

# 5Gのリアルと未来

(株)NTTドコモ 5Gイノベーション推進室

中村 武宏

# beyond

～ 想いをつなげ 5Gでより豊かな未来へ ～

お客さまへの  
価値・感動



お得・便利



楽しさ・驚き



満足・安心

5G

パートナーとの  
価値・協創



産業への貢献

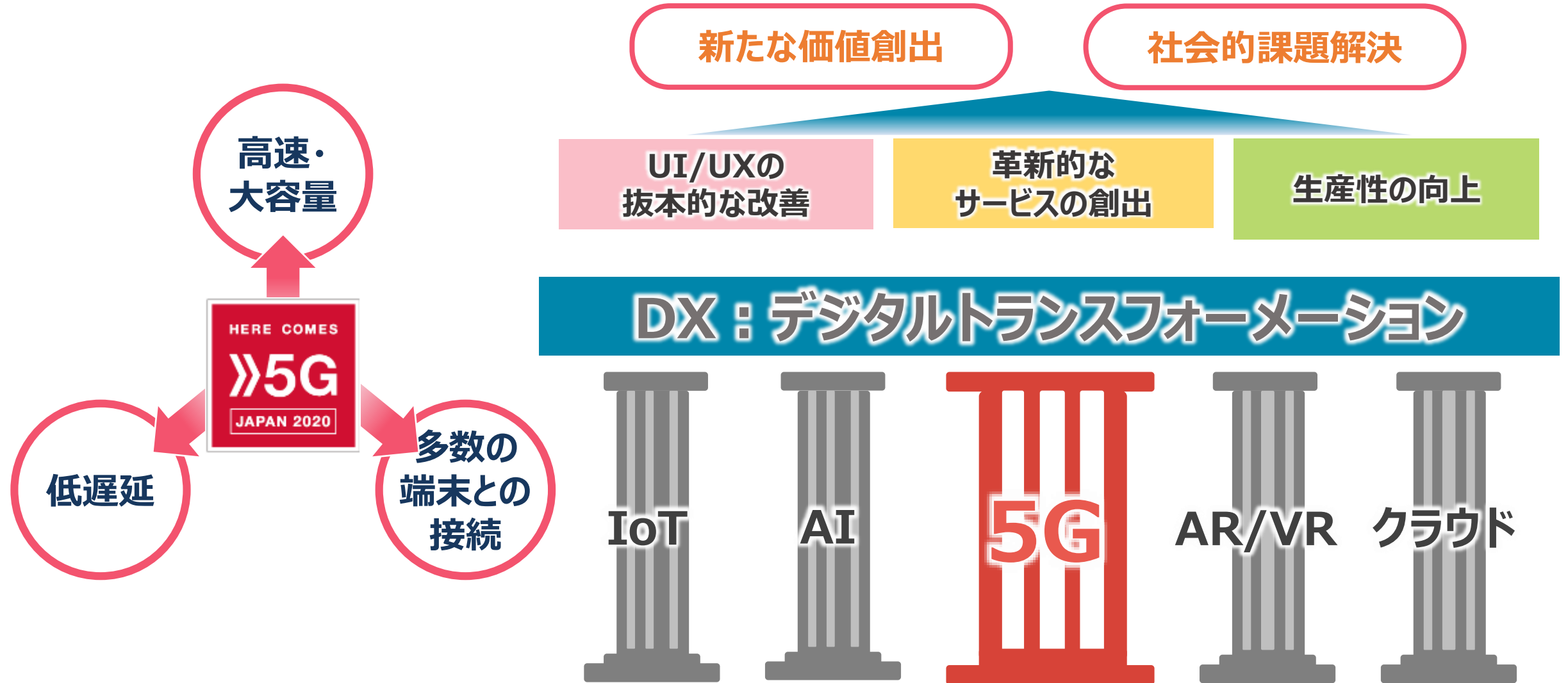


社会課題解決  
地方創生

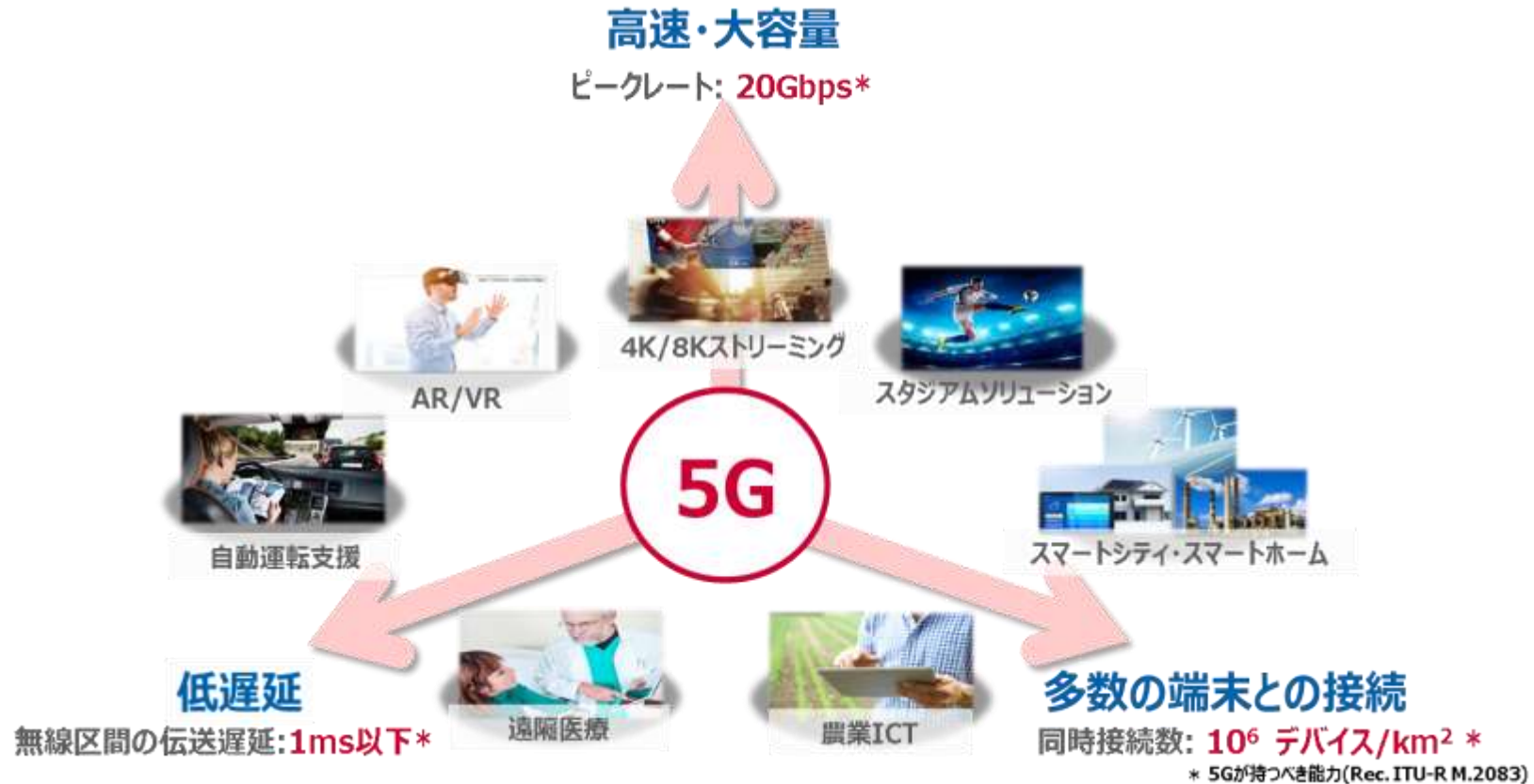


商流拡大



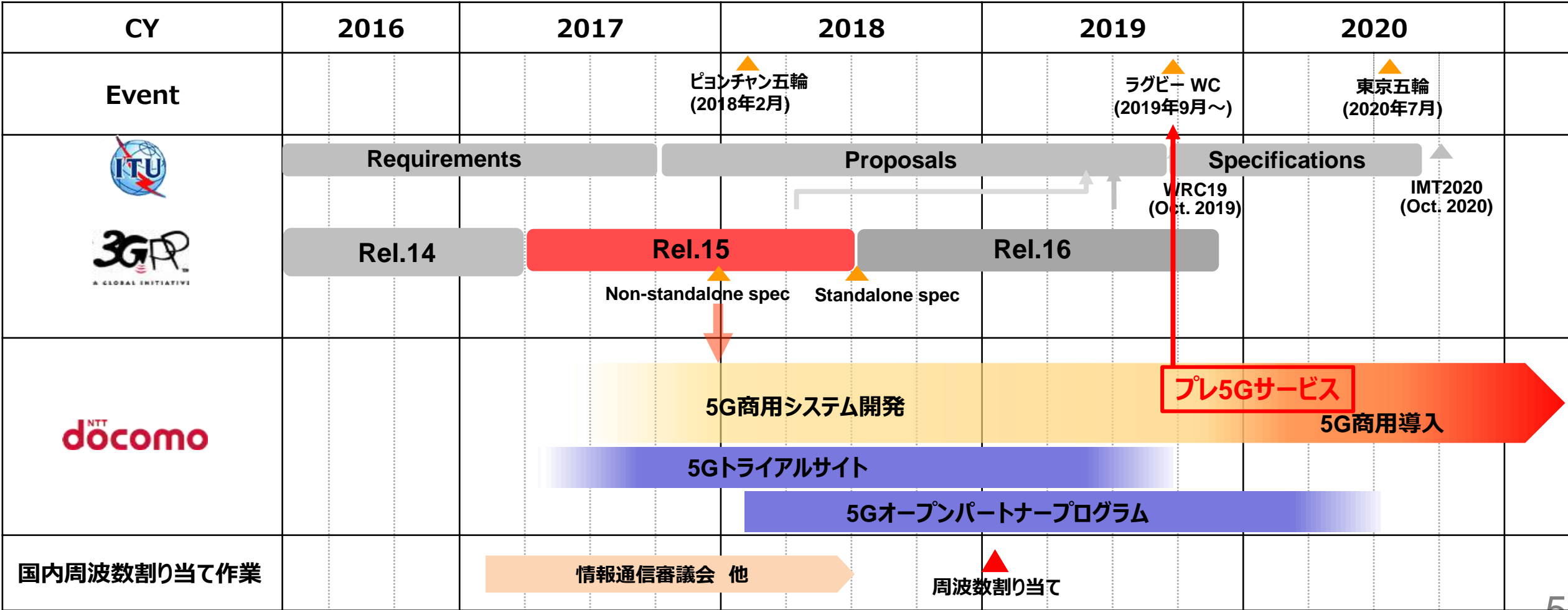


- 5G時代には、下図に示すような5Gの特徴を活かした様々なサービスが展開されると想定される。
- このような世界における**5G導入の意義**とは、
  - ①**増加するパケットトラフィックへの対応**: 超高トラフィックエリアにおいても十分な設備容量を確保する
  - ②**5Gの特徴を活かし、様々な業界とのコラボレーションによる新産業の創出**: 企業や地方自治体等とのコラボレーションにより**産業の最適化・新たな産業創出**と、**社会的課題の解決・地方創生に貢献**



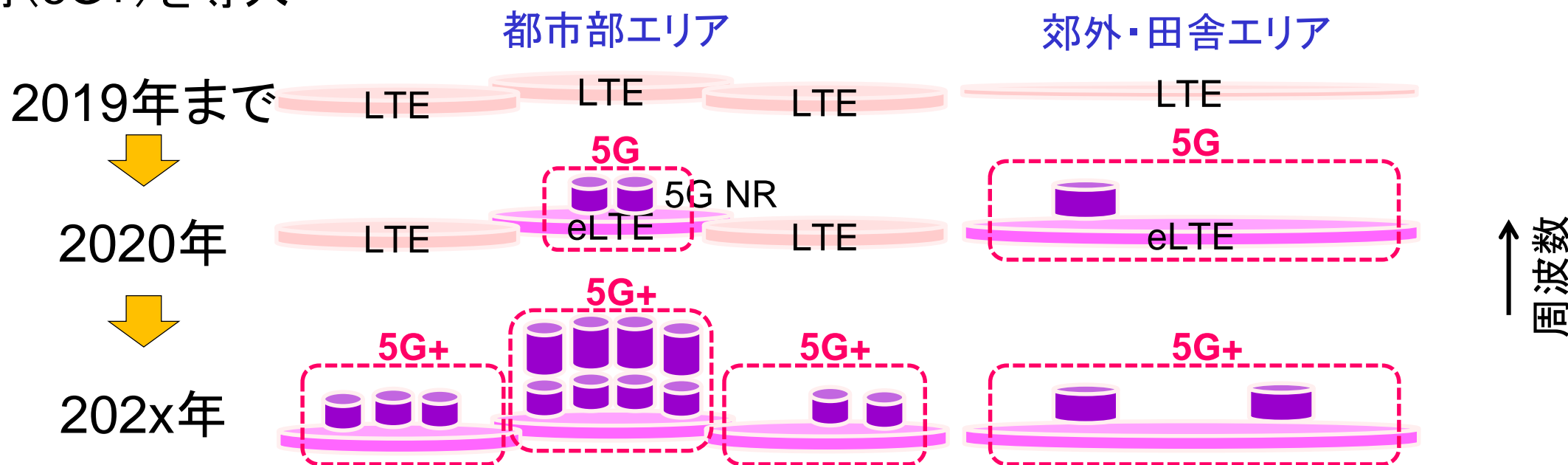
# 5G導入に向けたスケジュール

- 3GPP標準準拠の5G商用サービスを2020年までに導入。2019年ラグビーWCで5Gプレサービス導入
- 2017年12月に仕様完成したNon-Stand Alone方式を採用
- 過去の世代のシステム導入時と異なり、商用導入前から様々な業界にて5Gに大きな期待を持たれている



# 5Gの展開イメージ

- ① 2020年、高速・大容量化を最も必要とするエリアから5G導入
  - 5Gの新たなセルを、高度化したLTE (eLTE) のセルにオーバーレイして導入
  - 5G NRとeLTEは密に連携して運用
  - ラグビーWC, 東京オリンピック・パラリンピックの施設付近でも導入
  - 地方創生に貢献するため、郊外・田舎での導入も考慮
- ② その後、5Gのエリアを郊外、田舎まで拡大。都市部では、さらに高い周波数でかつ広い帯域幅を有する周波数帯(ミリ波)を活用してさらに高速・大容量化。5Gをさらに拡張した技術(5G+)を導入





