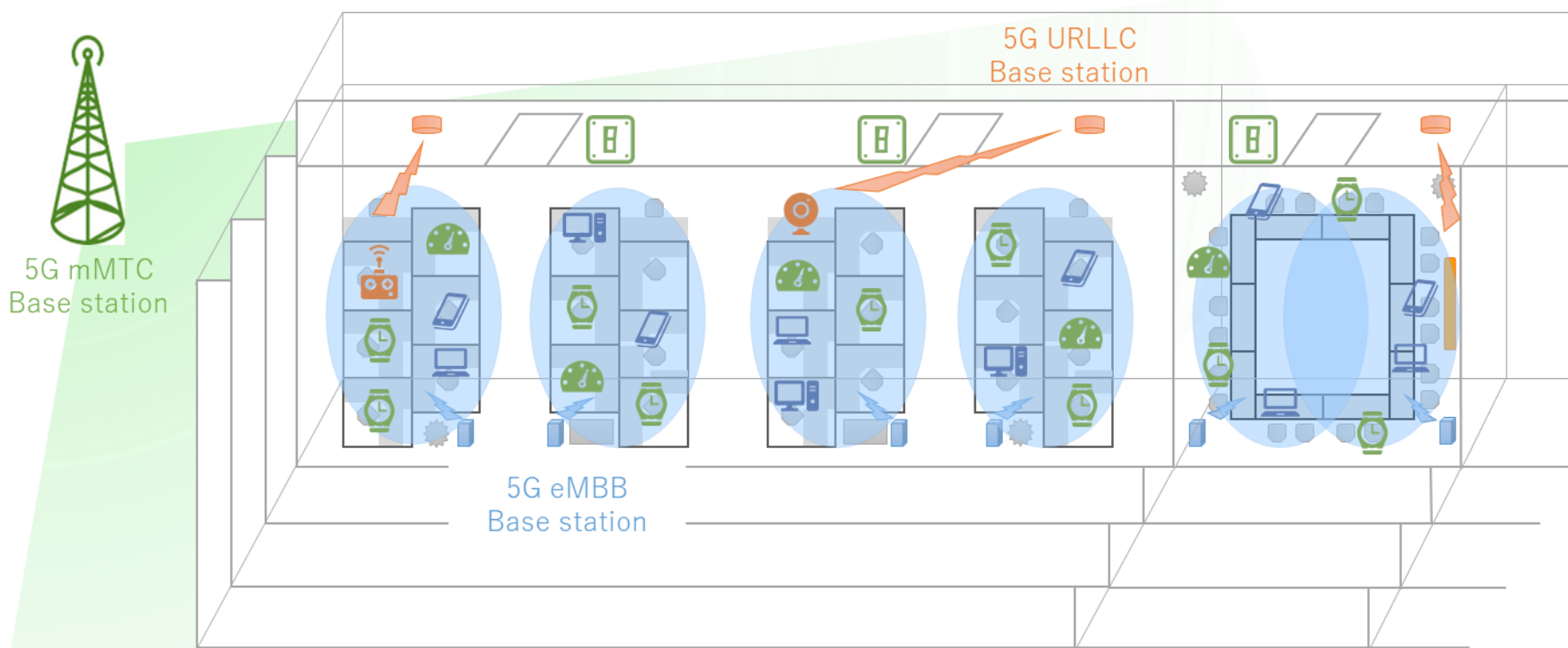
【性能評価装置の構成】

- 5G : 台数、送信頻度、データ量等を変更可能な
多数端末模擬装置を利用(20,000台まで模擬可能)
- 4G : 市販の装置を利用(USB dongle 100台)

