



基本コンセプト作業班における主な論点

平成29年1月23日

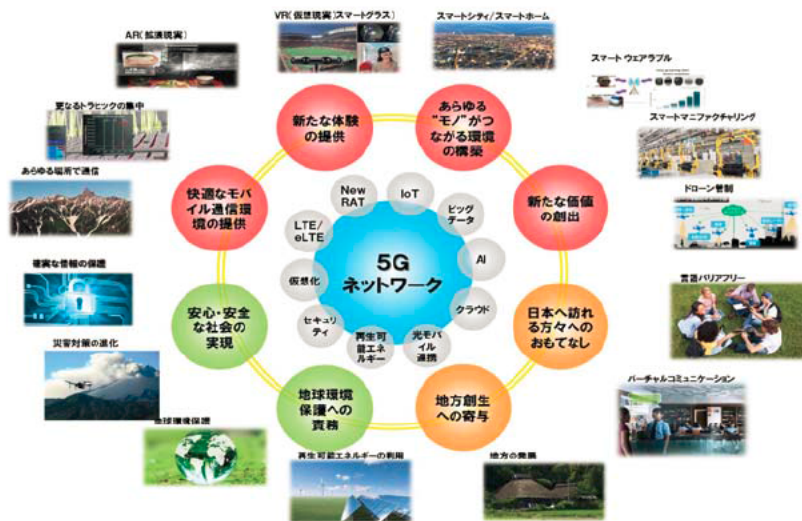
事務局

1. 5Gの基本コンセプト

- 5Gは、「超高速(eMBB)」、「多数同時接続(mMTC)」、「低遅延・高信頼(URLLC)」など、**様々なユースケースに対応可能な高度な柔軟性を有するIoT基盤**
- いつでもどこでも、どのようなアプリケーションにも、あらゆる利用シーンでユーザーが満足できる、**エンドツーエンドの品質を提供**
- あらゆる利用シーンにおいて、多様かつ変動の大きなエンドツーエンド品質を柔軟に提供できる能力「**究極の柔軟性(Extreme Flexibility)**」を有する
- 多種多様な要求条件に応じ、**必要な場所に適切な機能を持つネットワークを展開**
- 5Gの活用により、**産業構造を変化**
- 新たなビジネス創出に向けて、**業界を超えたエコシステムの構築**が必要
- **産業横断のオープンイノベーション**により、社会価値を創造
- **各産業における各サービス事業者が要望する機能を、簡単かつスピーディに提供**することで、新世代のサービス創出に貢献
- **オープン&コラボレーション**型のネットワークへ進化
- パートナー企業と新たなサービスを提供する**B2B2Xモデル**を推進

5Gで目指すもの

- 5Gは、従来モバイルサービスの単なる高度化ではなく、“超高速”、“超大量接続”、“超高信頼・超低遅延”という特徴を活かして、多種多様なネットワークを包含する総合的なIoT基盤を提供するものである。
- 5Gは、あらゆる“モノ”がつながる環境の構築に加え、新たな価値の創出、安心・安全な社会の実現等、社会的課題の解決や地方創生に向けて、既存の産業構造を変革させる起爆剤となりえるものである。



5Gのキーコンセプト

① Satisfaction of End-to-End Quality

いつでもどこでも、どのようなアプリケーションにも、あらゆる利用シーンでユーザーが満足できる、**エンドツーエンドの品質を提供**

【4Gまで】基本的にはベストエフォート品質、均質・一律な品質

② 究極の超柔軟性

あらゆる利用シーンにおいて、多様かつ変動の大きなエンドツーエンド品質を柔軟に提供できる能力「**究極の超柔軟性(Extreme Flexibility)**」を有する

【4Gまで】特に無線部分の制約（電波伝搬、帯域幅、電力、移動速度等）により品質実現にも制約あり。
無線とネットワークが各々単独で品質実現。

KDDIの5Gビジョン：ユーザーセントリックの実現

4



ITU-R 5Gの3ユースシナリオ

8

標準化は、高速・大容量が優先
多接続はLPWAが先行し、5Gで更なる高度化の方向

高速・大容量
(Enhanced Mobile Broadband)
ピーク速度 20Gbps
ユーザー体感速度 100Mbps

出典：IMT Vision – “Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond”, ITU-R, 勧告M.2083-0, Sept. 2015

Usage Scenarios of IMT for 2020 and beyond



多接続 LPWA先行→5G
(Massive Machine Type Comm.)
同時接続端末数 100万台/Km²

低遅延
(Ultra-reliable and Low Latency Comm.)
無線区間遅延 1ms

「eMBB」、「mMTC」、「URLLC」の5G基本コンセプトを柔軟に提供できるネットワークを構築

～4G：ベストエフォート

5G：それぞれのコンセプトに適した品質を提供

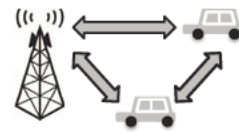
拡張モバイルブロードバンド
enhanced Mobile BroadBand



大規模マシンタイプ通信
massive Machine Type Communication



超高信頼・低遅延通信
Ultra Reliable and Low Latency Communication



3GPP 等の主要な国際標準に準拠しながら柔軟性を持つネットワークを構築

Copyright © 2016 SoftBank Corp. all rights reserved.

6つのメガトレンドとテクノロジートレンドを読み、抽出した7つのテーマにおいて、社会ソリューション事業に取り組む

6つのメガトレンド

- 連鎖する資源・環境問題
- 新興国の成長と新たな課題
- 成熟社会モデルの模索
- 個の力の向上と影響力拡大
- パワーの集中から分散へ
- 多様化する脅威と安全安心ニーズ

将来を見据えたテクノロジートレンド



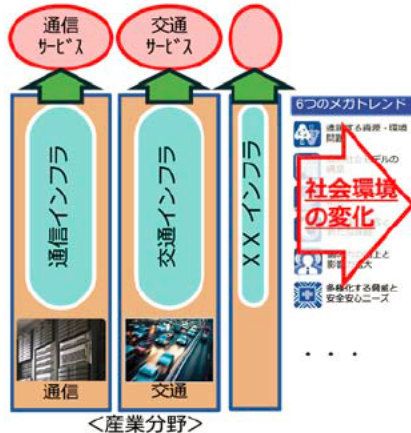
ICTで社会価値を創造する7つのテーマ



Network 2020がもたらす事業構造の変革

共通のICTプラットフォームを活用した、産業横断のオープンイノベーションによる社会価値の創造が事業成長の原動力に

【従来】産業毎に縦割りの価値創造

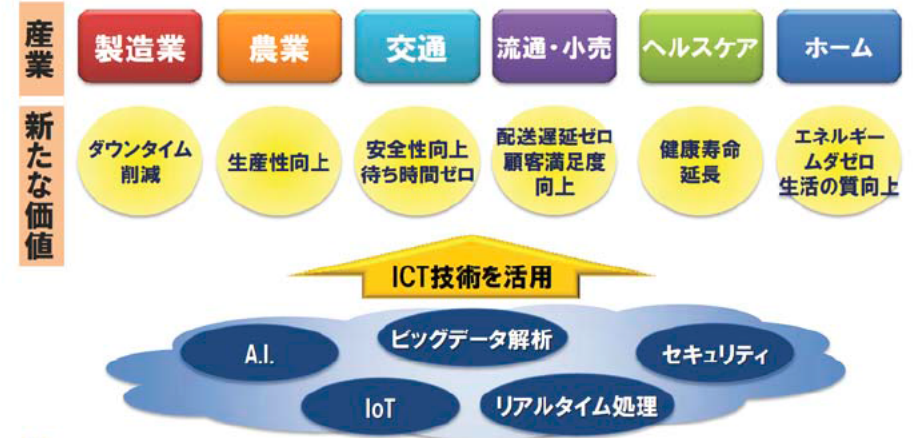


【今後】産業横断による社会価値の創造



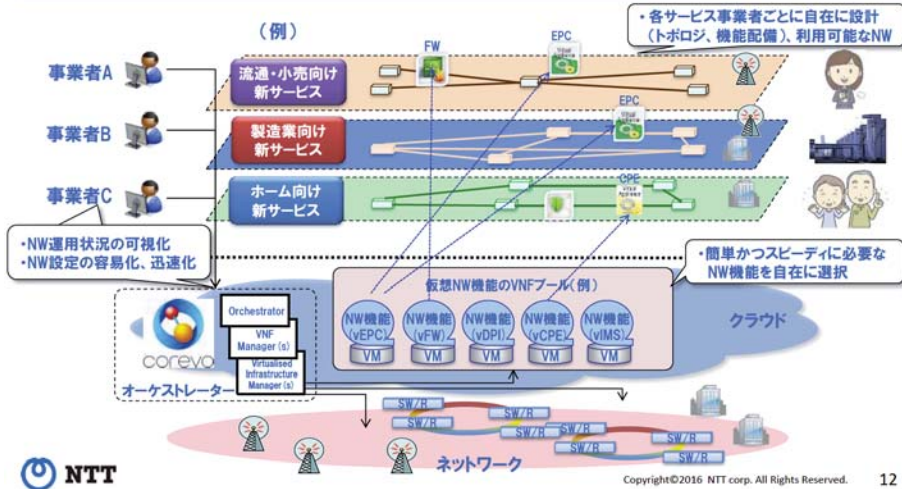
ICT技術を活用した各産業の新たな価値創出

各産業において、IoTやAIなどのICT技術を活用し、新たな価値創出に向けた取り組みを進める

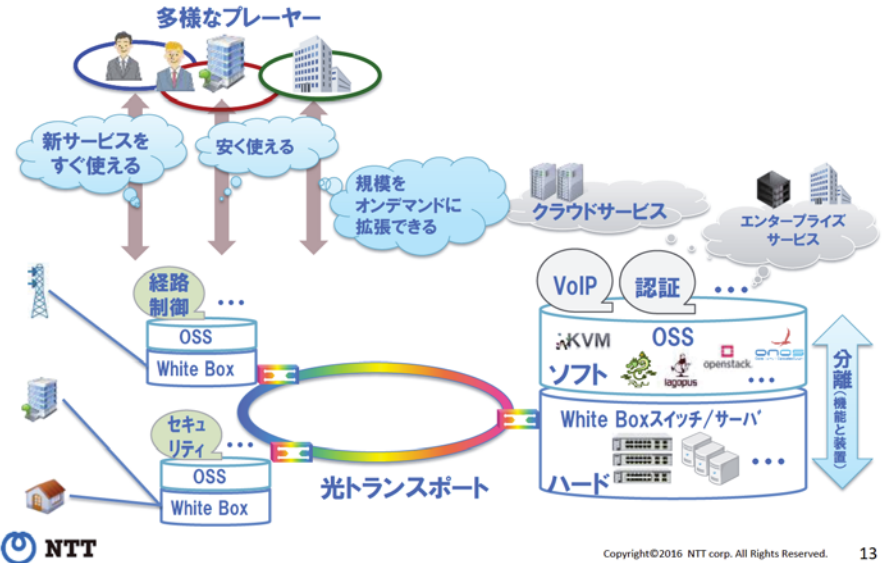


新世代の通信システムはよりサービス指向へ

各産業における各サービス事業者が要望する機能を、簡単かつスピーディに提供することで、新世代のサービス創出に貢献していく



新世代の通信システムはオープン＆コラボレーション型へ



ICTの産業構造の変化

ICT産業は、技術革新やパラダイムシフトを背景に構造が変化しており、その産業構造変化を踏まえ、NTTはB2B2Xを推進している。

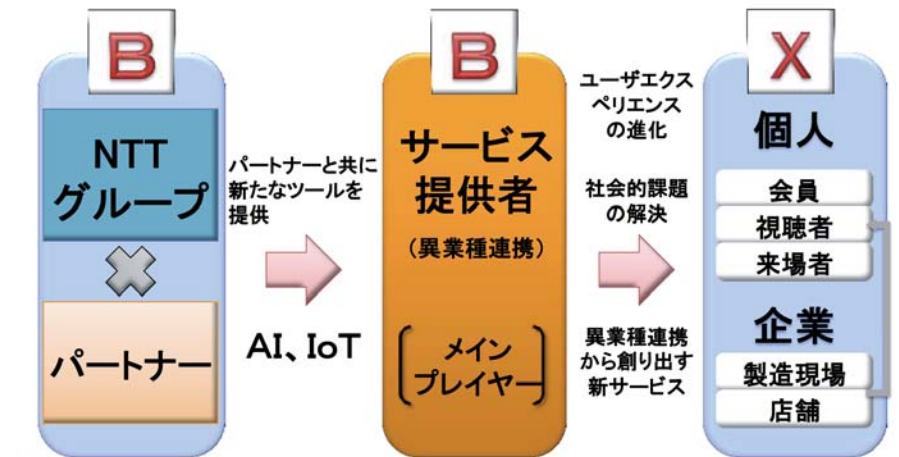
~1995年: 固定電話中心の垂直統合時代 (通信事業者・大手ベンダが中心)
 1995年~: インターネットがもたらした通信と情報の融合時代 (ITベンダやネット系など専門事業者が台頭)
 2005年~: モバイルとクラウドによる共創と競争の時代 (水平統合/垂直分離によりレイヤの上下進出や連携が進展)



出展: 総務省「グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究」(平成27年)

B2B2Xモデルへの取組みの狙い

サービス提供者のビジネスモデル変革と、そこから創り出される付加価値によるサービス利用者のライフスタイル変革をサポートする。



- **バーティカル産業との連携が不可欠**

- ヒアリングを行ったバーティカル産業

警備(総合警備保障)、自動車(トヨタ自動車)、観光・交通(東武鉄道)、建設(大林組)