## 割当結果まとめ

14

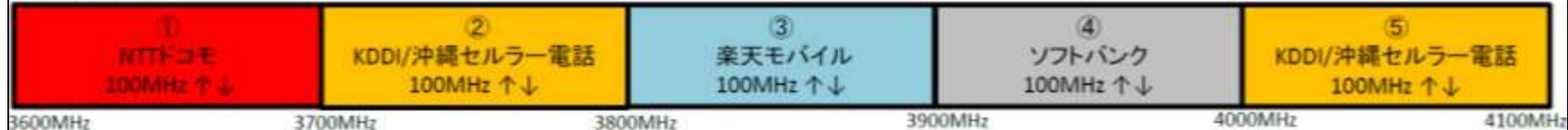
○ 以下のとおり、割当てを実施。

[3.7GHz帯及び4.5GHz帯] 2枠割当て：NTTドコモ、KDDI/沖縄セルラー電話  
※ 1枠当たり100MHz幅  
1枠割当て：ソフトバンク、楽天モバイル

[28GHz帯] 1枠割当て：全ての申請者  
※ 1枠当たり400MHz幅

なお、割当て（開設計画の認定）に当たり、**全者共通の条件及び個者への条件を付すこととする。**

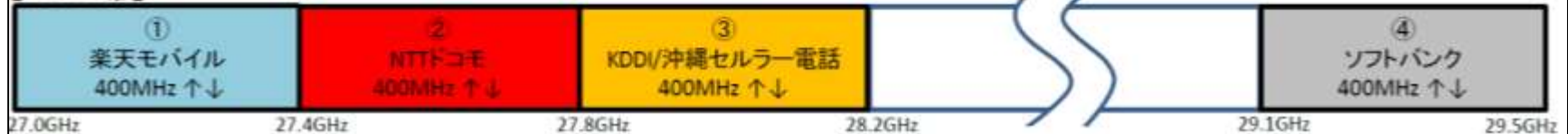
### 【3.7GHz帯】



### 【4.5GHz帯】

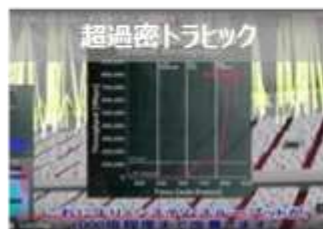


### 【28GHz帯】



# 5Gサービス展開イメージ

- **多種多様な要求条件に応えるため、必要とされる場所に適切な機能と周波数帯で展開する。**
  - 5G周波数帯域(3.7GHz、4.5GHz、28GHz)を、割り当て帯域幅や電波伝搬特性、**共用条件等を考慮して展開**(超高トラヒックエリアでの設備容量確保、新産業の創出への利用、社会的課題解決への貢献)
  - 既存周波数において、5G NR技術を展開することにより広範な地域への5Gサービス展開を目指す。





# 5Gユースケース開拓

## パートナーとの新たな利用シーン創出を拡大



2017年度  
パートナー拡大

パートナー数  
**2,600**社超

**実証実験**  
取り組みを加速

各分野における新たな協創サービス

メディア

交通

製造

サービス業

エンタメ

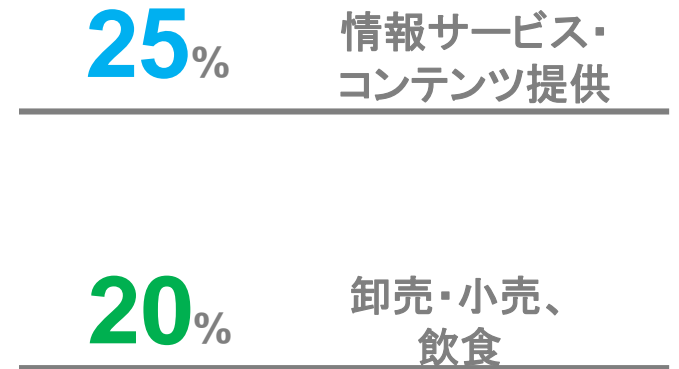
教育

建設

金融

2020年度  
商用展開





## 提供内容

### 情報共有



- テクニカルジャーナル
- ホワイトペーパー
- 技術参考資料等

### コミュニケーション(マッチング)

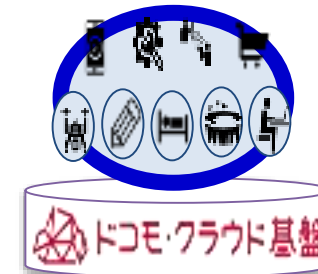


- 2018
- 2月21日 WS
  - 5月24日 WS(AR/VR)
  - 9月6日 WS(産業改革・創出)