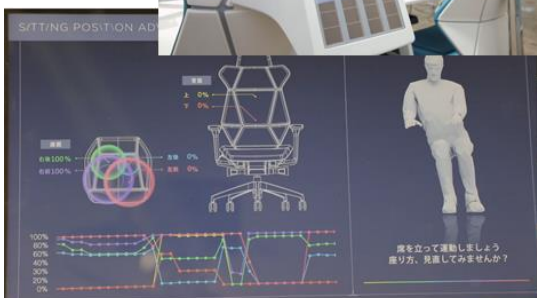


実証(スマートオフィス): 想定環境

- ・ スマートオフィス: 5Gを活用して実現できる将来のオフィス環境
- ・ 複数の5Gの特徴を組み合わせ実現



実証(スマートオフィス): 構成



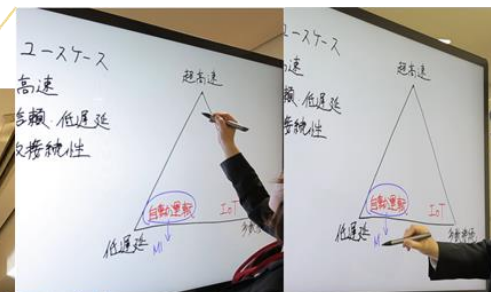
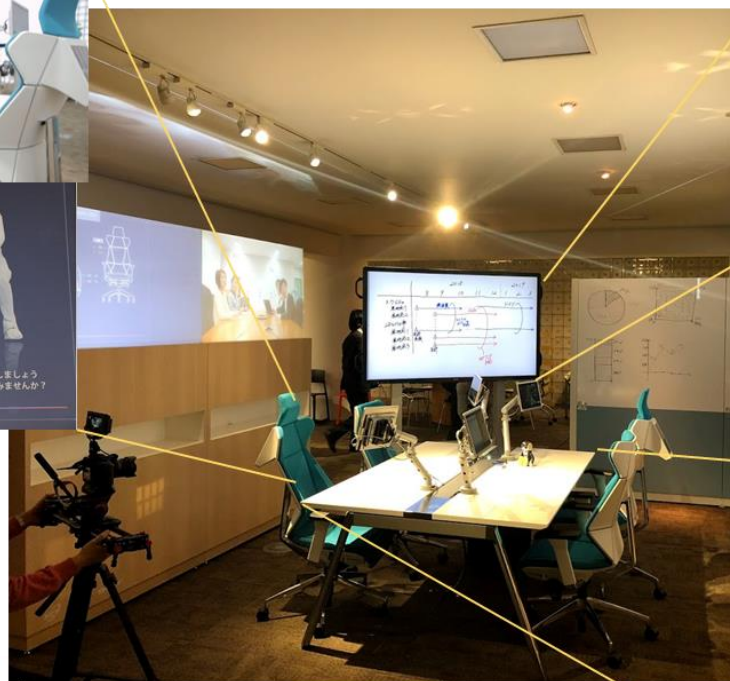
多数接続

2.4GHz帯

スマートチェア

センサーと高性能太陽光パネルを
内蔵し、バッテリーレスで推定姿勢
等を検出して送信

※今回の無線装置はBluetooth Low Energy
(BLE)を使用



低遅延

3.7GHz帯/28GHz帯

電子ホワイトボード

電子ホワイトボードによる遠隔地との
スムーズなコミュニケーション



超高速

3.7GHz帯

スマートテーブル

アンテナを内蔵し机上でのみ通信可能
隣の机と干渉せずに同一帯域の使用を可能に

※超高速と低遅延の5Gシステムは、今回はLTE
システムの周波数を変換することにより模擬

実証(スマートオフィス): 機能

【スマートテーブル】

超高速

3.7GHz

- 5G 無線システムを組み込んだ会議テーブル
 - 机上の機器のみ5G通信エリア(3.7GHz帯)となり通信可能な
 - 3.7GHz帯通信エリアを限定することで少人数で帯域を占有でき、かつ隣接する机でも同帯域が利用可能
- 会議支援システム
 - 認識した音声から自動的に議事録を生成
 - 発話者の自動検知も
 - 会議キーワード検出とサジェスチョン
 - 会話で頻出するキーワードを拾い、参考となる時事ニュースを検索



【スマートチェア】

多数同時接続

3.7 / 2.4GHz

- 圧力センサを組み込んだスマートチェア
 - 座っている人の姿勢や感情(動きから推定)を検出
 - 将来的には感情情報(頷き、退屈等)を議事録に自動記録
 - 省電力モジュールを使用しているためソーラーパネルのみで動作(5Gの通信方式がシンプルのため)