- 5Gのサービス例

(eMBB) VR/AR、自由視点映像、高臨場感、超高密度トラヒック(スタジアム)、高精細画像の警備活用 等

(mMTC) スマートシティ/スマートホーム、スマートメーター、センサー、ウェアラブル、物流管理 等

(URLLC) スマート工場、遠隔制御(ロボット、ドローン等)、スマート農業、遠隔手術、交通管理 等

- 農業、観光、建設等の分野への導入による**地域活性化・地方創生**が期待

- **自動車分野への適用**(セルラーV2Xの議論が活発化)が期待

- **グローバル市場におけるパーソナライゼーション**を意識すべき

- これまで以上に**5Gの周知・啓発が必要**

- 労働人口の減少(人手不足)、労働生産性の向上への対応

- 5G導入を進めるため、バーティカル産業と連携した実証実験を推進すべき

5Gで想定されるサービスのイメージ

- 5Gでは、“超高速(eMBB)”、“超大量接続(mMTC)”、“超高信頼・超低遅延(URLLC)”という特徴を活かした、様々なサービスが想定されている。
- 想定されている様々なサービスを効率よく実現するには、柔軟なネットワークの構築に加え、新たなビジネスモデル・業界を超えたエコシステムの創出が必要不可欠である。

5Gで想定されるサービスイメージ

5G候補帯域ごとのサービス提供イメージ

- 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候補帯域の具体的な使い方は、今後の共用検討結果によるが、例えば、3.6GHz/4.5GHz帯は、既存免許人との離隔距離を確保した上で、IoT系サービスや屋内でのサービスで活用することが想定される。
- 一方、広帯域割当てが期待される28GHz帯は、トラフィックが集中するスタジアム等におけるeMBB系サービスで活用することが想定される。

5Gで実現するユースケースと周波数活用方策

15

ニーズ、サービスに応じて必要な周波数を活用して5Gネットワークを構築

5Gのビジネス領域

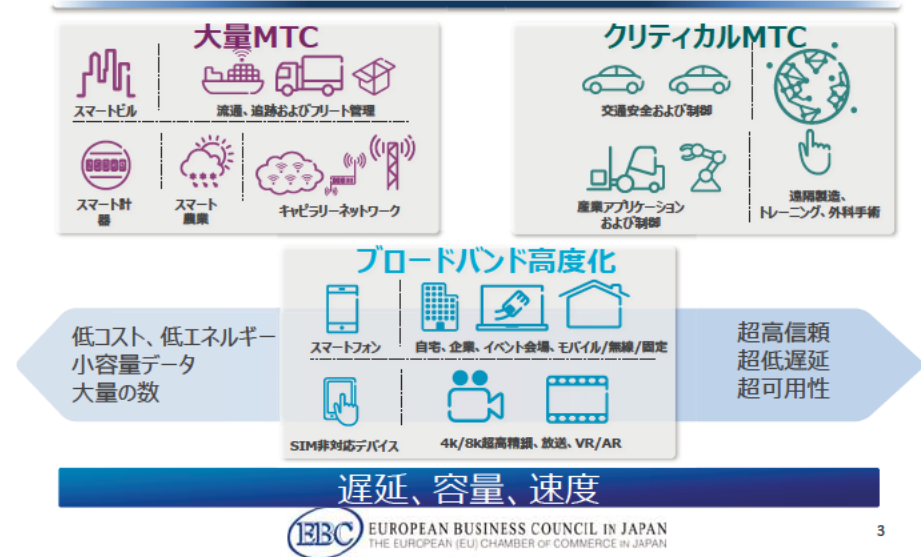
SoftBank

5GによりAI、IoT、スマートカー・ロボット、VRなどのサービス・ビジネス領域が本格化

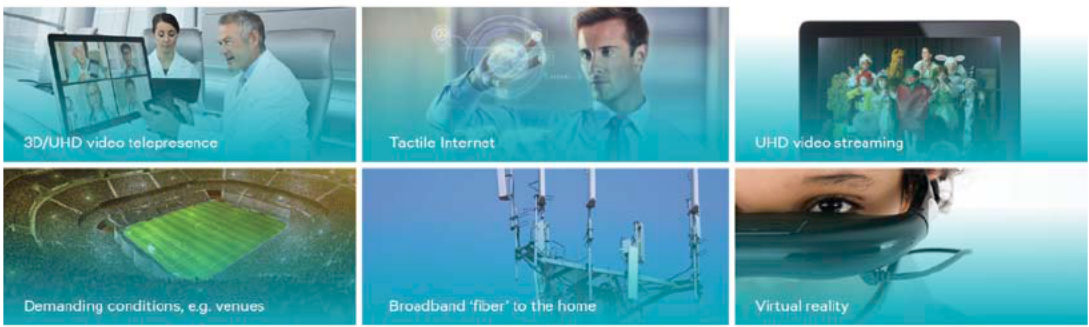
5Gが可能にするユースケース



ユースケースへの適合



モバイルブロードバンドの高度化 Ushering in the next era of immersive experiences and hyper-connectivity



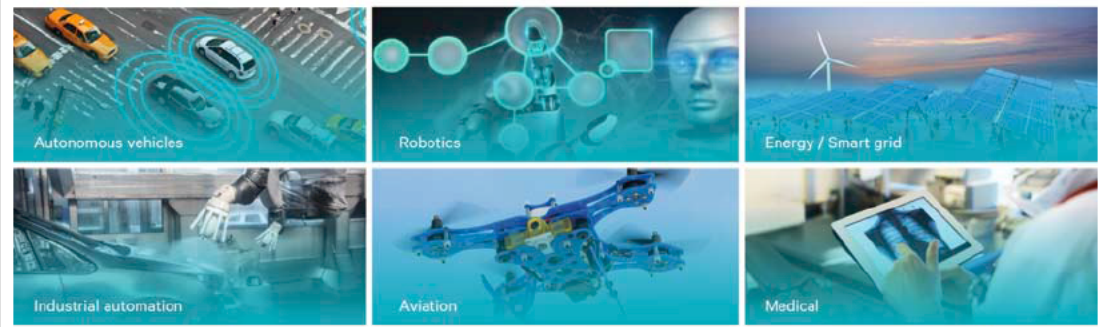
Higher throughput
multi-gigabits per second

Lower latency
Significantly reduced e2e latency

Uniform experience
with much more capacity

This presentation addresses potential use cases and potential characteristics of 5G technology. These slides are not intended to reflect a commitment to the characteristics or commercialization of any product or service of Qualcomm Technologies, Inc. or its affiliates.

高信頼の制御 Enabling new services with more reliable, lower latency communication links

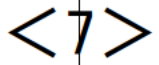


Higher reliability
Significantly reduced packet loss rate

Lower latency
Significantly reduced e2e latency

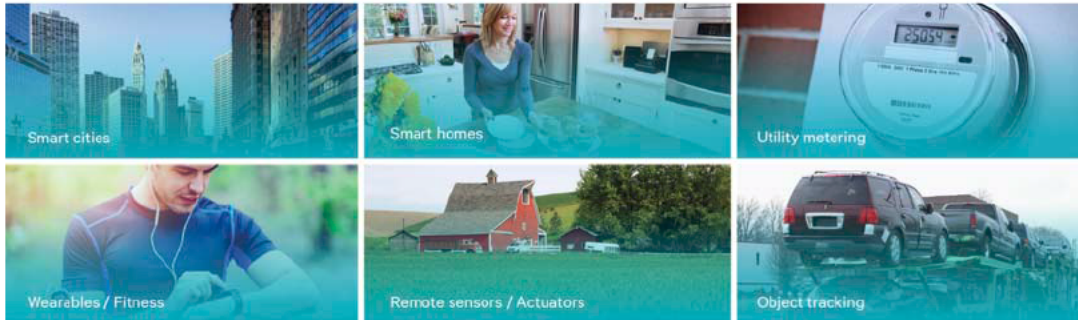
Higher availability
Multiple links for failure tolerance and mobility

This presentation addresses potential use cases and potential characteristics of 5G technology. These slides are not intended to reflect a commitment to the characteristics or commercialization of any product or service of Qualcomm Technologies, Inc. or its affiliates.



広域カバレッジを用いたIoT

Optimizing toward the goal to connect anything, anywhere



Power efficient

Multi-year battery life

Lower complexity

Lower device and network cost

Longer range

Deeper coverage

This presentation addresses potential use cases and potential characteristics of 5G technology. These slides are not intended to reflect a commitment to the characteristics or commercialization of any product or service of Qualcomm Technologies, Inc. or its affiliates.

6



異分野の産業（バーティカル）との連携

- これまでのモバイル（～4G）
 - ✓ 技術先行（通信方式・技術、利用周波数帯ありき）
 - ✓ 通信事業者が契約利用者へ“通信サービス”を提供
(大多数の) 各種サービスやアプリは通信サービスとは独立に提供
- 5G時代からは
 - ✓ 利用されるサービス、アプリなどに技術が柔軟に対応する
 - ✓ 通信サービスと他のサービス、アプリが不可分に提供される場合も



5Gの技術検討、展開、サービス提供などに際しては、異業種の産業と連携が必須

16

Copyright © 2016 The Fifth Generation Mobile Communications Promotion Forum

C-V2Xの概要

C-V2Xは二つの送信モードをサポート、上位レイヤーはETSI-ITS, ISO, SAE and IEEE互換

X = Vehicle (車), Infrastructure or Network (路側機), またはPedestrian (人)

PC5 インターフェース
e.g. location, speed



直接通信

端末間通信のフレームワークを流用し、ハイドップラー、高密度環境、同期、低遅延を実現

- 802.11pに比べて通信距離の拡大
- セルラーのカバレッジ外での運用も可能
- 車車間通信に必要な低遅延をサポート
- 直接通信を用いた路側機

V2Xサーバー



Uu インターフェース
e.g. accident 1 kilometer ahead

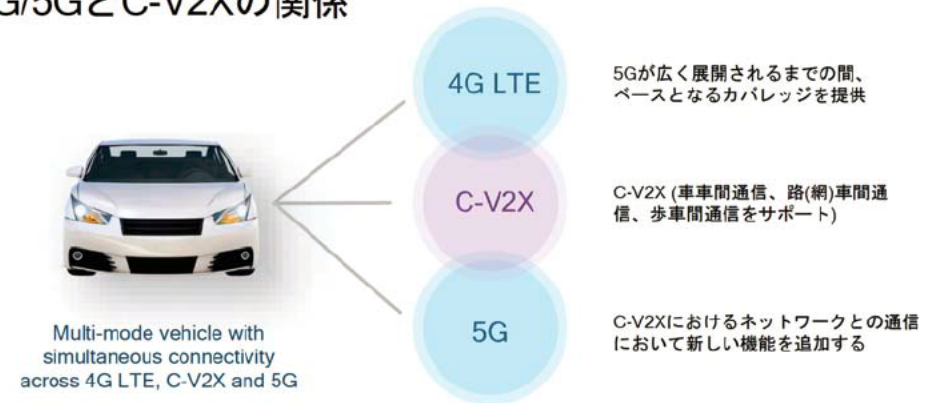


携帯基地局経由通信

- 路側機としてLTE/5Gの基地局を流用
- 携帯電話ネットワークが提供する広いカバレッジを利用したV2Xサーバーへのアクセス
- EMBMSなどのネットワークからの同報通信機能を利用した車への情報提供
- 直接通信では届かない距離でも基地局を介して通信 (5Gのネットワークでは低遅延が実現)

23

4G/5GとC-V2Xの関係



Multi-mode vehicle with simultaneous connectivity across 4G LTE, C-V2X and 5G

- C-V2XはLTEでも、5Gのネットワークのどちらでも運用が可能
 - 「3GPP cellular for all V2X」という意味
- LTE-Directのフレームワークを流用したため、当初LTE-V2Xと呼ばれていた

24

ITS高度化と5Gの連携

コネクティッドカーに代表される車両通信は、5Gで実現される新しいサービスの中でもっとも期待されている分野のひとつである。

C-V2Xは4G/5Gの広域ネットワークをフル活用したITSのサービスを提供できることが期待される。



5GとITS高度化の連携を検討していくべきである。

諸外国の動向

今年9月に5GAA (5G Automotive Association)が発足し、C-V2Xを含むセルラー技術のITS、車両通信への適用を検討している。5GAAには自動車業界、通信業界の主要企業が加盟しており、現在も会員企業は増加している。

5GAA mission statement

Develop, test and promote communications solutions, initiate their standardization and accelerate their commercial availability and global market penetration to address society's connected mobility and road safety needs with applications such as autonomous driving, ubiquitous access to services and integration into smart city and intelligent transportation

イメージセンサーの可能性

4K×960fpsのセンシング情報が人工知能に向けて飛ぶ時代へ

IoTにおける課題；実社会を如何にして切り取るか



圧倒的な情報量を持つ「画像」。しかし、画像をとらえるには難しい条件が多く存在。



人の目を越えた画像センサがIoTの進化をドライブ

- 暗闇を捕える 超高感度技術**
デジタルカメラ登場時代から積み上げてきた半導体プロセス・デバイス技術で暗闇をもクリアに映し出す
- 超高速で動くものを捕える 高速・低消費電力技術**
世界初メモリー一体積画素イメージセンサ技術で人が見えられない1/1000秒の瞬間を動画で撮像
- まぶしい所と暗い所を同時に捕える 広ダイナミックレンジ技術**
高感度化技術、高速撮像技術、画素合成技術を高次元に融合し白飛びや黒つぶれがない、すべてをとらえた映像を実現