### 5Gの体感



- ドコモ5Gオープンラボ™
- Yotsuya(18年4月)
  - OSAKA(18年9月)
  - OKINAWA(18年12月)
  - Guam(19年3月)



ドコモ5G  
オープンクラウド™



## 様々な価値創造・社会的課題の解決につながるソリューションが生まれる

地方創生

医療介護

防災・防犯

労働力不足

一次産業



2019 海外 | 凸版印刷株式会社



150件以上の  
トライアル



## ～遠隔スマート治療支援システム～

### 5Gで実現する「モバイルSCOT」の構想

#### モバイル診療車

場所や時間を問わず高水準で安全な診断・治療環境を提供。執刀医とモバイル戦略デスクの医師間で合意形成しながら高度な手術を遂行する。



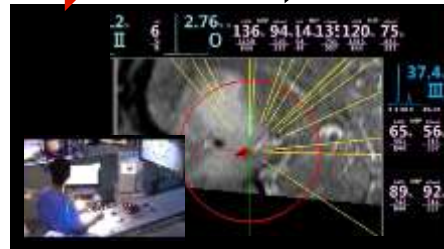
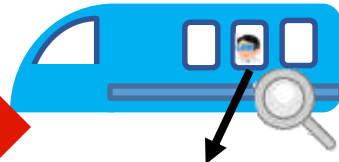
執刀医

#### モバイル戦略デスク

経験豊富な医師が管制塔として手術全体を監視。5Gにより出張先や移動中でも、俯瞰した立場から執刀医に助言を与えることができる。

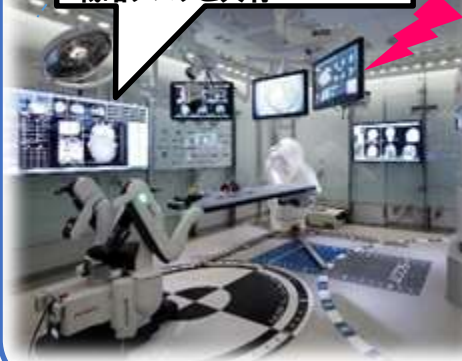
》5G

超高速通信



経験豊富な専門医師

医療機器をネットワークで接続し・可視化情報をモバイル戦略デスクと共有



### 概要

- 東京女子医科大学では、手術室内の医療機器のネットワーク化・可視化により安全で高度な医療を実現するスマート治療室（SCOT<sup>®</sup>：Smart Cyber Operating Theater<sup>®</sup>）を開発している。
- 5Gの超高速・低遅延通信をSCOT<sup>®</sup>に応用することで、“いつでもどこでも高い水準の安全な医療”が受けられる「モバイルSCOT・遠隔スマート治療支援システム」の構想を紹介する。

### 利用シーン

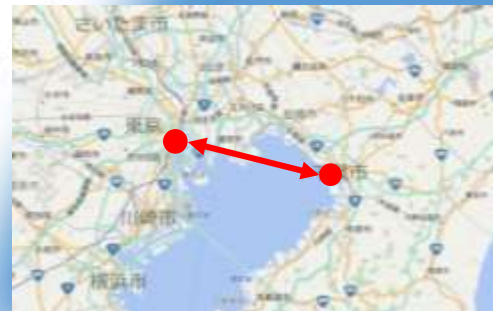
- 有事の際に病院搬送が困難な場所でも高度な診断・治療を実施
- 経験豊富な医師がどこにいてもモバイル戦略デスクからサポート
- 地方などの過疎地域においても高水準な医療を提供

### コラボレーションパートナー

SCOT<sup>®</sup>による最先端の臨床研究を推進する東京女子医科大学との実証試験を目指しています。※SCOTは、学校法人東京女子医科大学の登録商標です。

# 5Gによる建設機械の遠隔制御

- 高速・低遅延な5G無線技術を用いた建設・鉱山機械の遠隔制御システムの実現を目指します。
- 都市部からの施工現場の遠隔オペレーションにより、人手不足対策やより効率的なオペレーションなどの効果が期待されます。



コマツ様試験フィールド(千葉県美浜区)

遠隔制御コックピット@ NTTドコモ本社(東京)



- 5GとAR技術を活用したリアルタイムARによる新しいスポーツ観戦体験の提案。テレビやネットで放送されているスポーツ中継が、将来は自宅や外出先等ユーザーが今いる場所にリアルタイムARとして目の前に出現し、観たいプレイヤーを観たい角度から自由な視点で楽しむことができます。
- 選手情報などをスマートフォンにARで表示させる「情報の見える化」や、等身大の選手のプレーを目の前に出現させて観戦するなど、これまでにない楽しみ方が可能です。



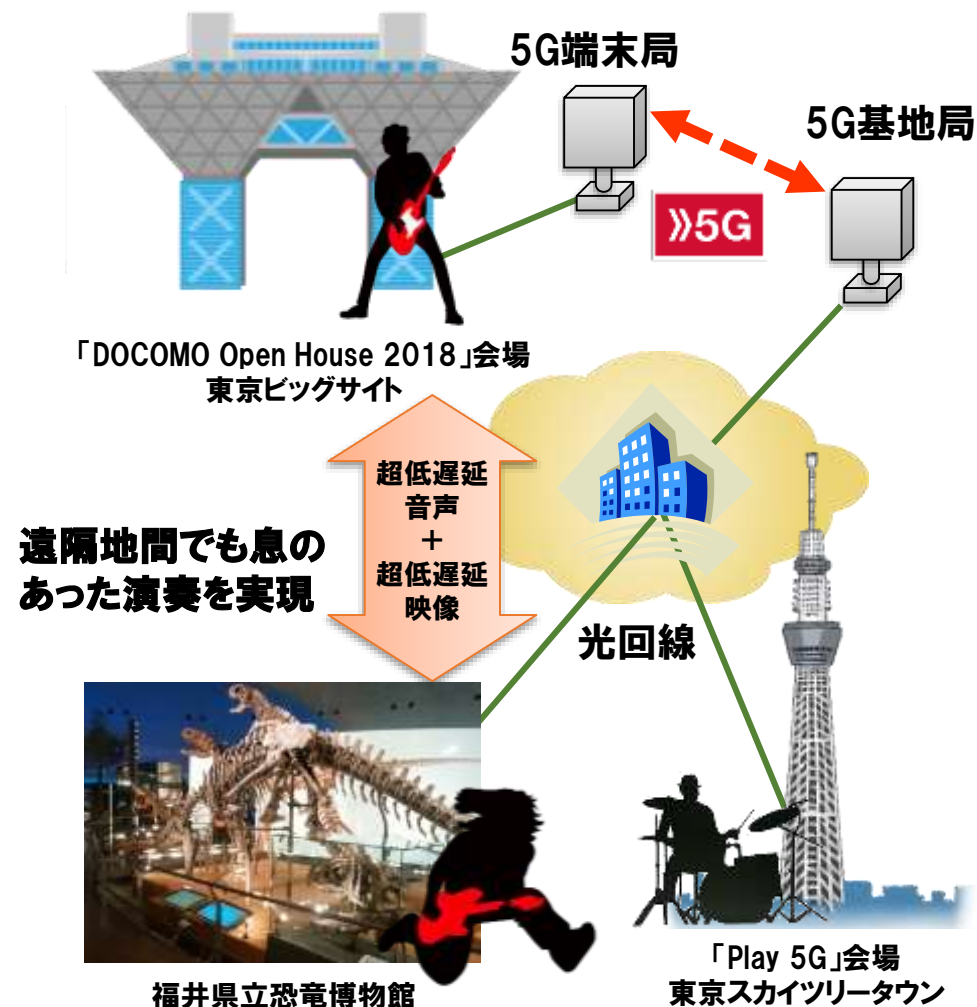
ユーザーによる自由視点のスポーツ観戦

リアルタイムARによる情報の取得、また自由視点によるスポーツ観戦によって、自宅や外出先などでこれまでにないスポーツ観戦が楽しめます

Partnership with FUJI TELEVISION NETWORK, INC.