【スマートホワイトボード】

低遅延

3.7 / 28GHz

- 遠隔地とリアルタイムで描画を共有
 - 従来のTV会議システムと組み合わせ、距離を感じない会議を



Ⅲ 5Gの自動運転への応用

自動運転社会に向けた高度道路交通インフラ

- 近い将来 **自律型モビリティ** の普及が期待
 - ▶ **自動走行** 機能を具備した様々な移動体
 - ▶ 物流ドライバー不足の解決、高齢者の移動手段の提供、などへの活用が期待
 - ▶ 交通事故の低減、渋滞の解消/緩和、などさらなる安全な交通への技術が必要



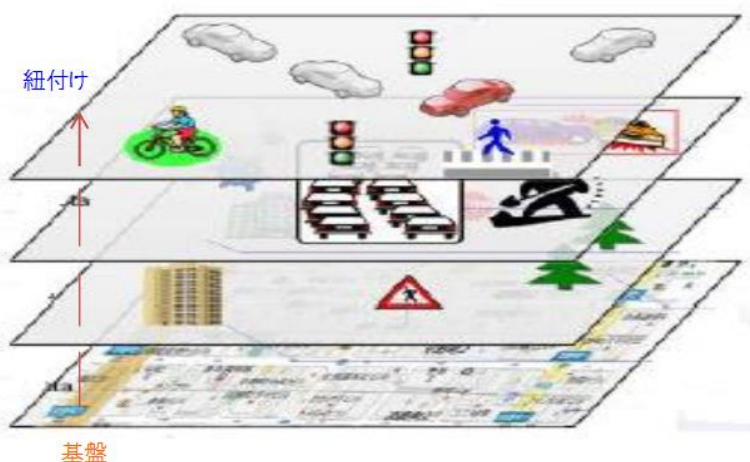
自律型モビリティの例

- 刻々と変化する情報を含んだ地図が必要
 - ▶ 情報の例
 - ▷ 渋滞情報、車の位置と速度、歩行者の位置、信号の情報
 - ▶ 自動走行には不可欠
(車載のセンサによる自律走行だけでは限界)

ダイナミックマップとは？

- ダイナミックマップの作成には様々なセンサ情報の収集が必要
 - ▶ 5Gの特徴(超高速/超低遅延)を活用する必要

ダイナミックマップ (SIPで開発:地図データの構造化等)



《動的情報(<1sec)》

ITS先読み情報(周辺車両、歩行者情報 信号情報など)