イメージセンサーで人々の生活が変わる



5GMFアプリケーション委員会ユーザー調査結果

モバイルユーザー調査結果報告 ~ 女性が先導するスマホ・ライフ革命 ~

2016年6月9日

イデア・フロント株式会社 内田 斉

調査結果からの考察

ユーザー調査全体から - 日本のユーザーのレテラシー

- 全体にリテラシーの高い日本のユーザー → 特に女性グループの新サービスに対する受容性の高さが顕著
- 特にスマホネイティブ世代の女性の新サービスに対する受容性の高さは特筆すべきものがある
- 今回は5Gナビナビライストの利用シーンを中心に提示しての調査だったが、より多くの新サービス、利用シーンをユーザーに提示し、受容性等の顕顕化を促すことが有効と考え

先導的ユーザー：10代女子のSNS利用は異次元レベル

- 男子学生**
 - 複数のSNSを利用する人が多く、誰かをききつけて過去の友人とSNSでつながる等、これまでにない人間ネットワーク形成が進んでいる。
 - 女子学生との交流が多いため、Facebookを本格的に使うようになった。
 - Instagramは、同じ企業の従業員とのつながり作りのために自ら始める。
 - 友人の投稿を眺めているだけで、友人とつながる感覚が出て、自分も投稿したいという気持ちが出てくる。
- 女子学生**
 - 特にTwitterの利用が顕著で、一人で用紙に複数のアカウントを持ち別人格と見られる等、異次元レベルの利便性が求められる。
 - LINEはすでにLINE、友人の電話番号もメールアドレスも知らない、LINEがないと連絡が取れない人が大勢いる。
 - LINEがSNSである。入學にTwitterが必須で、入學前にはLINEを100人以上集めてLINEグループが完成。入學直にLINEが盛り上がり、入学時にLINEがLINEに繋がっている。
 - Twitterはアカウントが10個くらいあり、それぞれ違う目的で使っている。興味アケでつながりたいとつながり、仲良くLINEを交換する。興味アケのつながり、またLINEを交換する。
- 新社会人**
 - LINE、Twitter、Facebookがよく利用されるが、基本的な使い方にとどまっている。
 - LINEは友人たちとつながっているし、まだは連絡と取ることにちょうどいい距離感で使っている。
 - 入職と同時に職場アカウントも利用し始める人が多く、その知り合いにTwitterでやりとりしている。
 - Facebookは趣味のつながりで、毎日使っている人は本業に仕事とつながりを持ちたい。
 - Instagramは友達とつながりたいという目的で、写真の撮り手や写真の撮り手が活躍している。
- 女性社会人**
 - 仕事を自分ひとりでこなして大きく異なっている。仕事のある人の方が、多様なSNSを積極的に利用する傾向にある。
 - LINEは職場での連絡にどうしても使われる。必要に迫られて使われる。
 - LINEがSNSである。LINEグループで深くつながり、仲の良い仲間とLINEでつながることもある。
 - Instagramは自分の作った仕事をコメントしたとどんどん上げている。
 - Instagramは自分の作った仕事をコメントしたとどんどん上げている。
 - 自分がやっていることを知ってほしいという気持ちで投稿している。

スマホネイティブ世代のアプリ感覚は「異次元レベル」

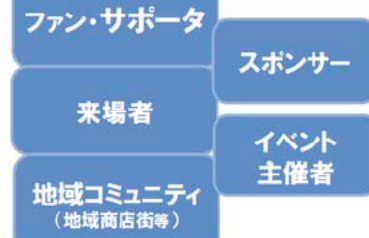
サービス実現には5GNWが必須

“今・ここで・あなたのために、必要な時に必要なだけ”
NWリソースを提供することが必要

- **トラフィック量が多いサービス**
 > 高スループットを実現するネットワーク
- **種類の異なるサービスが共存する**
 > サービス間の影響を及ぼさない
- **緊急性の高いサービス**
 > 信頼性の高いネットワーク
- **リアルタイム性の高いサービス**
 > 遅延の少ないネットワーク



スマートスタジアム化の例



情報サービス	競技開催日/競技以外(選手体験、地域イベント等)	Virtual Reality VR選手体験、マイレージポイント 等
	ファンサービス	三次元 3D、マルチアングル、選手追いかけ 等
	映像サービス	e-Commerce ECサービス 地域商店街との相互送客 等
情報基盤	Customer Relationship Management	CRM基盤 ポイント、クーポン、決済 等
	高密度Wi-Fi、Wi-Fiマルチキャスト 等	

新しいサービスの例(ライブビューイング)



試合会場から中継先のカフェやスポーツバーへ対し、通信を介して臨場感あふれる映像・音響を様々な観戦スタイルに応じて体験



産業界との連携 (1)

INDUSTRIAL MOBILE COMMUNICATION IN MINING

- Evaluate mobile communication infrastructure in an industrial context
- Consider strict requirements on safety and robustness in underground mining
- Increased productivity
- Improved safety
- Industrial 5G requirements
- Understanding new eco system, business models, etc.

5G-ENABLED WORLD CLASS MANUFACTURING

- Evaluate 5G technology in manufacturing industry
- Wireless factory communication
- Increase resilience of factory (MFC)
- Monitor critical assets (MCC)
- Data analysis
- Improved production efficiency
- Increased flexibility
- Excellent traceability

CONNECTED MOBILITY ARENA STOCKHOLM

- Create Europe's leading test site for connected mobility
- Open innovation platform
- Open vehicle-to-vehicle communication
- Management and control platform
- Efficient management of test assets (remote configuration, test authority, etc.)
- Emergency vehicle prioritization
- Remote-controlling of platoons
- Automatic service orchestration

ABB REMOTE OPERATION OF ROBOTS

- Evaluate potential of mobile communication for industrial robot remote operation
- Control and monitor robots from mission critical operation
- Industrial 5G requirements
- Flexibility and scalability
- Control and monitor robots from mission critical operation
- Efficient management of test assets (remote configuration, test authority, etc.)

産業界との連携 (2)

ドイツアウトバーンでのConnected Car実証

Continental, Fraunhofer, NOKIA

NB-IoT通信モジュールを内蔵した登山ジャケットのデモ

kt, KOLON SPORT, intel, NOKIA

オランダTwenteでのドローンテストフィールド

NOKIA, Qanbridge, CLEAR FLIGHT SOLUTIONS, ADT, TU Delft, University of Twente

EBC EUROPEAN BUSINESS COUNCIL IN JAPAN
THE EUROPEAN (EU) CHAMBER OF COMMERCE IN JAPAN

13

産業界との連携 (3)

CROSS-INDUSTRY COLLABORATION 5G AUTOMOTIVE ASSOCIATION

Automotive Industry: Vehicle Platform, Hardware and Software Solutions
Telecommunications: Connectivity and Networking Systems, Devices and Technologies

End to End Solutions for Intelligent Transportation, Mobility Systems and Smart Cities

Connect telecom industry and vehicle manufacturers; work closely together to develop end-to-end solutions for future mobility and transportation services, impact regulation and standardization

DAIMLER, ERICSSON, HUAWEI, intel, NOKIA, QUALCOMM, SK telecom, vodafone, Deutsche Telekom, Vodafone, and more to join in the very near future

EBC EUROPEAN BUSINESS COUNCIL IN JAPAN
THE EUROPEAN (EU) CHAMBER OF COMMERCE IN JAPAN

14

3. 5Gへの期待

ALSOX Always Security OK

高精細画像の警備活用

- 高精細画像（4K等）とAIを警備に活用することで、従来では捉えることが困難であった事象を捉え、異常検知精度向上や未然防止に資する警備サービスの実現に期待。
- 高精細画像を警備サービスに活用するためには、①大容量・高速通信だけでなく、②リアルタイムでの画像共有を実現する低遅延、③混雑したイベント会場や災害時でも安定した通信を実現する高信頼が必要。

【4K画像とHD画像の比較例】



©2016 総合警備保障株式会社

15

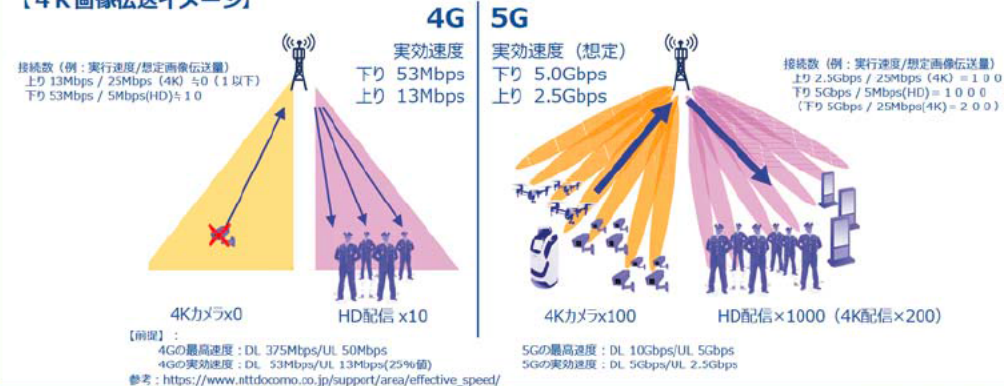
3. 5Gへの期待

ALSOX Always Security OK

①大容量・高速通信

- 高密度、広域に配置された高精細映像（4K等）とAIを活用することで、従来では捉えることが困難であった事象を捉える。

【4K画像伝送イメージ】



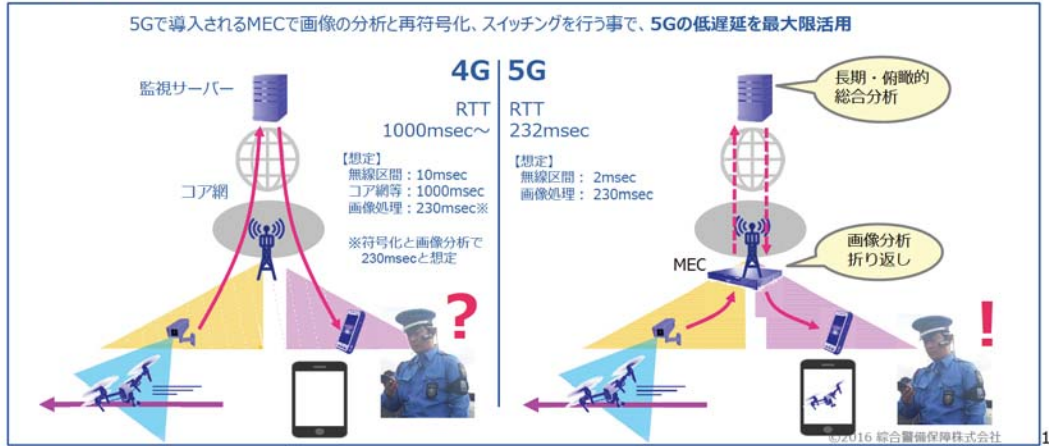
©2016 総合警備保障株式会社

16

3. 5Gへの期待

②低遅延

- 不審者を捕らえた画像を現地警備員や監視センターとリアルタイムで共有するために、監視画像の伝送遅延を短縮。



3. 5Gへの期待

③高信頼

- 多数の観客で輻輳する通常トラフィックとセキュリティ用の通信を完全分離。
- 災害、停電時も停電補償された基地局と特定の端末間の優先通信を実現する事で、パブリックセーフティ用の強靭な通信インフラを確保。



3. 5Gへの期待

5Gへの期待

- 警備サービスを支える通信インフラとして、5Gの「①大容量・高速通信、②低遅延、③高信頼」が有効



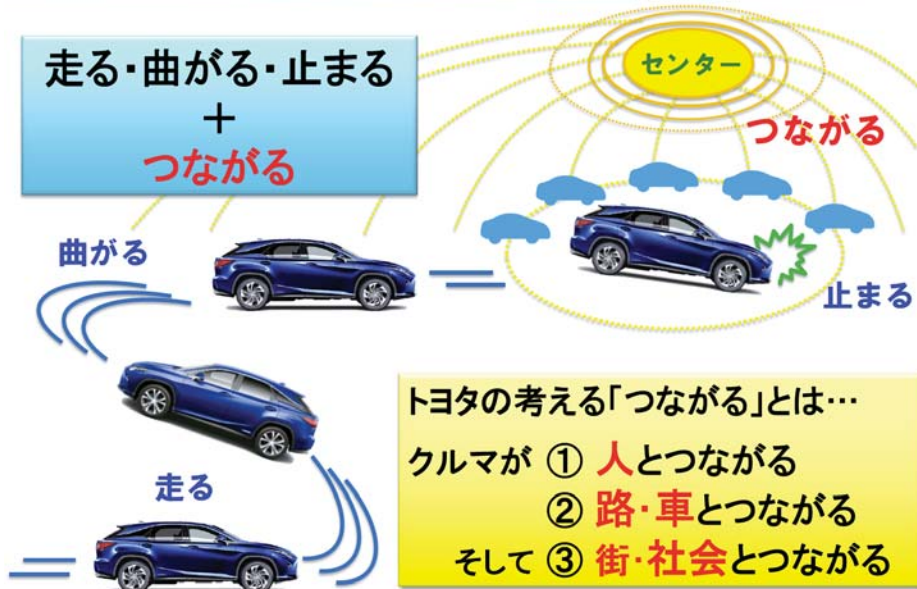
3. 5Gへの期待

大規模イベント警備の運営、安全安心の提供

今後もICTを支える最先端技術を積極的に活用し、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会等大規模イベントに対して、これまで以上の安全安心を提供。