# 5Gを用いた多地点高臨場遠隔合奏



## 概要

- NTTドコモの5G技術とヤマハのNETDUEETTO<sup>®</sup>技術により、遠隔地にいる人同士での“ぴったり息の合った”リアルタイム音楽セッションを実現します。
- 「東京ビッグサイト」、「東京スカイツリータウン<sup>®</sup>」、「福井恐竜博物館」の3拠点間で5Gを介して超低遅延の音声・映像を伝送し、プロ演奏家による臨場感あふれる即興合奏を実演します。

## 利用シーン

- 遠隔拠点間で同時に演奏を行うライブコンサートイベント
- 遠隔スタジオとの接続による共同楽曲製作
- 音楽レッスンなどの教育現場

## コラボレーションパートナー

ヤマハ株式会社とは、5Gと低遅延・高音質の音声伝送を活用した遠隔地間音楽セッションに関して実験協力しています。

# agbee

5G

農業に5Gがつながることで、  
アグビーは農業生活を豊かに楽しめます

01

### SHOW THE CONDITION

畑の状態を把握します



畑に埋めるセンサーと連携することで、  
そのときの土の状態を把握することができます

*By linking with sensors buried in the field,  
you can grasp the condition of the soil.*

02

### ASSIST FOR YOU

農作業のお手 伝いをします



あなたを追いかけて走ります

*Run after tracking you.*



作業中も稼働も停まらず

*It just do working smoothly.*



自分で稼働させます

*An autonomy.*



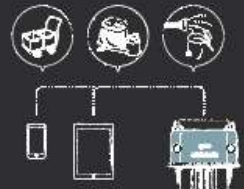
作業には農機が立ち回ります

*Tractor control man.*

03

### RECORD YOUR WORK

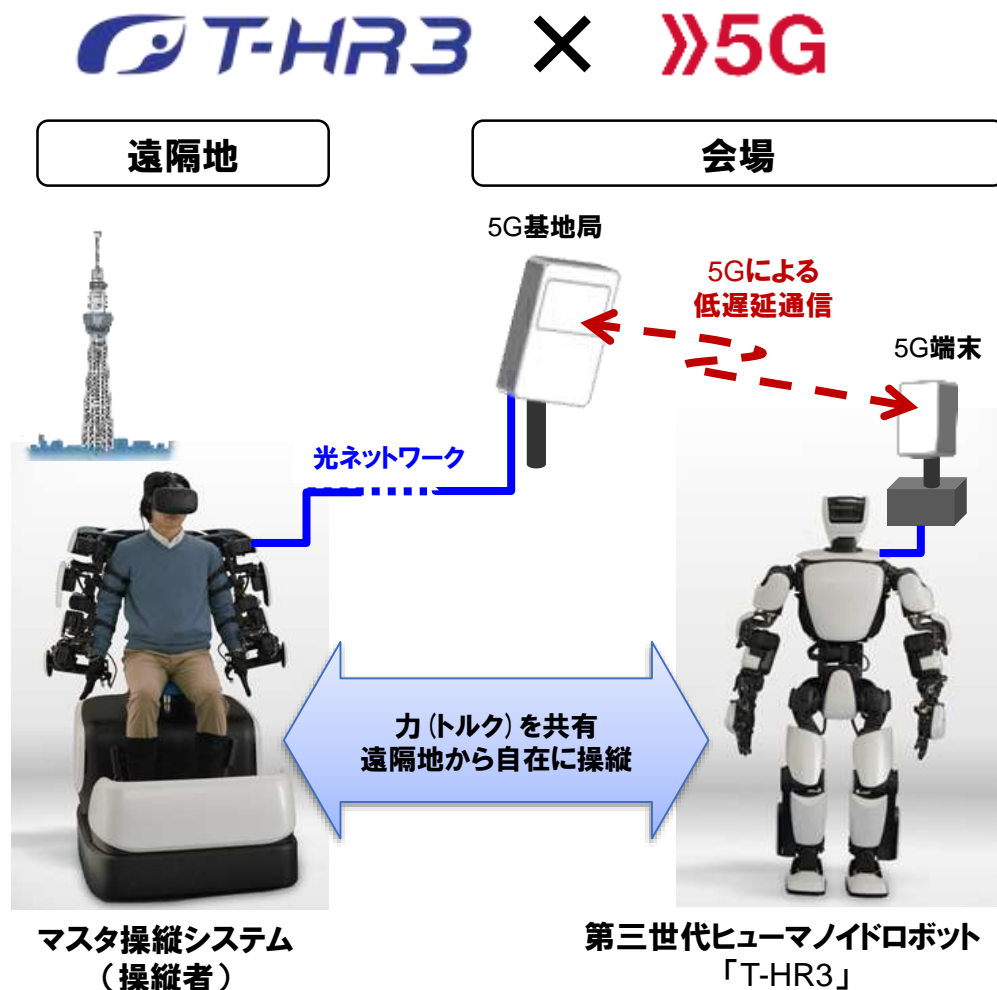
農作業を記録します



タブレットやスマホのアプリケーションと連携し、  
作業記録をつけます

*Link with application of tablet and smartphones,  
and record your work.*





## 概要

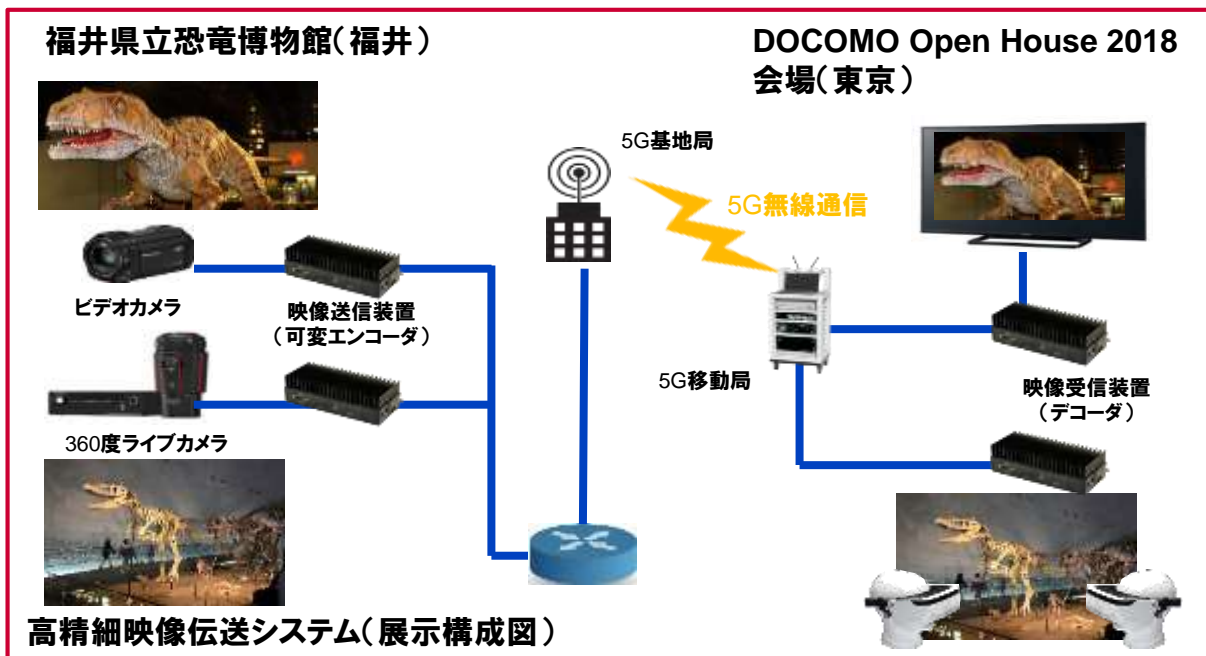
- 5G低遅延通信を活用したヒューマノイドロボットの遠隔操縦
- 操縦者とT-HR3が“力(トルク)”を共有
- 離れた場所から自分の分身のような感覚で自在に操縦が可能

## 利用シーン

- 遠隔地から家事・介護・育児などの身近な作業をサポート
- 建設作業や医療診断をロボットがサポート
- 災害地や宇宙空間などの極限作業

## コラボレーションパートナー

トヨタ自動車株式会社が開発するヒューマノイドロボットの遠隔制御に必要な情報のやり取りを、NTTドコモの5Gを用いてサポートする取り組みを行っています。



## 概要

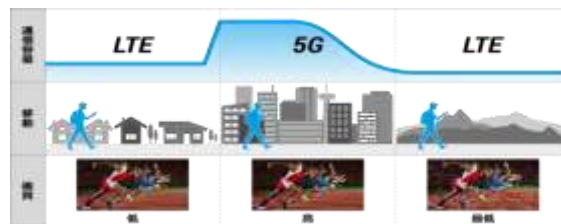
- 福井県立恐竜博物館からOpen House会場に、5G無線を用いて映像・音声データをリアルタイムで中継
- 360度カメラ映像をヘッドマウントディスプレイで視聴し、恐竜博物館にいるような体験を提供
- 5G無線の大容量伝送と、パナソニックの可変コーデック技術によって、臨場感を高める高精細映像のリアルタイム伝送を実現

## 利用シーン

- 博物館や展示会:まるでそこにいるような遠隔訪問
- コンサート:会場と一緒に盛り上がり、感動を共有
- スポーツ観戦:スタジアムの熱気をリアルタイムに伝播

## パナソニックの映像伝送技術:5G-AV-QoS技術

- 1 ネットワーク状況に合わせた映像伝送  
利用可能なネットワークを推定し、それに合わせて映像の画質を調整します。
- 2 音声や映像の途切れや乱れの防止  
再送制御により損失したデータを補償し、ジッタ吸収により途切れや乱れを抑えます。
- 3 映像再生の遅延の最小化  
バッファリングを適応制御することで、途切れを防ぎ、再生遅延を最小に抑えます。