《准動的情報(<1min)》

事故情報、渋滞情報、狭域気象情報など

《准静的情報(<1hour)》

交通規制情報、道路工事情報、広域気象情報

《静的情報(<1day)》

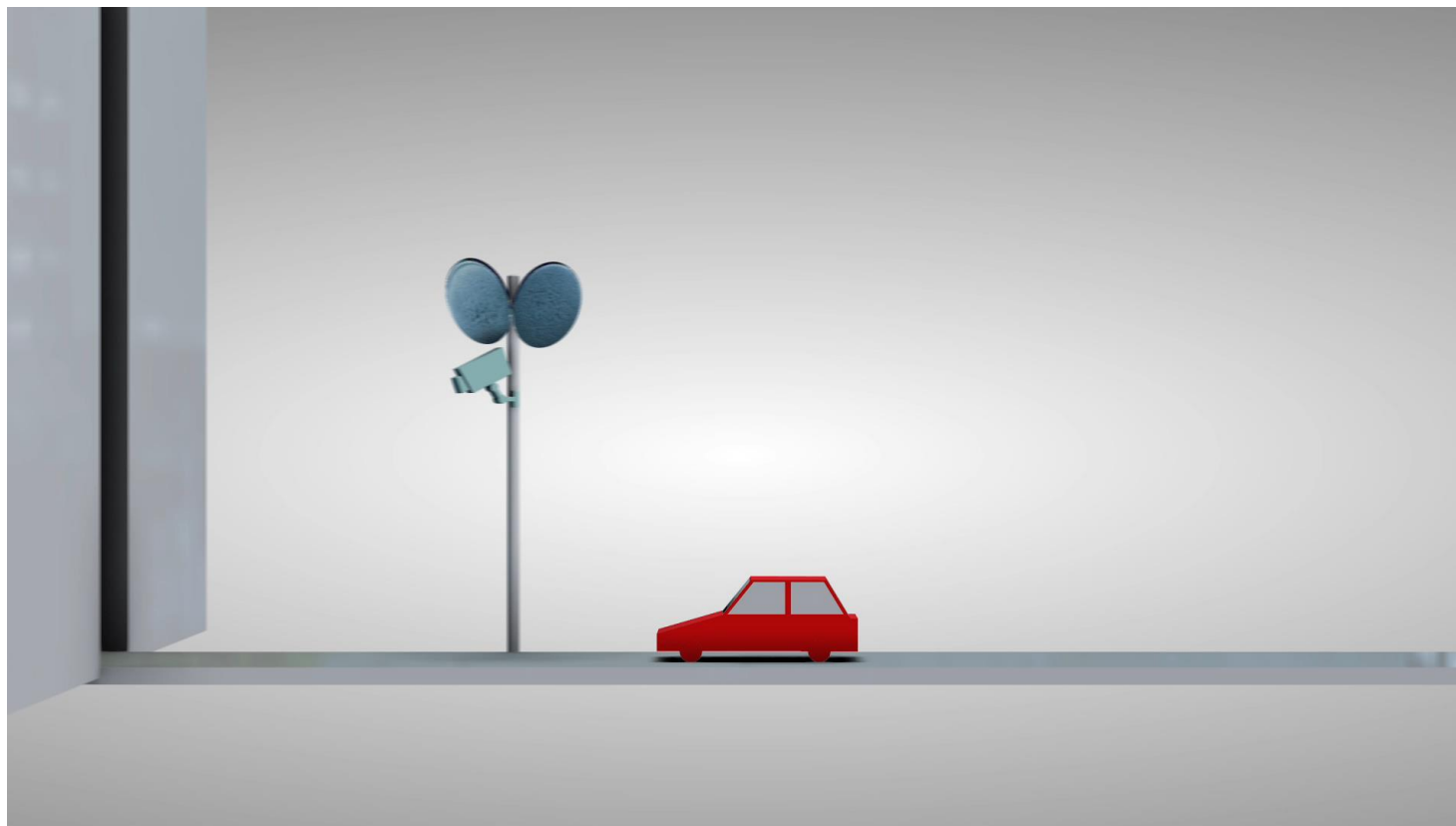
路面情報、車線情報3次元構造物など

狭い範囲で超低遅延
で信頼性の高い通信
を行う狭域通信

広いエリアでいつでも
使える5G等広域通信