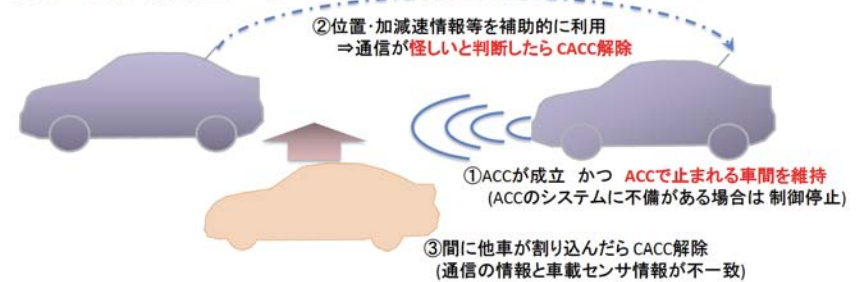
ALSOXが警備を担った大規模イベント





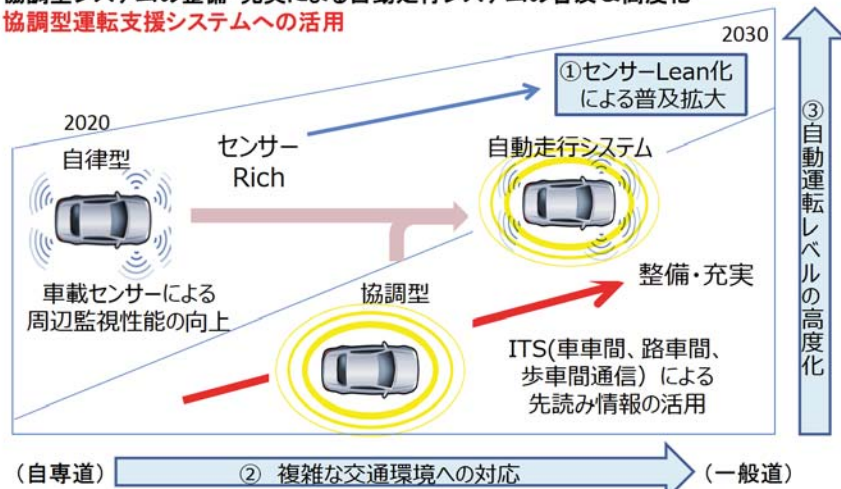
- 前提:クルマはあくまでも**自律**が基本
※走る(パワートレイン)・曲がる(ステアリング)・止まる(ブレーキ)は独立して動作
- 通信:より安全・安心・快適な制御を行うための**補助情報・センサ情報のひとつ**として活用
※通信データのみでクルマの制御を行うことはしない

★C-ACCが成り立つわけ

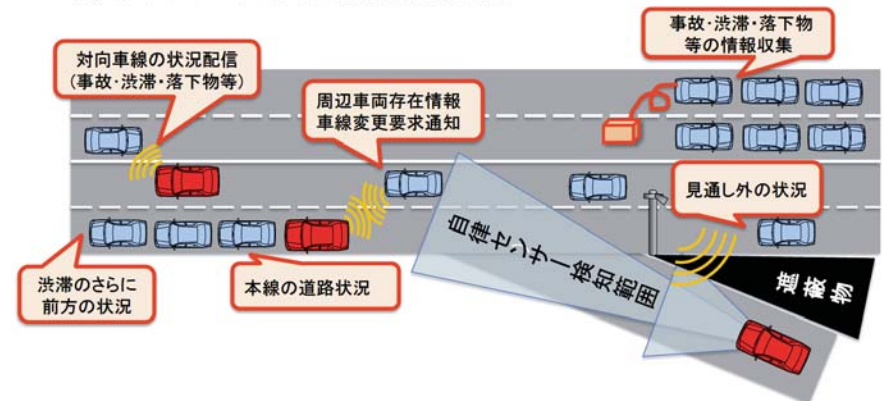


【段階的な実用化】

- ・自律型システムによる自動走行システムの早期実用化
- ・協調型システムの整備・充実による自動走行システムの普及 & 高度化
- ・協調型運転支援システムへの活用



- ・渋滞や工事車線規制等の先読み情報を活用し
自動走行車両が走行計画を変更
- ・合流や車線変更時のネゴシエーションにより
安心・スムーズな車両制御を支援



通信の活用例：ジレンマゾーン

【自律センサのみ】

60km/h 60km/h ⇒ 0km/h

急ブレーキ

信号機の灯色のみを認識
⇒ ジレンマゾーンの判断が難しい

60km/h ⇒ 45km/h ⇒ 0km/h

緩やかなブレーキ

停止線前で信号サイクルを受信
⇒ 予め緩やかに減速することができ、
信号の変わり目でジレンマゾーンへの進入を避けられる

ジレンマゾーン
信号が黄色に変わったとき、通過することも停止することも出来ないエリア

車速(Km/h)

停止線までの距離(m)

通信による信号情報の先読みは、安全でスムーズな交差点通過に有効である

Connected Carの通信

保険 広告 カーシェアリング メンテナンス

金融

クラウド

ビッグデータ

新たなビジネスの創出
新たなプレイヤーの参入

テレマティクス

広域無線通信(静的データ)

3G ⇒ 4G ⇒ 5G?

自動運転

狭域無線通信

準動的データ

動的データ

ITS

V2I

V2V

V2P

760MHz ⇒ 『?』

高信頼性が求められる領域
※遅延の『保障』が重要

Bluetooth, WiFiなど
静的データ

スマホ連携

DCM

ITS connect

車載電子プラットフォーム

自律センサ
(リアルタイム車両データ)

Connected Carで扱うデータの分類

ダイナミックマップとの対比
(論理的な配置イメージ)

動的情報 (<1sec)

准動的情報 (<1min)

准静的情報 (<1hour)

静的情報 (<1month)

紐付け

基盤地図

周辺車両の動き
歩行者の動き
障害物回避 など

周辺車両の存在
歩行者の存在
信号灯色情報 など

先読み情報
・渋滞情報
・規制, 工事情報
・障害物の情報
・信号サイクル情報
上記に基づく経路変更
情報地図の差分配信 など

地図データ
乗員の行動履歴 など

安全

データを使うまでの時間が短い
通信に対する信頼性が高い

情報提供・快適

内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) シンポジウム2014 プレゼン資料を参照し作成

5G活用の『可能性』

ダイナミックマップとの対比
(論理的な配置イメージ)

動的情報 (<1sec)

准動的情報 (<1min)

准静的情報 (<1hour)

静的情報 (<1month)

紐付け

基盤地図

周辺車両の動き
歩行者の動き
障害物回避 など

周辺車両の存在
歩行者の存在
信号灯色情報 など

先読み情報
・渋滞情報
・規制, 工事情報
・障害物の情報
・信号サイクル情報
上記に基づく経路変更
情報地図の差分配信 など

地図データ
乗員の行動履歴 など

ITS領域での期待
・通信機の集約
・国際調和の観点

V2Vの性能要件
を満足できれば!

ITS社会インフラ
に対する制度
要件を満たせば

テレマの領域は
黙っていても
次は5Gであろう

内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) シンポジウム2014 プレゼン資料を参照し作成

ITS・自動運转向け通信に対する要件と期待 18

全体:これまでのITSサービスは専用通信で実施しており、
 ⇒商用網の情報を走る・曲がる・止まるに活用することは初

○商用網を併用することの**メリット策定**への協力を期待

技術:車への搭載可否(アンテナ成立性等)はカーメーカ主体
 主たる課題は通信の「**信頼性の担保**」

- ・遅延の”保障” 帯域の”保障or確保”
- ・通信”途絶”の条件整理と限界の見極め
- ・通信機の信頼性向上とフェール検出機能の強化 など

○絶対的な性能に加え、**早期に限界を見極める**ことが必須!

制度:お客様に**負担感を持たせない**ビジネスモデル
 どこにいても、どの車とでも、**同じサービス**が受けられる
 (何かあったときの)責任の所在が明確
 国の事業や車の**ライフサイクルと同等**の管理・維持 など

○**カーメーカ(だけ)では築けない社会環境構築**に期待

警備サービスの高度化

犯罪などの予兆検知・未然防止の必要性が高まってきているため、画像解析による異常検知などが可能な、高度な警備サービスの実現が必要。

課題

大規模イベント会場や商業ビルをはじめとした都市空間など、不特定多数の人が集まる環境下では、施設・空間におけるインシデント(事故)発生時の対応・被害拡大防止に加え、犯罪などの予兆検知・未然防止の必要性が高まってきている。

ソリューション

防犯カメラの高精度ライブ画像の共有や画像解析による異常検知やAIを活用した、犯罪や事故を未然に防止する警備サービス



土木建設の高度化

作業環境改善や作業技術者の維持確保は今後の社会課題として顕在化。
 建設以外の様々な産業界で類似ソリューションを適用し将来は自動化へ。

課題

- ・土木建設現場の過酷(3K)な労働環境改善に向けた遠隔作業ソリューションの拡大
- ・土木建設機械を高度に扱える熟練工が年々減少している

ソリューション

より高精細な映像を用いて現地状況を正確に把握し、リアルタイムな遠隔制御を実施。
 AR/AI等を活用した作業支援ソリューションにより、熟練工でなくとも正確な作業が可能に。



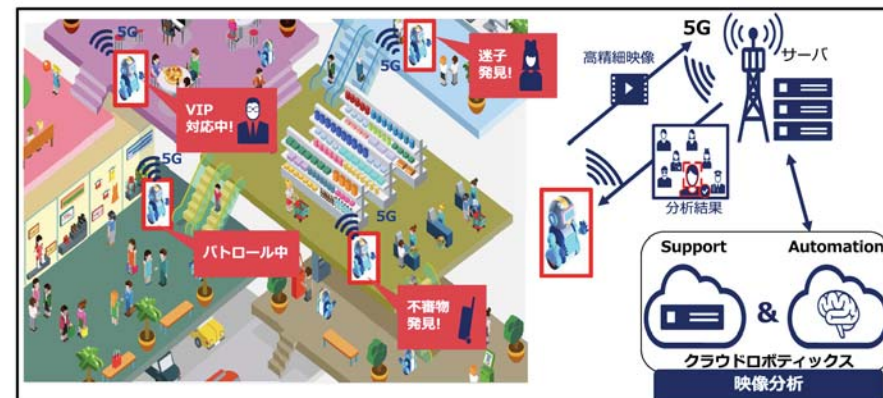
おもてなしの高度化 (ショッピングモール)

課題

- ・きめ細やかなサービスを実現するための人的リソースの不足
- ・凶悪犯罪の増加

ソリューション

ロボットと、高精細映像を用いたリアルタイムな映像分析・行動検知による新しいおもてなしサービスを提供



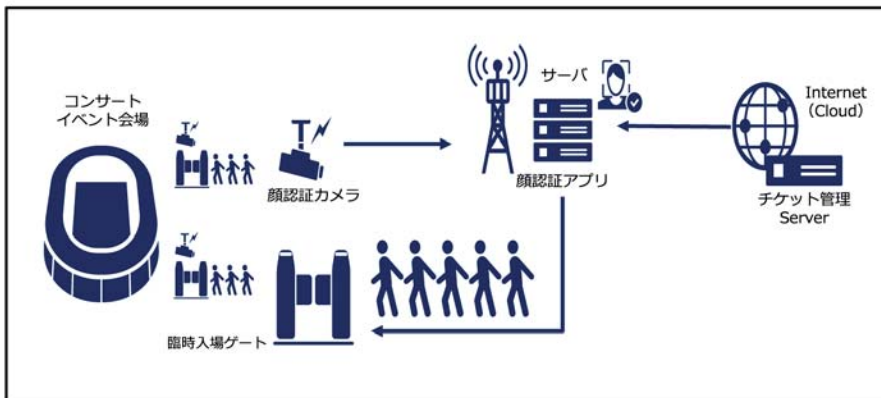
入場管理の高度化

課題

- ・チケットの目視確認と、もぎり作業に時間がかかる
- ・目視確認によるダブ屋や偽造チケット対策は難しい

ソリューション

顔認証システムの活用によりチケット確認時間を短縮することで、より安全かつストレスな入場管理を可能にする。



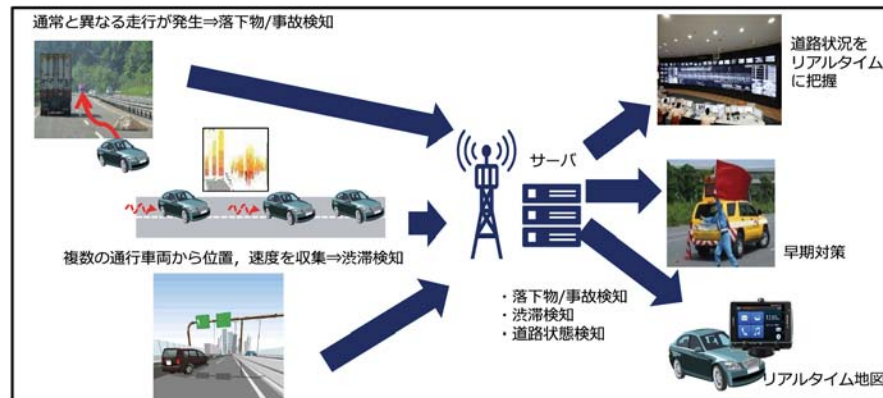
交通の高度化 (ダイナミックマップ)