## コラボレーションパートナー

パナソニック株式会社とは、新しいエンターテインメントの創造によるより良い世界を目指し、独自の映像伝送技術と5Gを活用した実証実験を行っています。



# 5G伝送による生中継番組制作トライアル

～5Gトライアルサイト内での生中継伝送の実現～

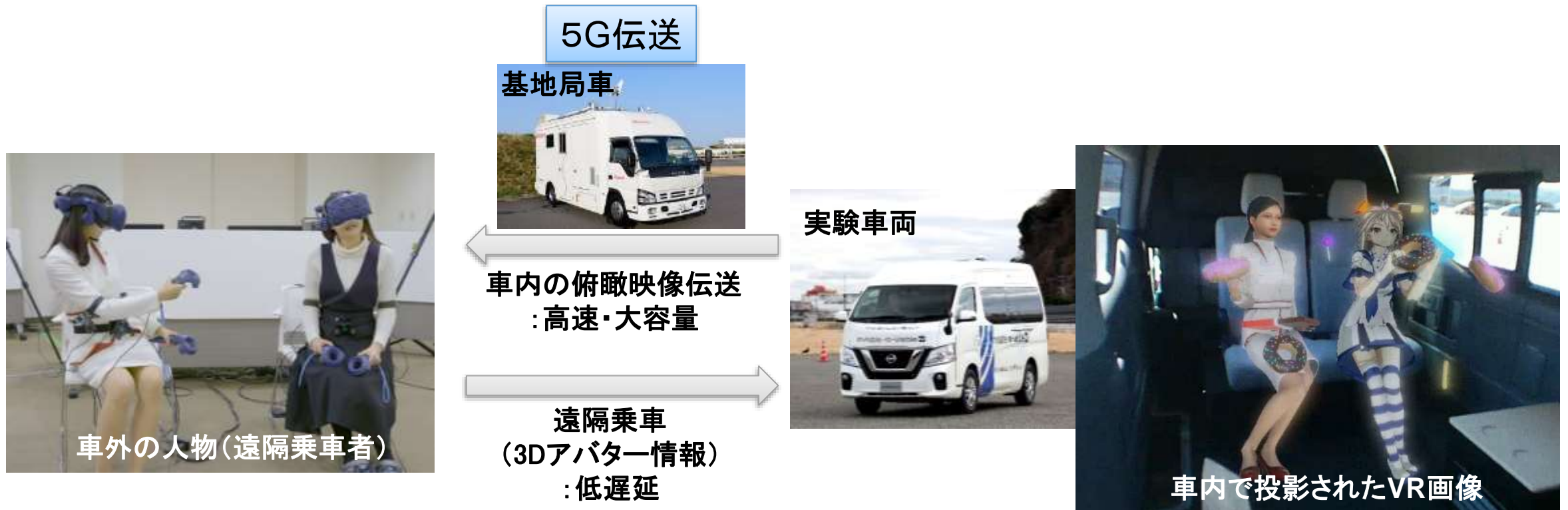
- 28GHz帯の5Gを活用した生中継番組制作を実演
- 4Kカメラ映像伝送のみならず、カメラ制御、送り返し映像、タリーを含めたトータル制作システムを用いた実証
- 5Gのサービスエリア内での中継放送に際して、中継車等を準備することなく中継用カメラ1台での安定した高画質な4K中継を実現。
- モバイルネットワーク回線の混雑状況によらず、安定した通信品質で中継放送を実現。



**生中継番組制作トライアルシステム**

# 日産自動車との「Invisible-to-Visible」5G実証実験

- 車外のユーザを遠隔同乗者として3Dアバター化し走行中の車内へ5Gで伝送、MR技術で車室内に投影するとともに車両の全周囲映像を5Gで車外のユーザへ伝送し、VR技術で可視化。  
→ 車内と車外のユーザが実際に同乗しているのと同等のコミュニケーション環境を確立
- 2019年3月に日産追浜テストコース「GRANDRIVE」で5G実証実験を実施



誘客促進を目的とした、次世代型3D VRによる疑似体験を提供



パートナー: ロントラ株式会社

5G時代に大容量データ通信が可能となると、体験型のリッチコンテンツをストレスなく楽しめるようになり、例えば旅行検討者が、事前に店舗やサービスを疑似体験することによる集客効果が期待できます。

## 【ニッポンのサムライ体験】



## 【ご褒美ディナー体験】



## 【瞬間浮遊体験】



# 3D VR

》 5G活用による効果

安定した高速通信により、大容量のコンテンツの提供が可能

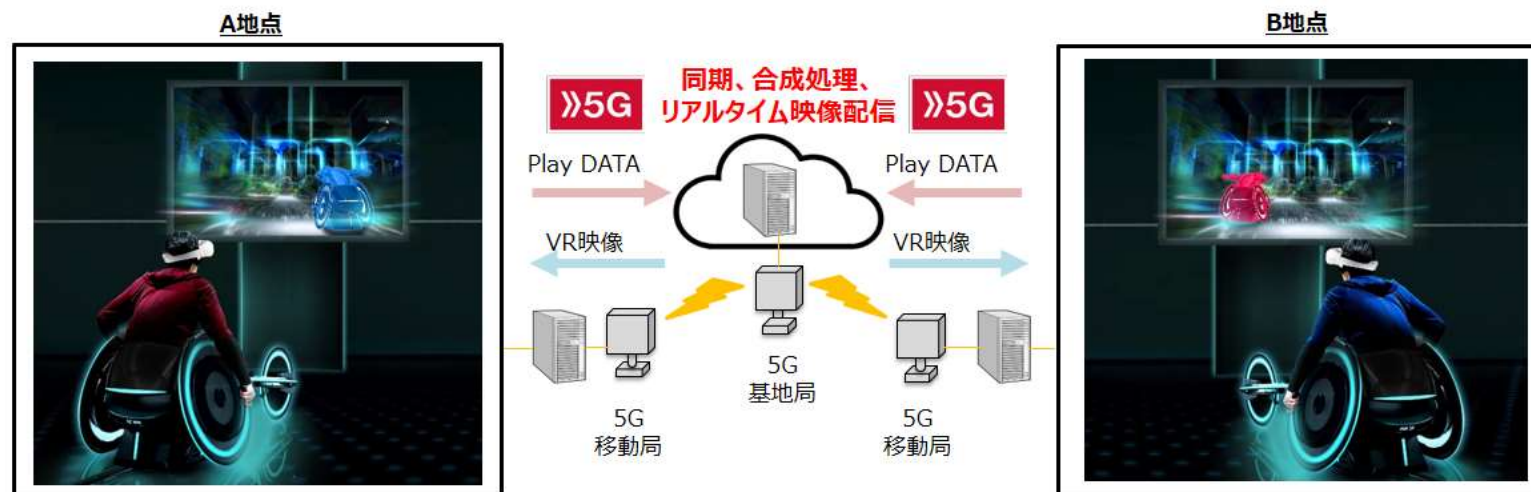


- パラスポーツエンターテインメント“CYBER SPORTS®”に5Gを活用
- 各地の5Gエリアで、より高い臨場感でのパラスポーツ体験を実現し、パラスポーツの普及・振興を促進

1→10

パートナー:株式会社ワントゥーテン

- 離れた地点のプレイヤーが、パラスポーツの1つである“車いすレース競技”を同時体験
- 各プレイヤーのプレイデータを用いて、クラウドサーバがプレイヤー視点VR映像を生成・配信
- 左右のハンドリム操縦での進路変更により、レースのコースをリアル体感



※コースは、都内観光地(浅草、渋谷、お台場、等)の3Dデータと 東京マラソンのコースをMIXした3DCGコース

## 5G活用による効果

伝送路に高速・低遅延性が要求される遠隔対戦を5Gで実現することにより、日本各地で(屋外仮設会場、光配線困難なビル内、等)、多人数での、より高い臨場感でのパラスポーツ体験を実現



より素晴らしい5Gサービスの創出に向け、ドコモは多様な業界のパートナー様と協力しています。すでに**150件**を超える事例のトライアルを実施しています。

**Need to go to next phase for reality**

Remote operation system for construction machines

Demonstration of 5G connected cars

Demonstration targeting use of road traffic condition data  
Real-time data collection and analysis of road traffic condition data

Real-time music sessions employing 5G (May 2018)

Security zones with the latest image analysis technology

New concept cart

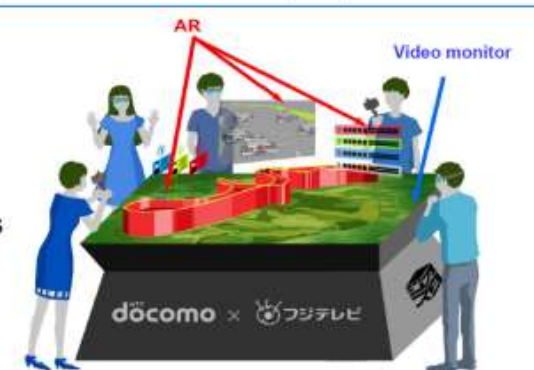
"Diorama-Stadium" introduces new viewing experience by real-time AR ; enables arbitrary viewpoints to watch sports games

Remote doctor's high resolution telemedicine hospital



Advanced medical hospital

By projecting videos taken in Suzuka Circuit on the 55-inch 4-screen monitor, users can enjoy formula car racing on their devices in 3D



## ■ Coverage

- Myth: 5Gは導入当初からどこでも使える
- Real: 一部エリアから導入。数年かけてエリア拡大。既存4Gネットワークも高度化。4Gとの併用が重要。

## ■ Performance

- Myth: いつでもどこでも10Gbps, 1msの低遅延サービスを提供
- Real: 端末性能としてピークは5Gbps程度。遅延はNW構成や、基地局-サーバー間の距離に応じて異なり数ms~数十ms