(スポット通信で支援)
※多くの車に同じ情報を効率良く
配信するための工夫が必要

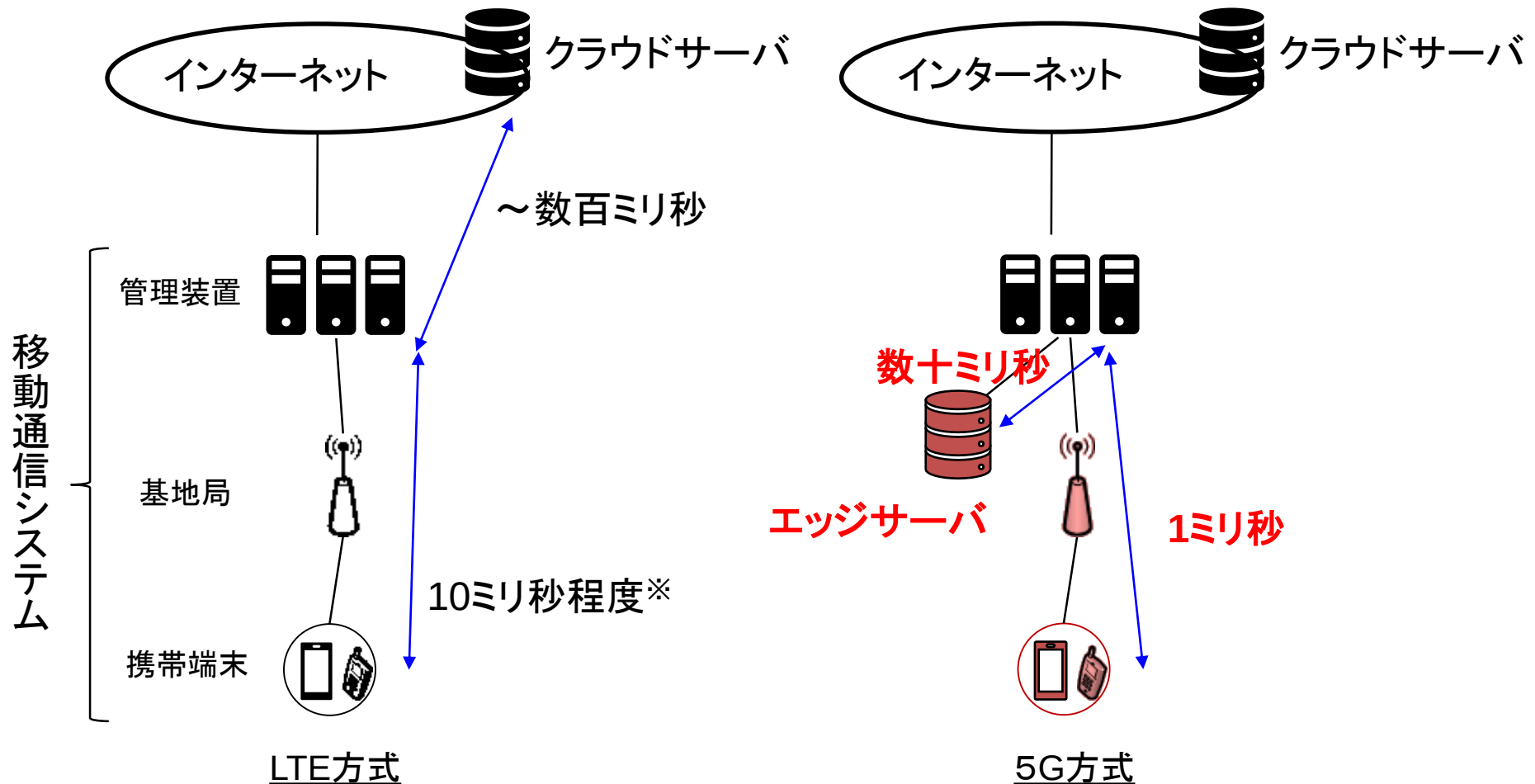
電子カーブミラーの効果

- ビルの谷間や見通しの悪い交差点など、**見通せない先の安全確保**
- **道路センサー(カメラを含む)**により交通環境をリアルタイムに認識
- 無線通信により柔軟に設置・運用が可能