課題

- ・道路管制が落下物や事故、渋滞等の道路状況の変化が発生してから把握するまでに時間がかかる

ソリューション

ITSデータのリアルタイム流通により交通状況の先読みを広く普及、運転時の安全安心を提供



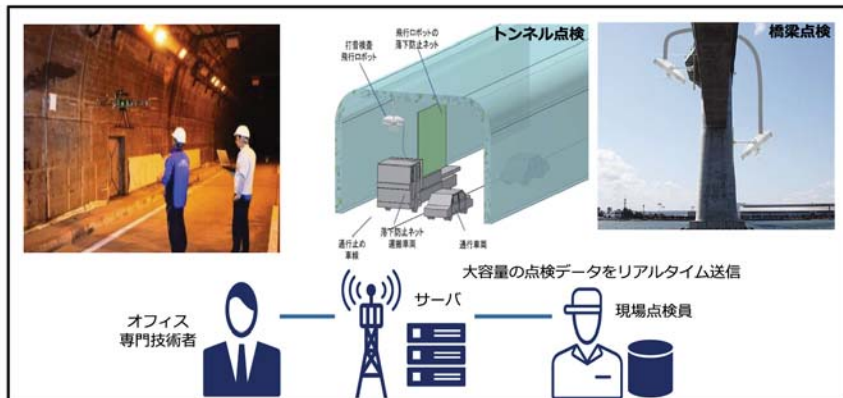
インフラ点検の高度化

課題

- ・点検の判断ができる専門技術者が不足

ソリューション

- ・点検員は現場でドローンを活用した点検データを収集し、5Gを利用してリアルタイムに共有
- ・点検の判断をする専門技術者はオフィスで複数現場を管理



NTTドコモとの共同実証実験 (スカイツリー活用)



東京スカイツリータウン一帯を最先端技術のショーケースへ

5G時代の新サービスは世界一のタワーから

日本の技術・文化の発信拠点となる「東京スカイツリータウン」において、世界に先駆けて日本の先進技術である5Gを活用し、観光事業のサービス・コミュニケーションの先導的な立場を確立



本実証実験において当社が期待するところは、

- ・目的性の創出
「行きたい」のきっかけ
- ・来訪者への付加価値
「行ってよかった」を提供
- ・サービスレベルの向上
「満足度」の向上

につながる可能性を探り、ノウハウを蓄積すること。



東武沿線をご利用いただくお客様へ高い満足度を提供

バーチャルコンシェルジュ (駅を中心とした新サービス)

運行情報の伝達、映像を介した乗客とのコミュニケーションの実現等によって、無人駅利用の安全・安心を提供

たとえば、AIを活用した監視・コミュニケーションツールを通じて状況を詳細に判断でき、必要に応じてオペレーター(人間)が遠隔的的確な対応を行うことができるかも？



安全性の向上

自動列車運転を可能にするため、ホームドア制御を5Gによって連携させ、事故発生率ゼロの運行を目指す

たとえば、運行本数を十分に確保できない地域において、自動運転技術を活用することで安全性の向上と運行本数を確保でき、地域の利便性を高めることができるかも？



観光地での移動手段をもっと楽しく、より安全・安心な仕組みへ

自動運転

自動運転バス・BRT等の導入により、停留所への正着性向上や運行管理等の精度の高い運行を実現

たとえば、観光地等で自動運転バスを導入することで、運転士不足を解消、且つ安全にあらゆる時間帯でも運行可能とし、利便を向上させたい
更に、路線内でのオンデマンド運用が実現できれば更に喜ばれるかも？



バスガイド

バスの移動ルートや位置情報に沿ったプロモーション映像や観光・店舗情報のバス車内へ配信

たとえば、3Dバーチャルバスガイドが車窓から見える景観や建造物の案内をしてくれる
観光地でも路線バスはワンマン運行が当然となった今、来訪者に旅の楽しさを伝えられるかも？



観光地の風情・臨場感を体感し、歴史・情報を深堀できる次世代観光

VR・AR観光ガイド

属性情報や位置情報に沿った情報を眼前に映し出される情景に重ね合わせ、深堀されたリアルな情報を提供

昔からある音声ガイドでは、なかなか伝わらないイメージがある

ベテランガイドのツアーでも、全員が同じタイミングで見聞きする必要があるため、自分のペースで(各自の興味に応じて)見聞きできない不満が残る

たとえば、自分で操作でき、多言語で案内してくれるバーチャルガイドのようなツールがあれば、美術館や博物館だけでなく、普通の街歩きまでもが、もっと楽しくなるかも？



お客様の属性情報、行動履歴データの有効活用

沿線地域活性化

店舗・施設、観光ルート等の情報とお客様情報をマッチングして送客率・利用率を高める

たとえば、普段はただ通り過ぎるだけの駅、そして街でも、その街や地域の知らなかった面白さが、通勤中の携帯(スマートフォン)に飛んでくる

「今度の土日、あの街にいてみようかな」

そんなきっかけを提供できるかも？



5Gの実用化によるICT技術が加わることで…
AI・認証技術・センシング技術

たとえば、普段は乗らない朝の電車混雑度は区間や車両によってまちまちであるが、それを知る方法はない

そこで…案内があれば、少しでも空いた車両に乗れるかも？

且つ、遅延防止と定時運行に繋がられるかも？

人手不足・業務効率化の打開策に5Gを活用

労働力不足の解消
労働生産性の向上

時間と手間が必要であった技術の継承、
特殊な技能・人材を必要とする業務等、
膨大な人力と熟練が必要であった業務の
短縮化・均一化を目指す

たとえば、3Dメガネにマニュアルや情報を重ねることで、
ハンズフリーで作業できたり、遠隔地のエキスパートと
リアルタイムで情報共有・指示を貰えれば、
作業者の理解度が格段に向上するかも？



5Gの実用化による
ICT技術が加わることで・・・

AI・認証技術・
センシング技術

たとえば、過去の実例や解決方法が載っている
マニュアルやFAQをデータベースから
自動的に見つけてきてくれるかも？

特定の領域で作業している全員に対して、
行動や移動を自動で検知して
的確なアラートや指示を出せるかも？

ICTの活用は一つの解決策・・・積極的に現場導入されつつある

ICT(Information and Communication Technology)

→ マシンコントロールに代表されるが
機械施工、計測機器をネットワーク化

そのメリットは・・・

1. 機械化施工を活用することによる施工の効率化
2. 建設現場での高度で正確な管理を可能とする
 - ・ 施工時の状況変化に柔軟かつ正確に対応
 - ・ 品質の向上
3. メンテナンスへの活用
 - ・ 迅速かつ正確なデータ取得と活用：各種センサ、通信、データベース
4. 災害時における情報の活用も可能
 - ・ メンテナンスのみならず、災害時こそ有効なツールとなり得る
5. 建設分野における自動化(ロボット化)の推進
 - ・ 省力化への対応
 - ・ 魅力ある建設業へのアピール

建設機械の3次元マシンコントロール

3次元デジタル設計データを重機のコントロールシステムに入力し、TSやGNSSを用いた計測技術により、施工の効率化や施工精度の確保を実現している。

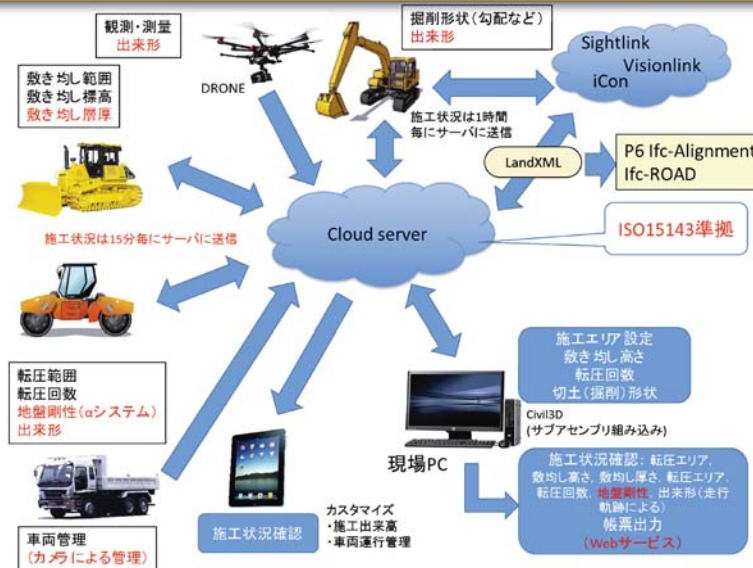
- ・ 所要の施工精度となるようにオペレータを支援(モニタ表示等)する「マシンガイダンス技術(AMG)」
- ・ 油圧制御技術を組み合わせることで、3次元デジタル設計データに従って土工板を自動制御する「マシンコントロール技術(AMC)」



ブルドーザやグレーダ等のマシンコントロール(敷均し)

油圧ショベルのマシンガイダンス

ICT建設機械をネットワーク化 - 施工管理システムとして確立-



マシンガイダンスシステムの課題

システム概要



振動ローラー



車載PC(データ表示)

課題

1. ネットワークの構築
 - 必ずしも商用通信が使える環境ではない
 - 無線LANの到達問題：出力, 混信
 - 速度が確保できないことを前提としたシステム構築を行わざるを得ない
2. 車載PC：悪環境にさらされるPC
 - ネットワークの制約条件から車載PCで演算を行う
 - 振動, 粉塵, 盗難

無人化施工システム

無線通信による遠隔操縦

Unmanned Bulldozer



Unmanned Wheel Dump Truck



Unmanned Backhoe



Control Room

Unmanned Communication Relay Vehicle



Unmanned Crawler Dump Truck



Unmanned Camera Vehicle



2Km or more

- Interference of Radio wave among plural machines
- Grasp of the site conditions
- Correspondence to the situation beyond supposition

無人化施工(遠隔操縦)の課題

課題

1. ネットワークの構築
 - 必ずしも商用通信が使える環境ではない
 - 無線LANを現場で構築
 - 無線LANの到達問題：出力, 中継局の設置
 - 高解像度の画像が必要であるが、現状では実現できない
 - 通信速度
2. 遅延問題
 - 遠隔操縦では遠隔操縦オペレータの疲労問題から200ms程度以内の遅延に納めたい
3. 多数の重機の稼働
 - 混信問題



新しい建設システム

建設機械のICT化 (Machine Guidance, Machine Control)

- 建設現場環境の改善による労働者の増加(労働者不足の改善)
- 熟練工不足をICT技術でカバーし高品質な施工を実現
- 将来的には自動化、自律化による更なる改善を目標

リアルタイム見える化(効率化、施工管理)

- ICT(センサー等)を活用し作業状況をリアルタイムに把握し品質の確保(高品質化)
- 作業員だけでなく現場監督/責任者もリアルタイムに状況把握し高度な施工管理
- 将来的には収集データをリアルタイムに高度分析しさらなる改善を目標

遠隔見える化

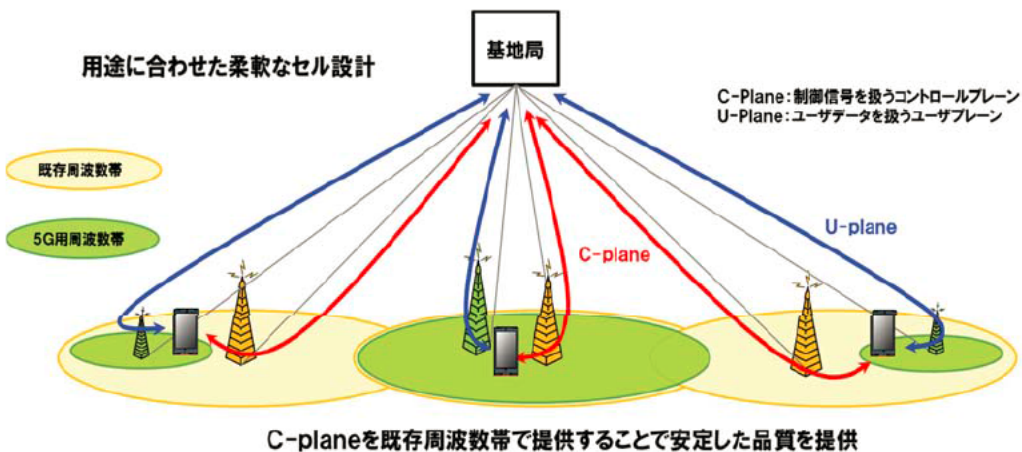
- 現場職員が施工管理を行うことに加え、専門技術者の遠隔監視による高度な管理
- 発注者が状況をリアルタイム確認しフィードバックする事で顧客満足向上
- 災害現場などでの特殊作業を専門技術者が遠隔地から制御

3. 5Gのネットワーク構成

- 5Gの迅速な導入を可能とするため、**既存周波数帯のLTEと5G用周波数帯の新たな無線アクセス技術(New RAT)を組み合わせたNSA構成(Non Stand Alone)**が検討
- **仮想化技術(ネットワークスライシング、SDN)を導入し**、サービス毎に最適なネットワークを提供
- データ発生源の近くにサーバを設置する**モバイル・エッジ・コンピューティング**により、伝送距離やネットワークによる**低遅延**を実現
- **既存周波数帯で制御信号(C-Plane)を、5G用周波数帯でユーザデータ(U-Plane)を伝送する(C/U分離)**ことで、高信頼かつ高速・大容量を実現
- 5Gの新たな無線アクセス技術として、様々なユースケースや将来の拡張に柔軟に対応することができる**統一的な無線インターフェース**が検討
- 無線だけでなく、フロントホール/バックホール、モバイル・エッジ・コンピューティングなど、**エンド・エンドの低遅延実現には、ネットワーク全体で対応**することが必要
- **ユースケースに応じて周波数を使い分ける必要**
(例) 8K映像の超高速伝送には28GHz帯を、カバレッジ確保には1GHz以下の周波数帯を、低遅延IoTや高速伝送には6GHz以下の周波数帯を活用