## ■ ユースケース

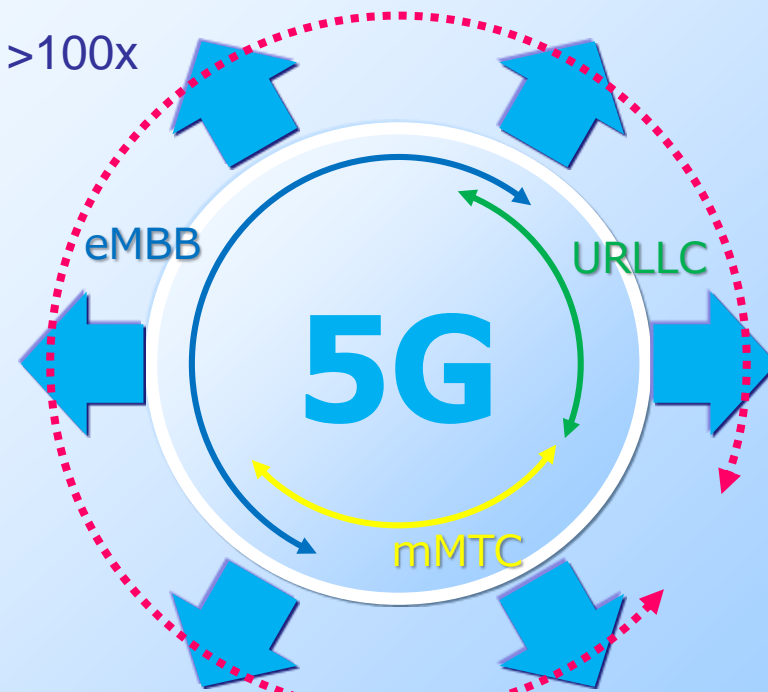
- Myth: あらゆるユースケースに対応
- Real: ビジネスモデルの構築が必要。特に社会課題解決

# The Future

for 5G Evolution and Beyond



## 5G evolution & beyond



### Extreme high data rate/capacity

- さらなる10年後を目指した大容量化 >100x
- ピークデータレート向上 >100Gbps
- 新たな周波数帯開拓

### Extreme coverage

- どこでもGbpsレベルのサービス提供
- 新たなサービスエリア  
e.g., 空、海、宇宙

### Extreme low energy & cost

- 充電不要な超低消費電力端末
- 低価格ミリ波デバイス

### Extreme low latency

- E2Eでの超低遅延
- 常時超低遅延

### Extreme high reliability

- クリティカルなユースケース  
に対応可能な品質保証、高信頼性

### Extreme massive connectivity

- 超多数AIデバイス
- 超高精度位置情報サービス

新たなユースケースに対応するための複数要求条件の組み合わせ



# “尖った超高性能”が必要な未来のユースケース例

現実と同等以上のVR/AR映像（五感）体験

空のモビリティへの高速/低遅延サービス

**Extreme high data rate/capacity**

**Extreme low latency**

100Gbps data rate

100Gbps capacity



**Extreme coverage**

**Extreme high reliability**



どんな物や場所（海・空・宇宙）でもIoT

充電不要なデバイスの世界

**Extreme coverage**

**Extreme massive connectivity**

**Extreme low energy & cost**

**Extreme massive connectivity**



# 新たな高周波数帯の開拓(10-300GHz)

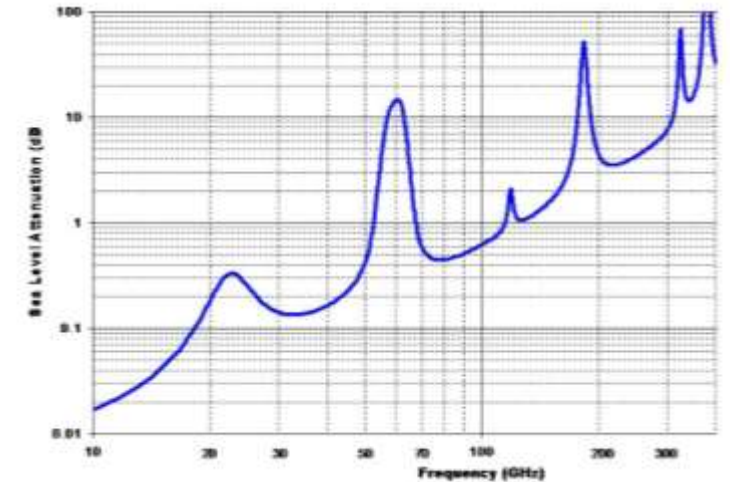
Frequency range (GHz)	Bandwidth (GHz)	Relative BW (%)
10.7 - 11.7	1	8.93
14.4 - 15.25	0.85	5.73
31.5 - 33.4	1.9	5.86
39.5 - 41	1.5	3.73
45.3 - 47	1.7	3.68
47.2 - 50.2	3	6.16
51.2 - 52.6	1.4	2.70
66 - 71	5	7.30
71 - 76	5	6.80
81 - 86	5	5.99
92 - 102	10	10.31
102 - 105	3	2.90
136 - 148.5	12.5	8.79
151.5 - 164	12.5	7.92
167 - 182	15	8.60
185 - 200	15	7.79
209 - 226	17	7.82
231.5 - 248	16.5	6.88
above 252	infinity	

10-20 GHz → 技術的に興味あるものの  
移動通信向け利用は困難

52GHz以下の候補周波数帯  
 - 39.5-41.0GHz (1.5GHz)  
 - 47.2-50.2GHz (3GHz)

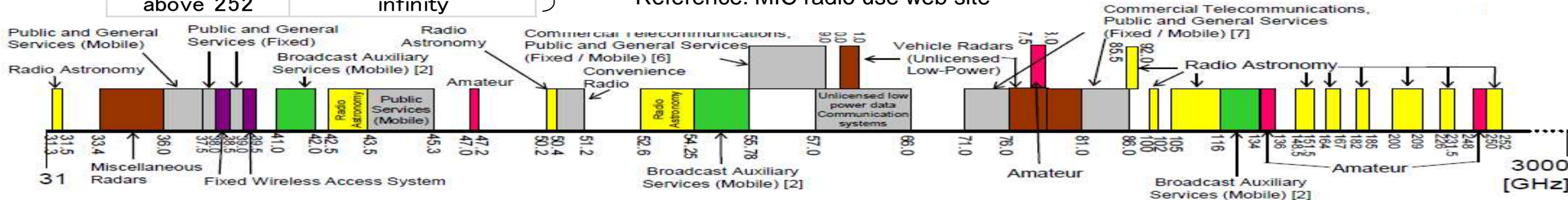
5G Evolutionに向けた52GHz以上の  
候補周波数帯  
 - 66-71 GHz (5GHz)  
 - 71-76GHz (5GHz)

長期的な検討対象としての候補周波数帯



Atmospheric and molecular absorption

Reference: MIC radio use web site





# Related Experiments



# 無線バックホールを用いるミリ波カバレッジの改善実験

- 5G remote BS using wireless backhaul (NEC PASOLINK) to improve coverage in Odaiba 28GHz Trial Site

@ Odaiba 28GHz Trial Site

- BS: Ericsson
- UE: Intel

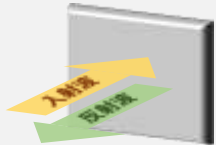




## メタマテリアル反射板

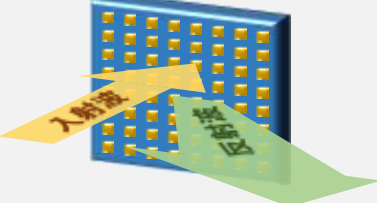


### 金属反射板



入射角により反射方向は一意に決定される

### メタマテリアル

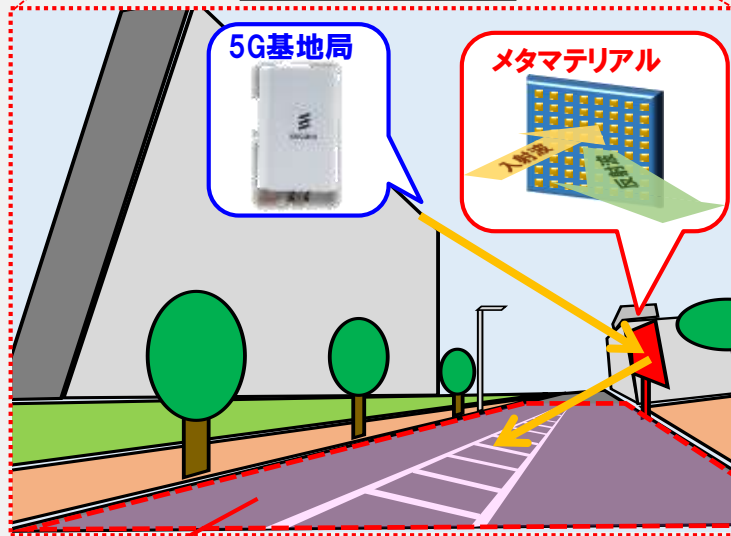


反射波の伝搬方向・ビーム幅を任意に設計可能

## 5Gトライアルサイト（お台場）



## エリア拡大の検証



メタマテリアルからの反射波により  
拡大される5Gエリア

## 概要

- 5Gにおいて利用する28GHz帯の電波は直進性が強いいため、遮蔽物による通信品質の劣化が課題です。解決策として反射波の積極的な活用により、見通し外環境のエリア拡大が期待されています。
- 反射波の活用技術として①金属反射板 ②メタマテリアル技術を用いた反射板を検証致します。
- メタマテリアル技術は電波の反射方向を任意に変更することができるため、街中の景観に配慮した設置が可能であり、エリア拡大に寄与できる技術として期待されております。