5Gの特徴「超低遅延」

超低遅延な通信＝リアルタイム性が高い通信

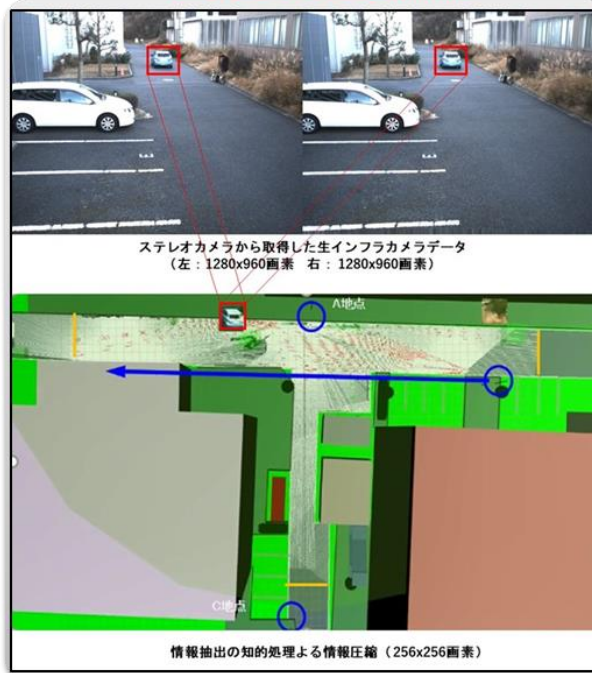


※ システム構成や設定により様々に変動します

実証システムの構成と機能

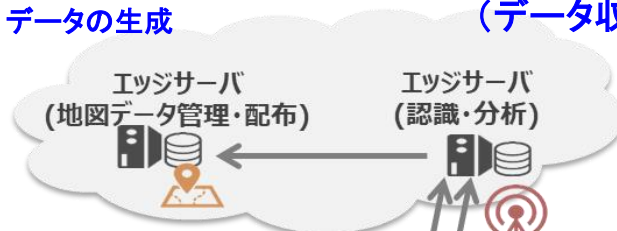
カメラ(センサ含む)の画像から
特徴を抽出して情報を圧縮

道路変化の認識技術



※ダイナミックマップ用
データの生成

エッジサーバ
(データ収集)

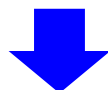


各カメラの情報取得時刻を管理し、
サーバ側において同期した一体情報を
生成

准静的～准動的情報利用技術

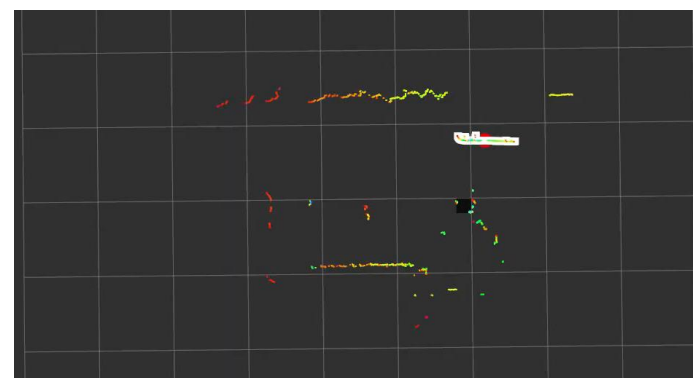
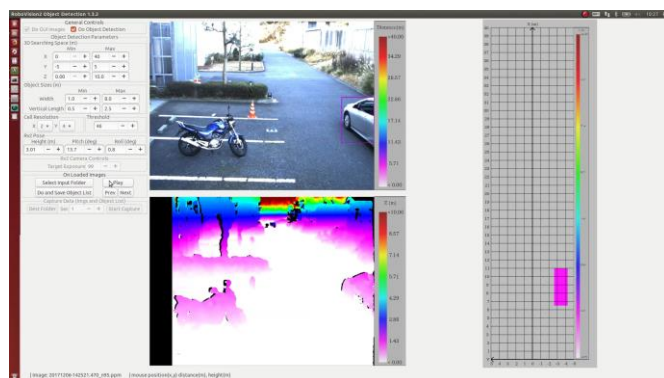


電子カーブミラー
(物体検出)