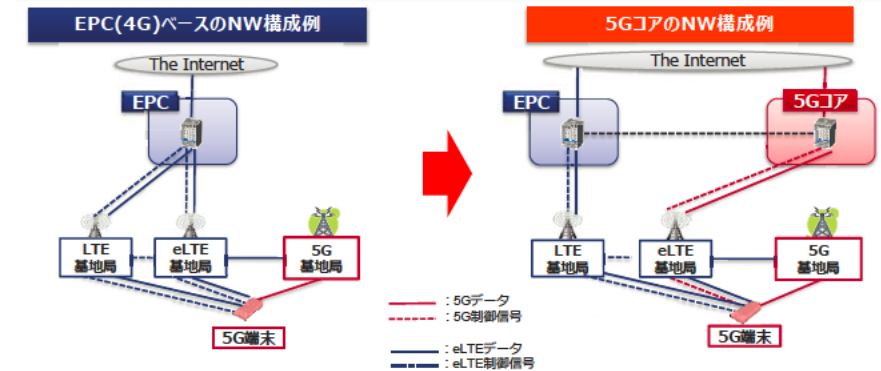
5Gのネットワーク構成 ～無線システムの構成～

- 5Gの高い要求条件をクリアするため、既存の周波数帯域と5G用周波数帯域を同時に利用したネットワーク構成が想定されている。
- C-planeを既存周波数帯域で提供することによりモビリティや接続性をカバーしつつ、U-planeには、より広帯域が期待できる5G用周波数帯域を活用することにより、柔軟で効率のよいサービス提供が可能。

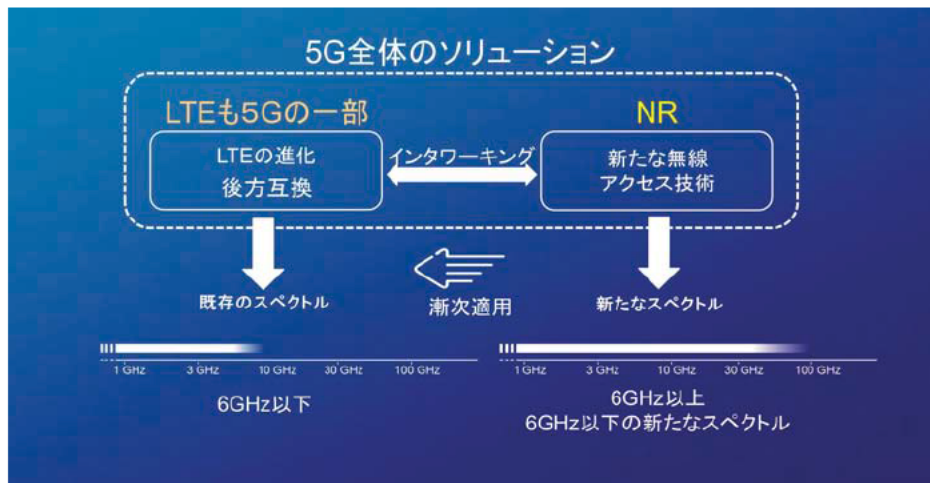


5Gネットワーク構成

EPCベース構成をRel.15 NSA版で規定予定、5GコアはRel.15で規定予定

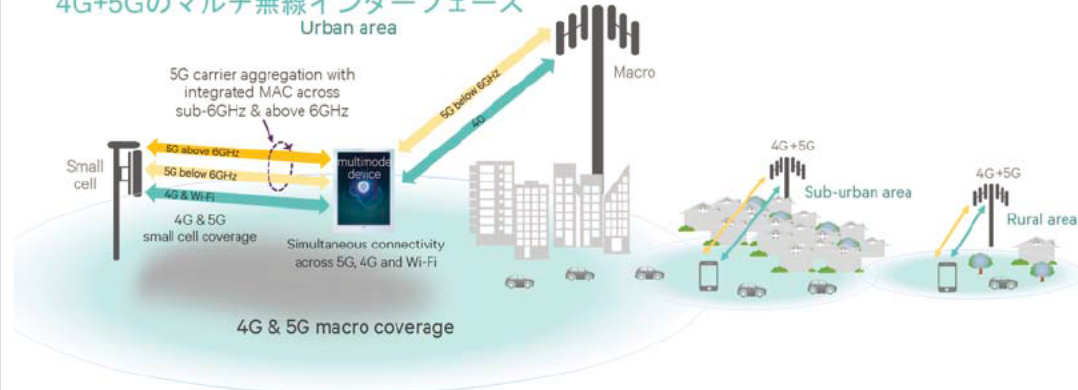


5G無線アクセス



5Gの無線ネットワーク構成

4G+5Gのマルチ無線インターフェース



- 利用用途に応じてさまざまな周波数や方式を束ねて使用するマルチ無線インターフェース
- ミリ波を利用する5Gでは、LTEや低い周波数で運用される5Gとのマルチコネクティビティを活用
- 端末は4G、5Gや無線LANなどの複数の無線方式をサポートし、場合によっては同時運用も行う

クアルコムの5Gビジョン: 統一無線インターフェース

5G

超広帯域

- Multi-Gbps data rates
- Higher capacity
- Uniformity
- Deep awareness



Mobile devices



Networking

低遅延・高信頼

- Lower latency
- Higher reliability
- Higher availability
- Stronger security



Automotive



Robotics



Health

多数同時接続

- Lower cost
- Lower energy
- Deeper coverage
- Higher density



Wearables



Smart cities



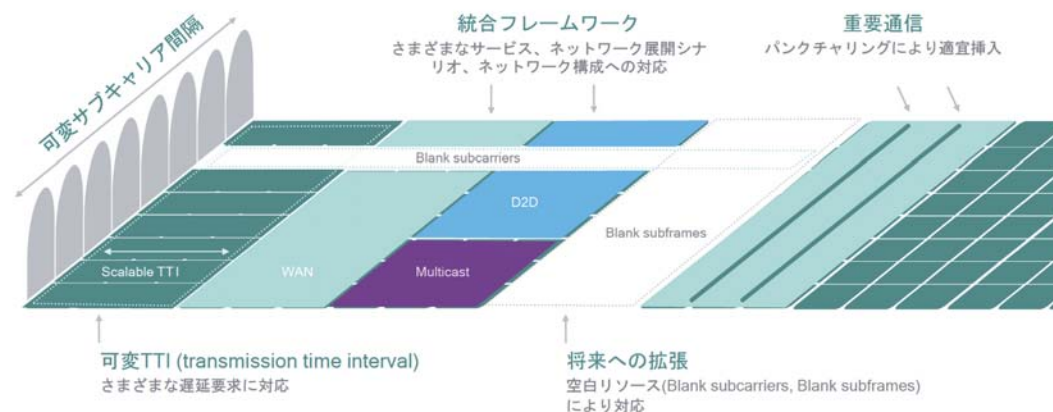
Smart homes

すべてのユースケースをカバーする無線インターフェースのデザイン

2

OFDMを用いた柔軟な5G無線インターフェース設計

さまざまなユースケース、将来の拡張にも対応



3

狭帯域から超広帯域通信への対応

OFDMのサブキャリア間隔を周波数帯域、ユースケースに合わせて調整

アウトドア、マクロカバレッジ
FDD/TDD < 3 GHz



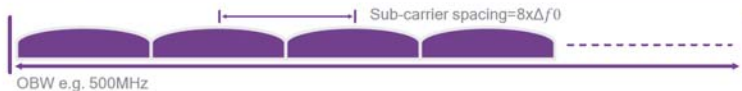
アウトドア、スモールセル
TDD > 3 GHz



インドア、広帯域
TDD e.g. 5 GHz (Unlicensed)



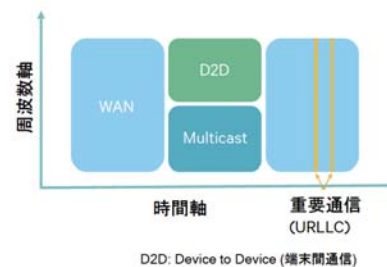
ミリ波
TDD e.g. 28 GHz



9

異なるサービスへの対応

サービス多重化



- 周波数軸あるいは時間軸で異なるサービスに対応した無線インターフェースのNumerologyを選択することが可能
 - 可変OFDMシンボル長 (サブキャリア間隔)
 - HARQのパラメーター設定
- 重要通信の適宜挿入が可能 (もとのデータはFEC(Forward Error Correction)やHARQで復元)
 - URLLC (Ultra Reliable and Low Latency Communications)のサポート

11

さまざまな周波数に対応する5G統一無線インターフェース

免許帯域
Cleared spectrum
EXCLUSIVE USE

共用帯域
Complementary licensing
SHARED EXCLUSIVE USE

免許不要帯域
Multiple technologies
SHARED USE

Below 1 GHz: longer range for massive Internet of Things
e.g. 600 MHz, 700 MHz, 850/900 MHz

1 GHz to 6 GHz: wider bandwidths for enhanced mobile broadband and high-reliability services
e.g. 3.4-3.8 GHz, 3.8-4.2 GHz, 4.4-4.9 GHz

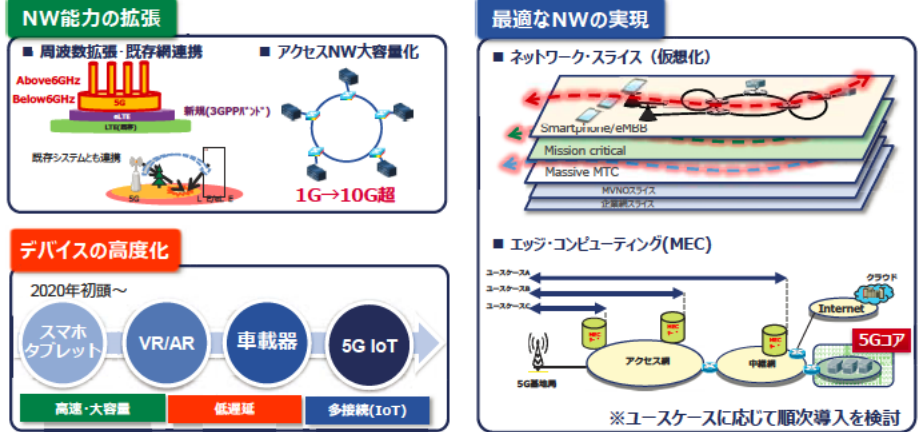
Above 6 GHz including mmWave: high bandwidths for access and backhaul
e.g. 24.25-27.5 GHz, 27.5-29.5 GHz, 37-40GHz

5Gでキーとなる無線技術

後方互換性のある新プラットフォーム

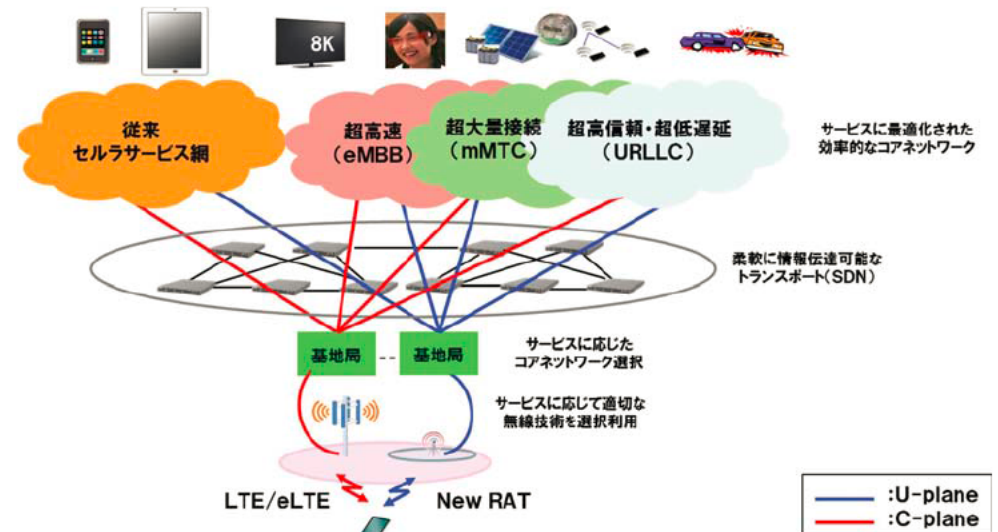


5Gネットワーク実現に必要な主な開発要素



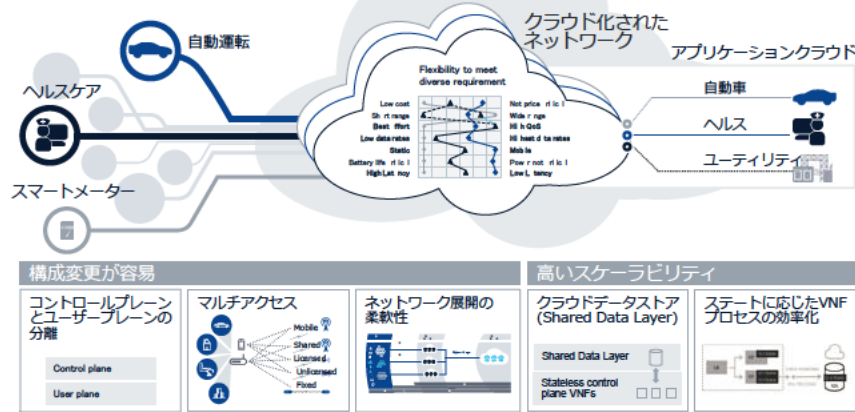
5Gのネットワーク構成 ～コアネットワークの構成～

・ コアネットワークには、仮想化技術(ネットワークスライシング、SDN)を活用し、個々のサービスに適した異なる論理ネットワークの構築により、高性能かつ経済的なネットワークを実現する。