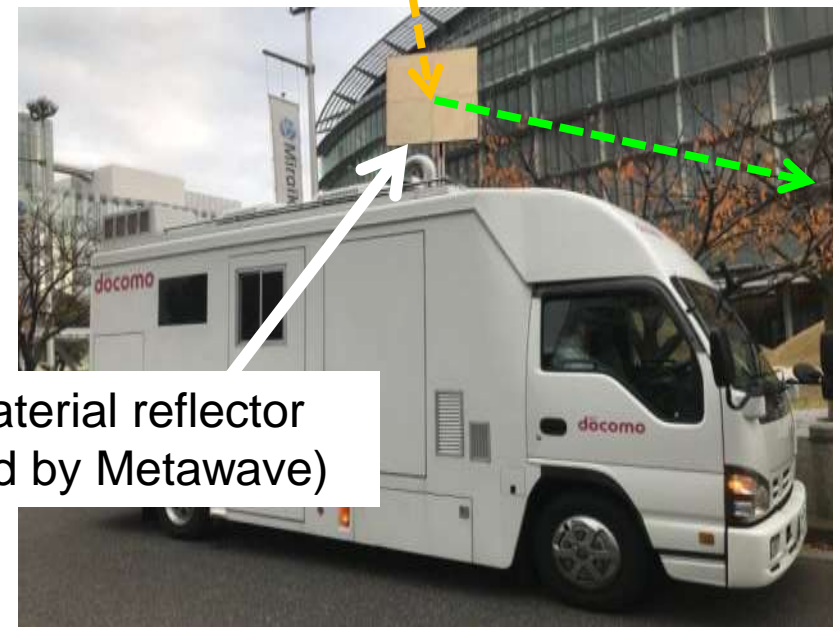
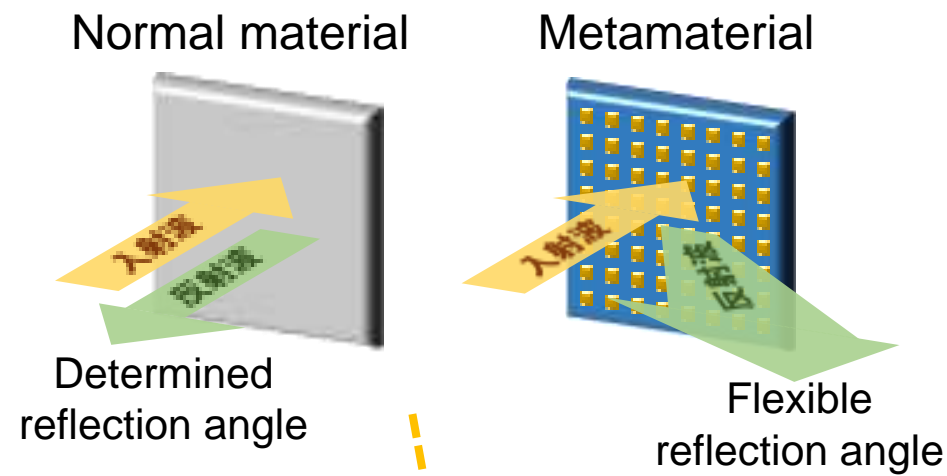
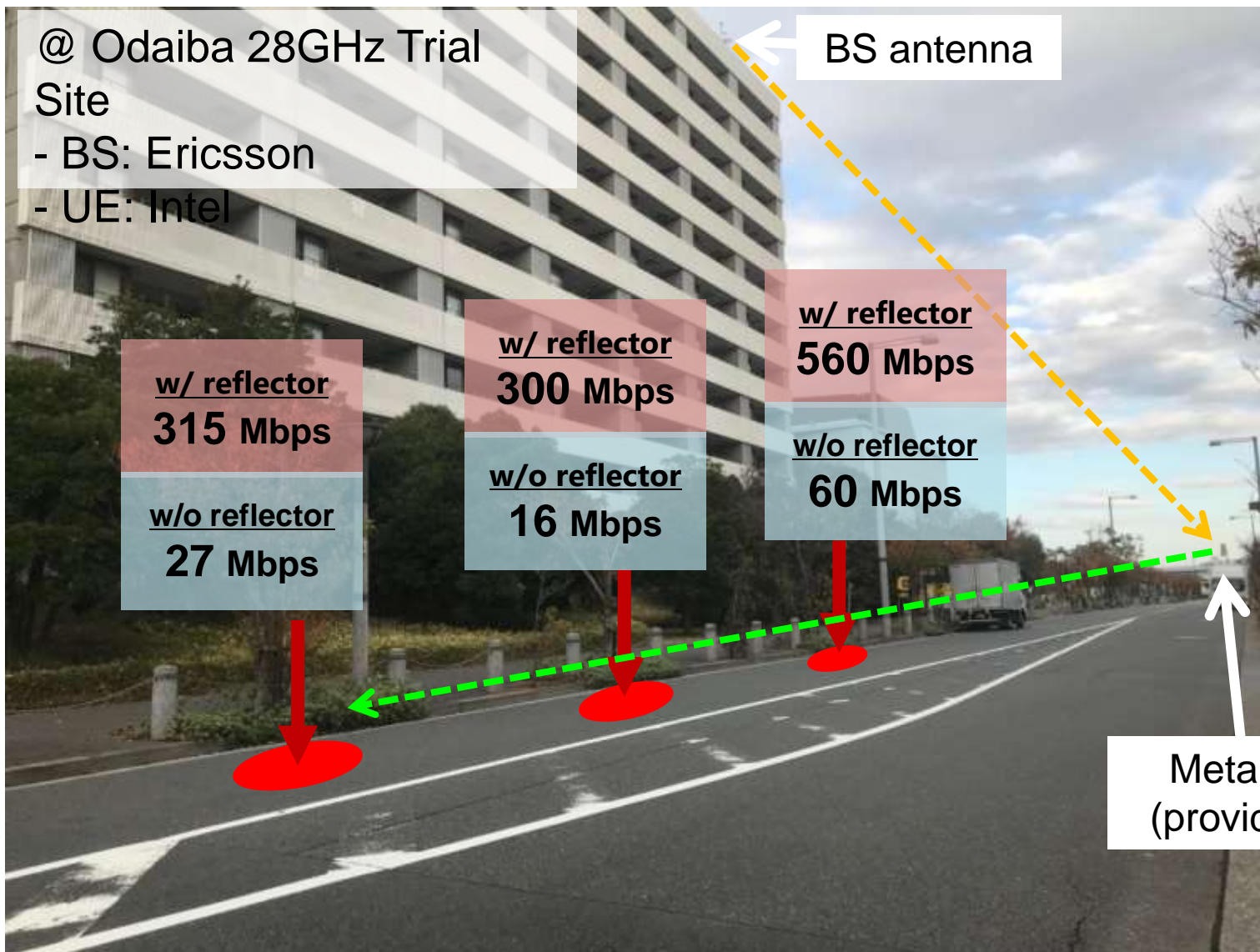
## 利用シーン

ミリ波を用いた5Gエリア構築時に、遮蔽物の影響でエリア形成できなかった場所の、エリア拡大(屋外・屋内)へ適用する。

## コラボレーションパートナー

Metawave Corp.はメタマテリアル反射板の開発を、エリクソン・ジャパン株式会社は5G基地局装置・移動局装置の提供および運用においてご協力頂きました。

# メタマテリアル反射板を用いるミリ波カバレッジの改善実験





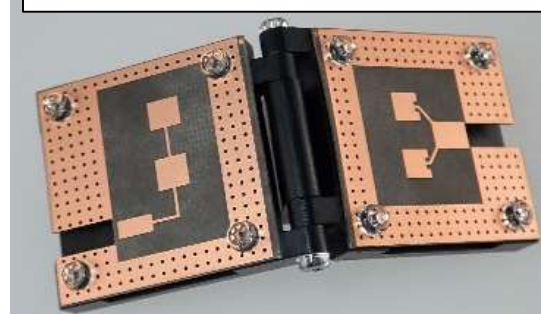
# 5G対応「オンガラスアンテナ」の開発

- 5Gコネクテッドカーに向けた「車両ガラス設置型アンテナ」による5G通信に成功
- 外観から見えにくく、車両のデザインを損なわずに設置可能
- NTTドコモ、AGC、エリクソンの3社共同で実証実験を実施
- 世界で初めて28GHz帯オンガラスアンテナで、約100km/hで高速走行中の車両との間で最大8Gbpsの5G通信に成功



オンガラスアンテナの外観

オンガラスアンテナ素子



フロントガラスに設置したオンガラスアンテナ



リアガラスに設置したオンガラスアンテナ



リアクォーターガラスに設置したオンガラスアンテナ



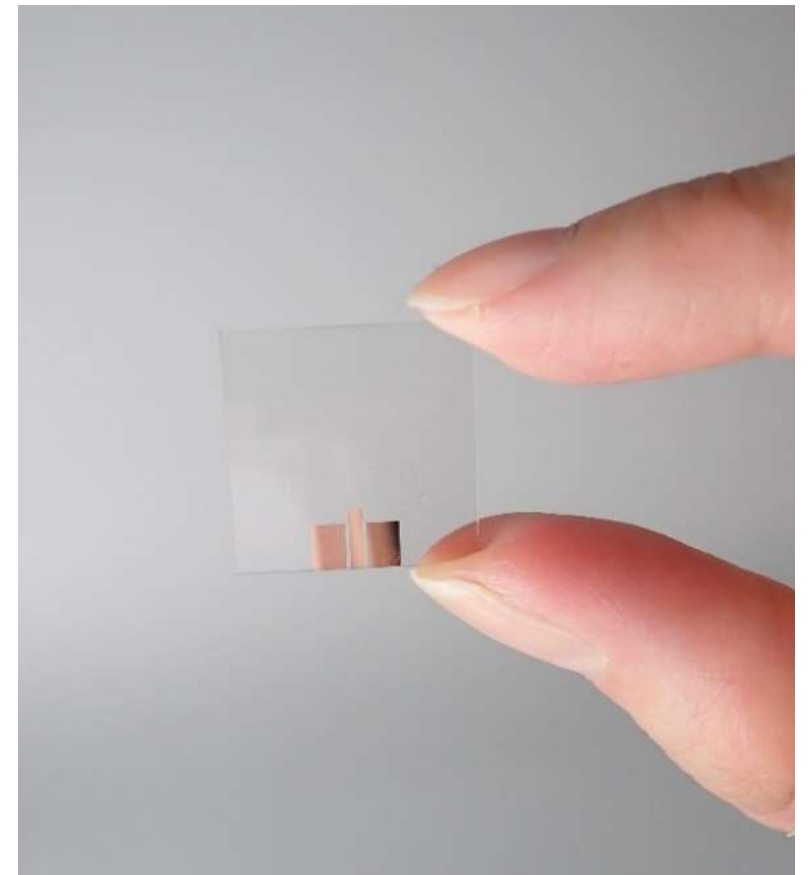
## AGCによって開発された合成石英基盤ガラスアンテナ

### ～ Realization of Ultra Low Loss Combined with Brilliant Design ～

- Ultra low transmission loss characteristic realized by applying antenna design technology developed for 28 GHz band to AGC's synthetic fused silica glass AQ\*
- Succeeded to make the antenna pattern transparent by unique microfabrication