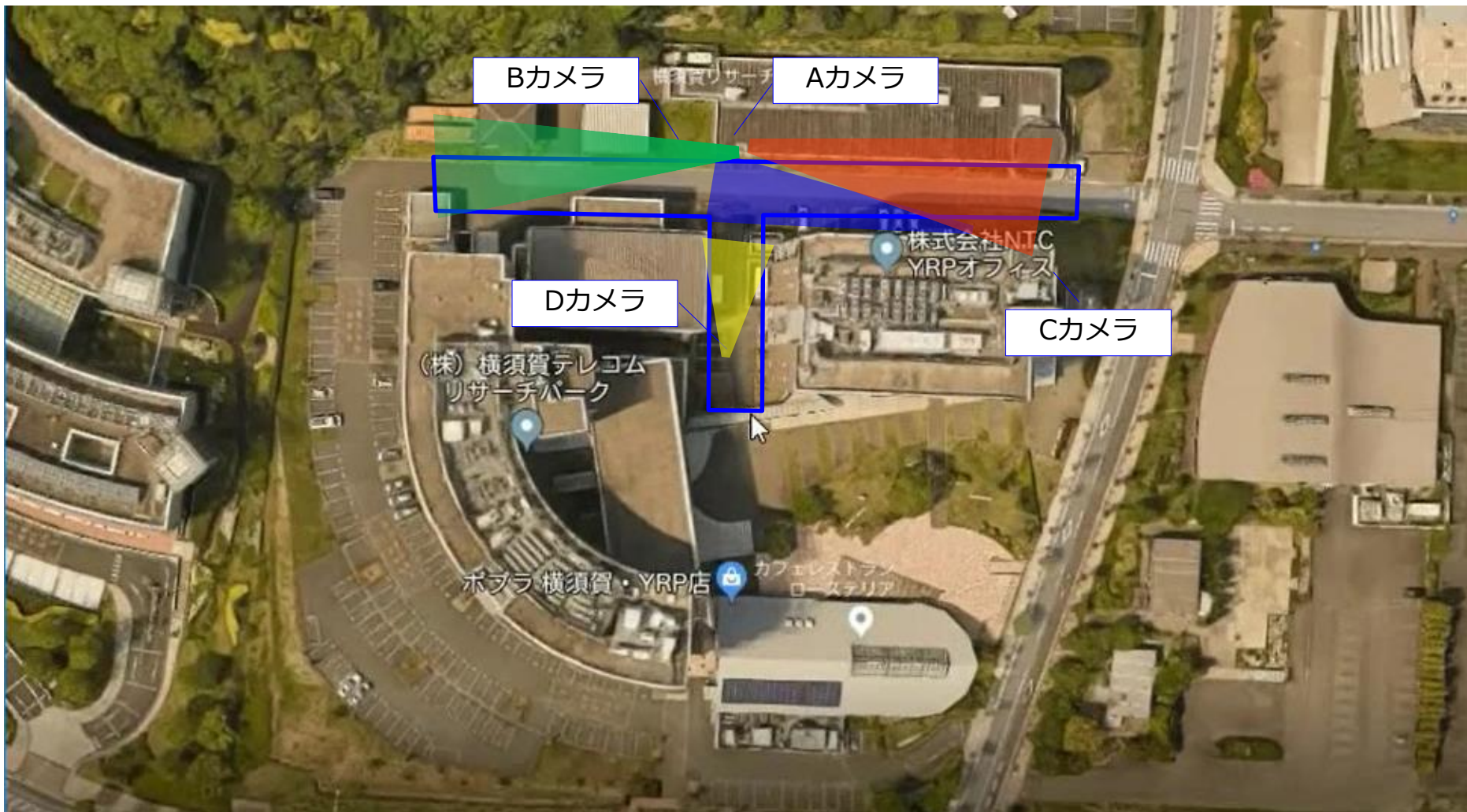


- ビルの谷間や見通しの悪い交差点など、見通せない先の安全確保
- 道路センサー(カメラを含む)により交通環境をリアルタイムに認識
- 無線通信により柔軟に設置・運用が可能

電子カーブミラー



YRPテストベット:カメラとセンサの検出範囲



デモシナリオ2



● NICTの5Gアプローチ

- ▶ 移動通信需要が多様化し、局所的な5Gエリアの展開が必要
 - ▷ C/U分離を活用した異種無線NW技術により、5G時代について実現！
- ▶ 通信サービス提供の新たな担い手
 - ▷ 日本の制度化においては、地域限定のローカル5Gから
 - ▷ これから始まるローカル5Gの高度化に注目

● 5Gの多数同時接続(5G IoT)の本格的な検討はこれから始まる

- ▶ 2017年から総務省で5G総合実証試験
 - ▷ IoTデータを1基地局当たり**2万端末**から受信できることを確認
 - ▷ 防災とスマートオフィスのシナリオで実施
 - ▷ mMTC、eMBB、URLLCを活かした環境構築の検討が重要
- ▶ 自動運転
 - ▷ URLLCやMobile Edge Computing (MEC)の利用
 - ▷ 「電子カーブミラー」の構築

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)
ワイヤレスネットワーク総合研究センター
ワイヤレスシステム研究室
石津 健太郎 (ishidu@nict.go.jp)

Dr. Kentaro Ishizu
Wireless Systems Laboratory
Wireless Networks Research Center
National Institute of Information and Communications Technology (NICT)

禁 無 断 転 載

2018 年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」 “I－1” 部

発行 2019 年 6 月

一般社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会（JBMIA）

技術委員会 技術調査専門委員会

〒108-0073 東京都港区三田三丁目 4 番 10 号 リーラヒジリザカ 7 階

電話 03-6809-5010（代表） / FAX 03-3451-1770