クラウド化とスライシング

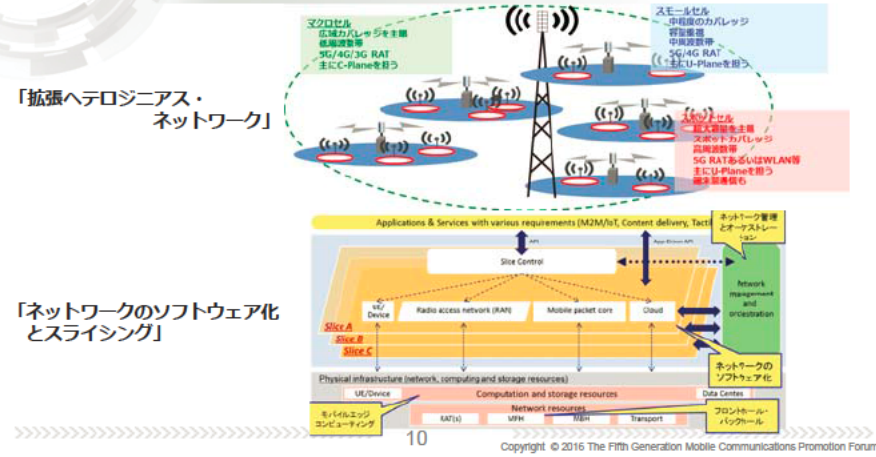
ユースケース毎に最適なネットワークをスライスとして提供



EBC EUROPEAN BUSINESS COUNCIL IN JAPAN
THE EUROPEAN (EU) CHAMBER OF COMMERCE IN JAPAN



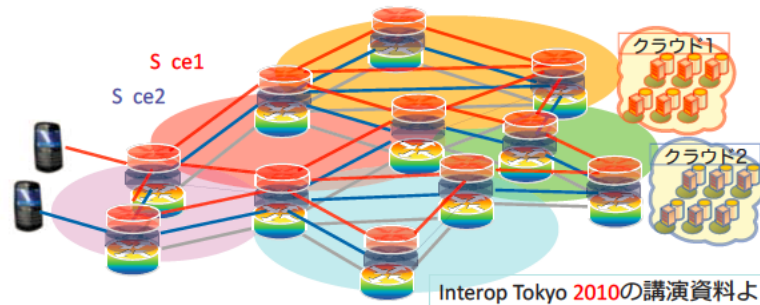
「超柔軟性」を実現するキーテクノロジー



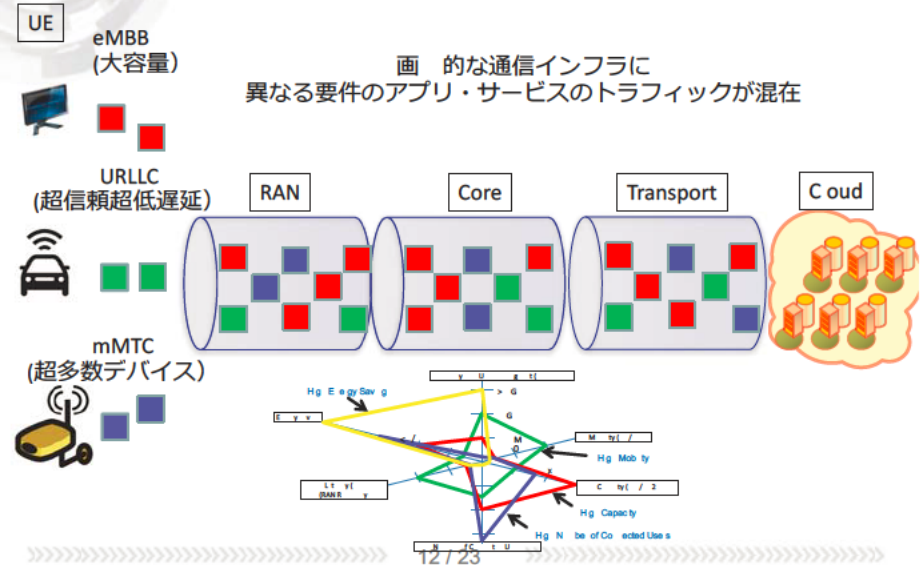
Network Slicingとは？

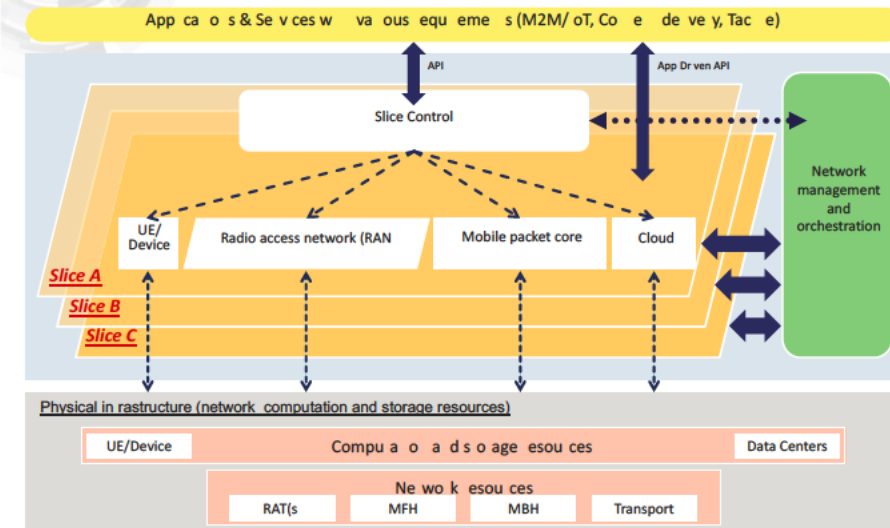
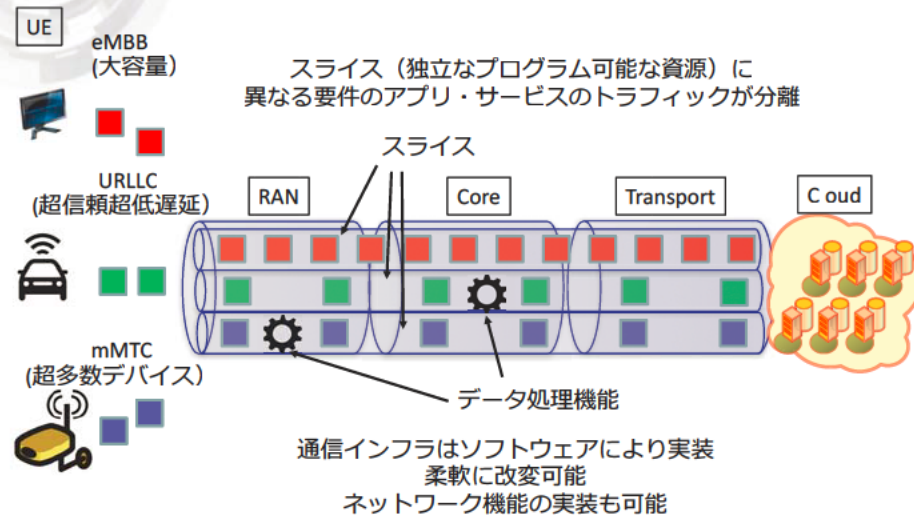
Slice = An isolated set of programmable resources to enable network functions and services

ネットワーク機能やサービスを実現するための、プログラム可能なコンピュータ・ストレージ・ネットワーク資源の独立な集合体



Network Slicing/Softwarizationのない通信インフラ(現状)

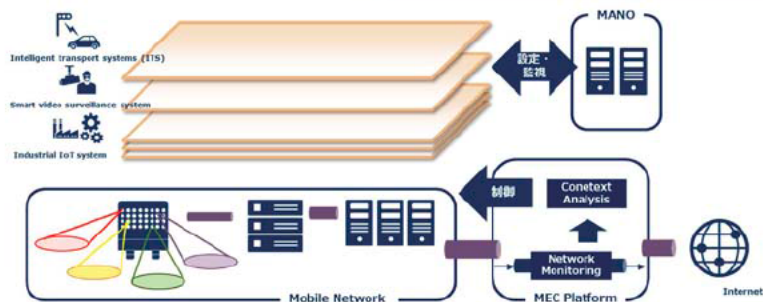




NECが考える5Gモバイルネットワーク

E2E NW Slicing

NWの仮想化技術とMANO機能により、機能・リソースを柔軟に配備し、動的に構築・管理することで、サービス要件を保障



サービスイネーブラ

コンテキストウェア技術とストリームデータマイニングにより、サービス要件に応じた動的なNW最適制御を実現し、IT/NWの親和性を向上

Massive MIMO

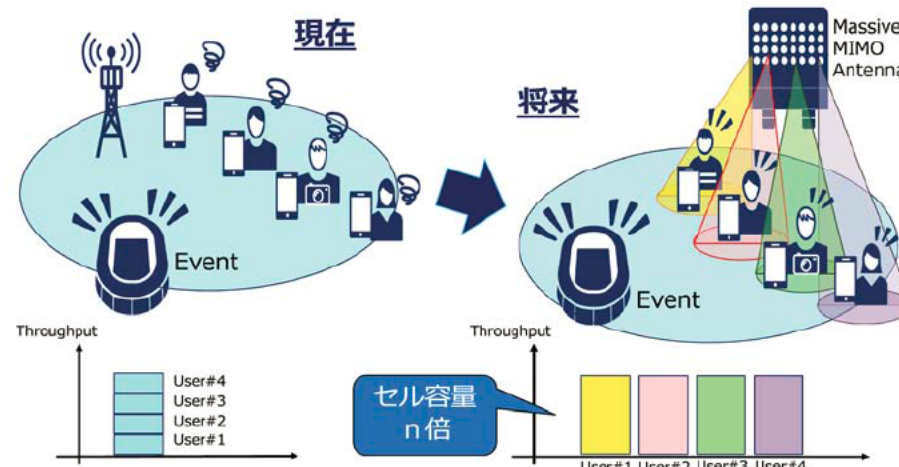
ビームフォーミング技術により、同一無線リソースを同時に複数の端末に割り当てることで、セル容量が飛躍的に増大