\* [http://www.agc.com/en/products/electoric/detail/aq\\_2776.html](http://www.agc.com/en/products/electoric/detail/aq_2776.html)

Even when installed in the line-of-sight, these new antennas obstruct visibility as minimally as possible to avoid spoiling the view, which could make them an ideal antenna in applications such as vehicle and indoor/outdoor use, where visibility is paramount.

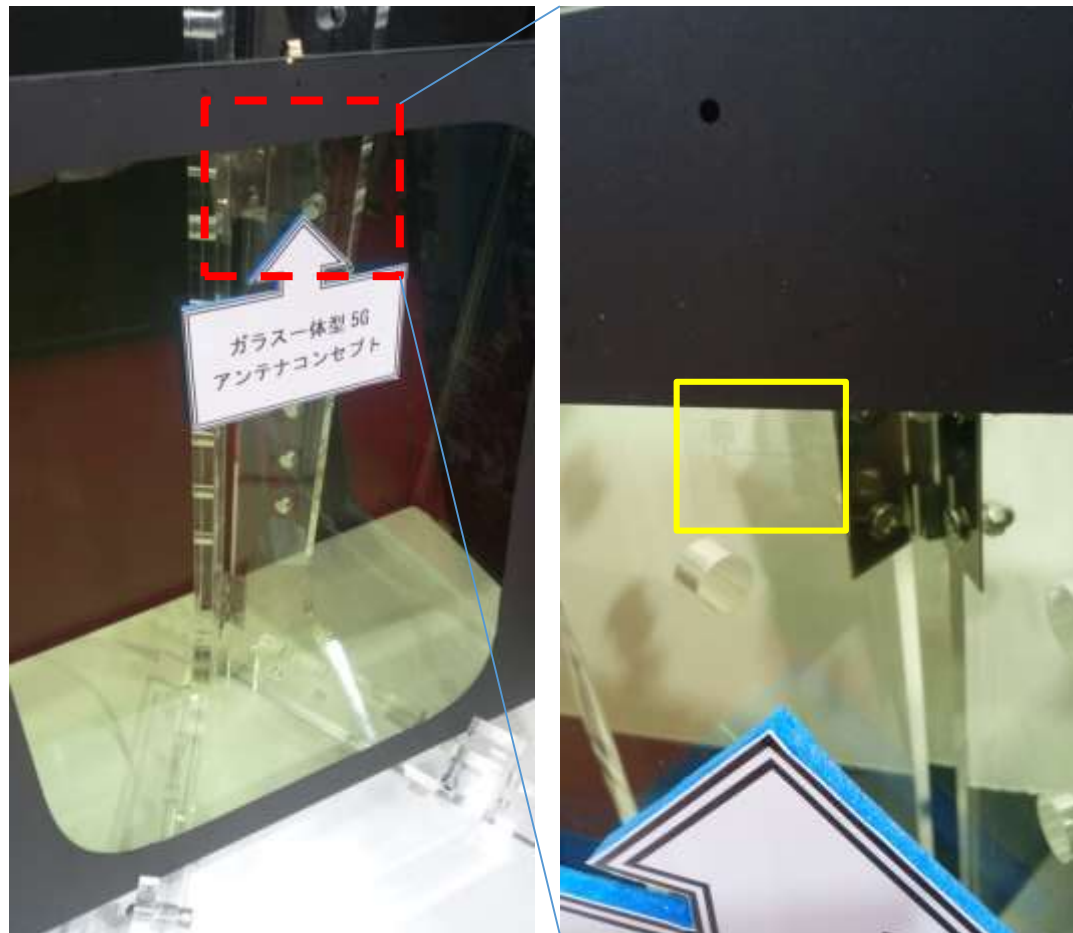




# 5Gエリア拡充や利用シーン拡大

- 電波が弱まってしまいう自動車や鉄道などの車室内や建物内での安定した5G高速通信利用
- 基地局の設置が困難な場所や一時的な5Gの需要があるような環境への適用

## 自動車ガラスへの封入利用例



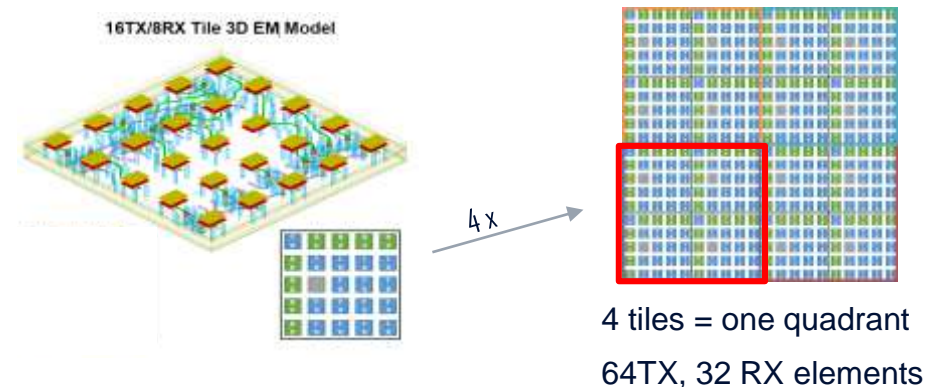
## 建物内への中継利用例



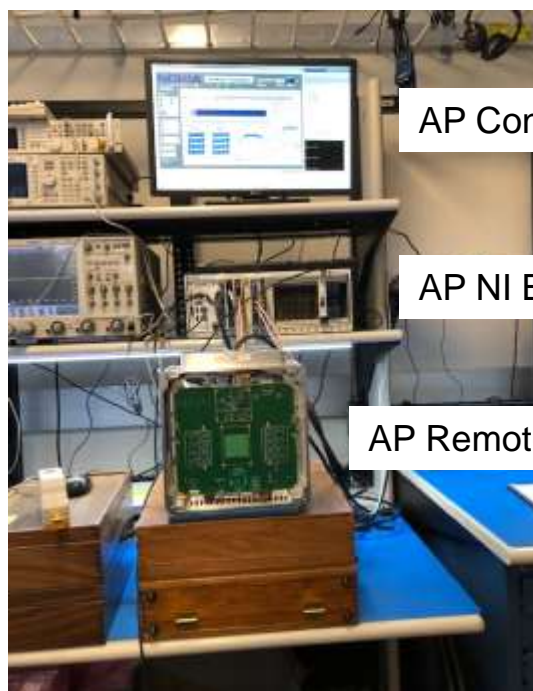
# さらなる高周波数帯の開拓 – 90GHz無線伝送実験

Nokia Bell Labs and NTT DOCOMO collaborate on 5G innovations for massive capacity, low-latency support of future wireless applications

Press Release from Nokia at Brooklyn 5G Summit, April 2018



Access Point “BS”

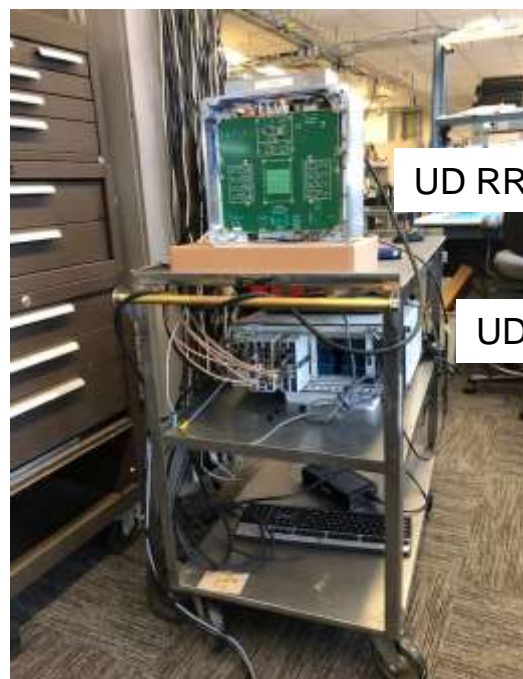


AP Control PC

AP NI BBU

AP Remote Radio Head

User Device “MS”



UD RRH

UD NI BBU

The unit will include 4 RFIC/antenna modules (tiles) which creates a system with a total of 64TX elements and 32RX elements. This will be one quadrant of the 384 total elements.



(Remote Radio Head)

We will start trial in Japan from the next year!

ご静聴ありがとうございました。