Mobile Edge Computing

クラウド上でサービスを実現していたサーバを、ユーザ/デバイスの近くに配備することで、高速かつセキュアなサービスを提供

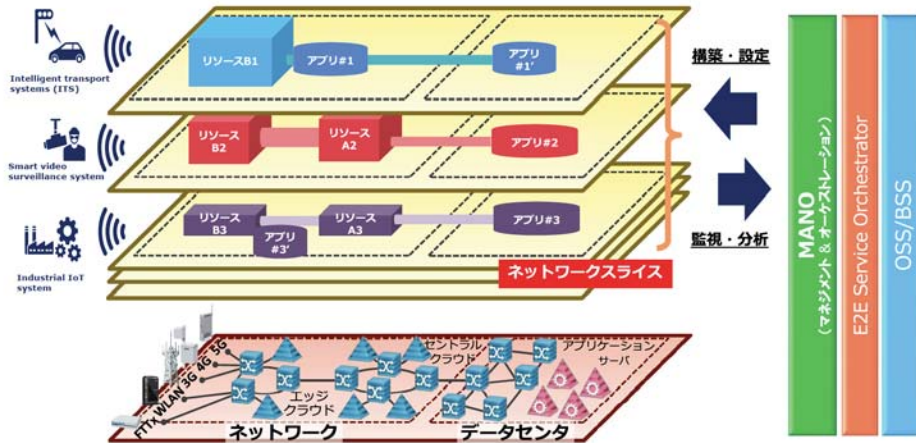
Massive MIMOによる大容量化

ビームフォーミング技術により、同一の無線リソースを同時に複数の端末に割り当てる事が可能となりセル容量が飛躍的に増大



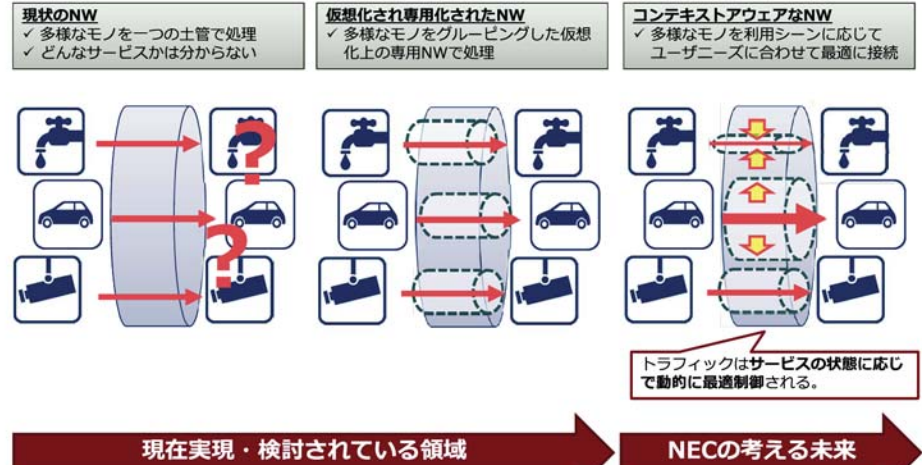
NW Slicingによる多様なサービスの実現

NWの仮想化技術とMANO機能により、機能・リソースを柔軟に配備し、動的に構築・管理することで、サービス要件を保証



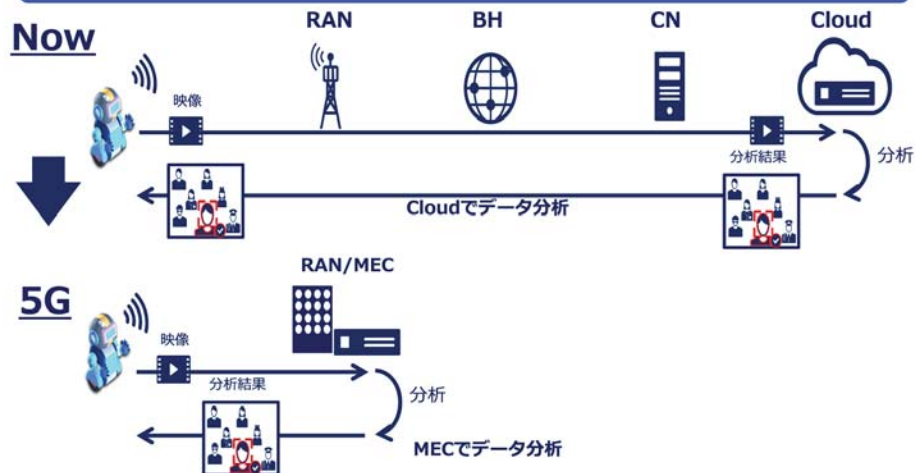
サービスイネーブラによる高信頼NW

次世代ネットワークでは、様々なデバイスがネットワークに接続されるため、個々のサービス要求を高信頼に提供する柔軟なネットワークが必要



低遅延 : Mobile Edge Computing

データ発生源の近くで分析処理を行うことで伝送距離とネットワークによる遅延を低減し、タイムリな映像解析と自然なコミュニケーションを実現



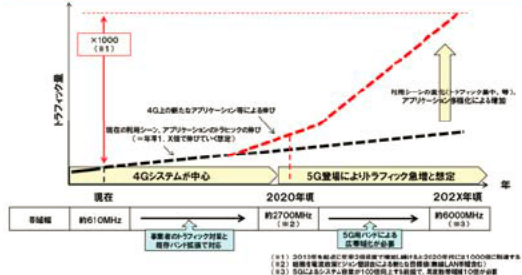
4. 5G実現に必要なとなる周波数

- 国際標準化の加速や装置開発の促進等を図るため、周波数帯毎に割当時期を明記した**周波数割当ロードマップを明確化**することが必要
- 5Gの早期実現に向けて、**5G用周波数帯(3.6GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯)を早期に割り当てるべき**
- 共用検討の結果、**地域制限等があっても全ての周波数帯を割り当てるべき**
- 5G用周波数を早期に割り当て、**我が国が国際的な周波数調和をリードすべき**
- 超高速通信用に、広帯域の割り当てが期待される28GHz帯の活用が検討
- 日本独自の周波数とならないよう、**主要国・地域との連携を進め、5G用周波数の国際調和を推進**すべき
- WRC19の候補帯については、低い帯域から検討を進めるべき
- 周波数逼迫対策やIoTなど4G上の新たなアプリケーションへの対応等のため、準備でき次第、**1.7GHz帯、2.3GHz帯、2.6GHz帯、3.4GHz帯を割り当てるべき**

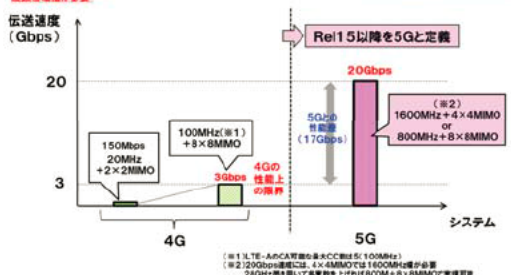
5G実現に必要なとなる周波数帯

- 5G実現のために必要となる周波数帯は、以下の通り。
 - 4G上の新たなアプリケーションへの対応及び5Gサービス提供のために必要 → 既存帯域拡張※1)
 - 5Gサービス提供のために必要 → 5G候補帯域の新規割当て※2)
- ※1) 国内未割当の3GPPバンド(1. 7GHz、2. 3GHz、2. 6GHz、3. 4GHz)から、既存業務との共用検討等の整理状況を踏まえ、準備ができ次第速やかに割り当てることが必要。
- ※2) 電波政策2020懇談会で検討された5G候補帯域(3. 6GHz、4. 5GHz、28GHz)から、遅くとも2018年度内の割り当てが必要。日本国が早期に割当て周波数帯を宣言し、同じ方向を向く国・地域をリードしていくことが、早期の5G実現に大きな意味を持つ。また、既存業務との共用条件等により、帯域によっては地域限定割当てでもあり得るため、全ての候補帯域から割当てを行うことが望ましい。
- 周波数割り当てに際して、既存業務(他業種)との周波数共用や周波数移行が必要になる場合は、既存業務への影響を考慮しつつ、割り当て可能な地域を限定する等の柔軟な割り当てを行う必要がある。

- 202X年に1000億のトラフィック(対2010年)が発生すると仮定すると、5Gのシステム容量効果100倍と現状の10倍の周波数帯確保(≒約6000MHz)が必要となる。
- 2020年以降も、WRC19での結果を踏まえた継続的な周波数割り当てが必要となる。



- 5Gで想定されているサービスのうち、スタジアム等の多くの人が集まる場所で提供されるeMBBサービスにおいては、システム容量はピーク伝送速度が最も重要な性能指標である。
- 4G技術では、システム上の限界※1)があり、ピークで3Gbpsまでしか伝送できない。20Gbpsを達成するには、より広い周波数帯域が必要※2)。



(参考) 諸外国における5G候補周波数帯検討状況

- 5G導入を積極的に検討している主要国における5G候補周波数帯の検討状況は下表の通り。
- 3. 6GHz帯、4. 5GHz帯、28GHz帯のいずれについても、これら主要国との間で、周波数ハーモナイズが期待できる。

	6GHz以下	6GHz以上	備考
欧州 	700MHz 3. 4-3. 8GHz	24. 5-27. 5GHz	欧州委員会(EC)内で検討されている周波数
米国 		27. 5-28. 35GHz (Licensed) 37-38. 6GHz (Licensed) 38. 6-40GHz (Licensed) 64-71GHz (Unlicensed)	FCCが本年7月14日に発表した5G向けに開放を行うとした周波数
中国 	現状のトライアルでの周波数 3. 4-3. 6GHz システムトライアル(2017年~)で追加を検討している周波数 4. 4-4. 5GHz 4. 8-4. 99GHz	システムトライアル(2017年~)で追加を検討している周波数 43. 5GHz以下	IMT-2020(PG)が示している5Gトライアルの利用周波数
韓国 		26. 5-29. 5GHz	韓国政府が示している2018年における5Gのトライアル周波数

5G早期実現と発展に向けた課題認識(1)

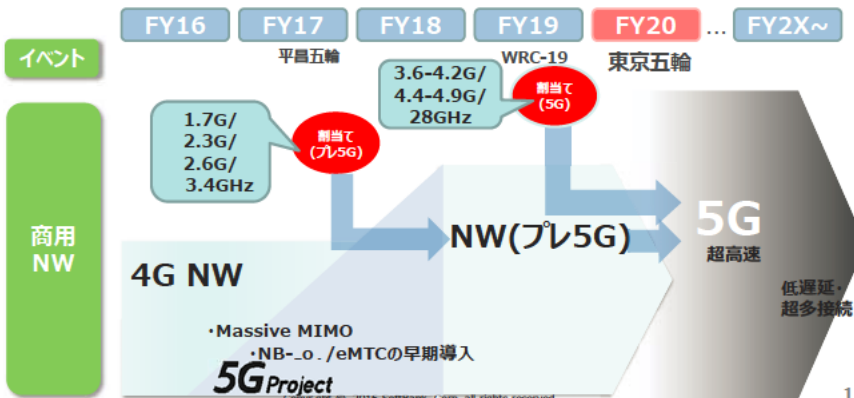
- <5G用周波数帯の早期確定が重要>
 - 17年6月予定の答申に日本国の5G用周波数帯と割当て時期を明記することが5G早期実現に有効である。日本国における5G用周波数帯早期確定は、5G導入を模索している他の国・地域への強いメッセージとなり、国際標準化の加速、グローバル装置開発促進が期待できる。
 - 5Gでは、様々な産業が連携して多様なサービスを展開することが求められる。そのため、ネットワーク構成の柔軟性だけでなく、周波数割当ての柔軟性も必要となる。5G用周波数帯の割当てに際して、既存業務(他業種)との周波数共用や周波数移行が必要になる場合は、既存業務への影響を考慮しつつ、割り当て可能な地域を限定する等の柔軟な割り当てを行う必要がある。
 - 5G導入後の継続的な発展のためには、WRC19での確実な周波数帯確保と、継続的な周波数割り当てが必要不可欠である。現在、ITU-Rでは、11の候補バンドを前提に検討が進んでいるが、WRC19で確実に周波数を確保するためには、日本国として早期にターゲット周波数帯の絞り込みをすることが有効である。例えば、より低い方の5帯域程度に絞り込む等の判断が必要ではないか。
- <技術的条件策定に向けた検討課題>
 - 5Gでは、膨大な素子数を前提としたアクティブアンテナシステムが必須であり、3GPP等の国際標準化では、これを前提とした仕様検討が進んでいる。現状の電波法が、これをそのまま適用可能かどうかを詳細に検討する必要がある。
 - 6GHzを超える周波数帯における、広範な利用形態に対応可能な電波防護関連制度について早急に検討を進める必要がある。

5G実現に必要なとなる周波数

SoftBank

2020年に向けてSTEP2までのロードマップをまず明確化する必要

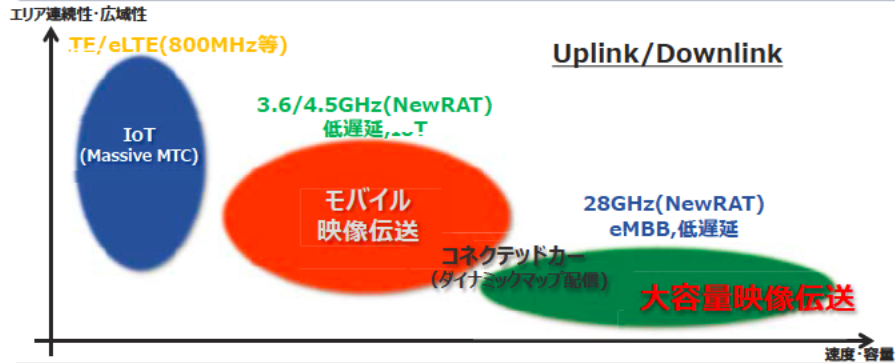
- ◆STEP1: 2017年度(割当)~
IoTは主に低い周波数帯域を利用し面カバー、高速サービスは主に新規プレ5G周波数を含めたその他の周波数帯域で提供
- ◆STEP2: 2019年度(割当)~
広帯域が確保できる5G向け周波数でeMBBサービスを提供



周波数の最適な使い分け

14

8K映像等を大量に伝送するユースケースに対しては広帯域の28GHzを活用するなど、周波数帯の特性に応じて使い分ける必要がある。



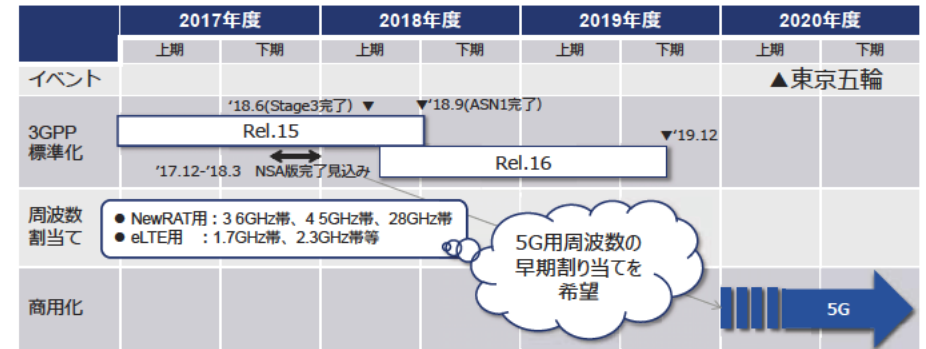
KDDI

Copyright © 2016 KDDI Corporation. All Rights Reserved

標準化と周波数の割当て時期

16

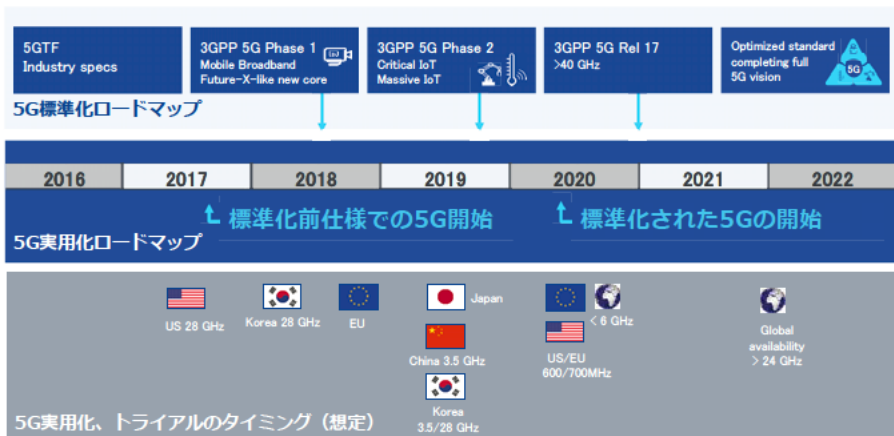
東京五輪に向けて5G用周波数（NewRAT用、eLTE用）の早期割当てを希望



KDDI

Copyright © 2016 KDDI Corporation. All Rights Reserved

5G実用化までのロードマップ



5G無線インターフェース導入に向けての検討課題

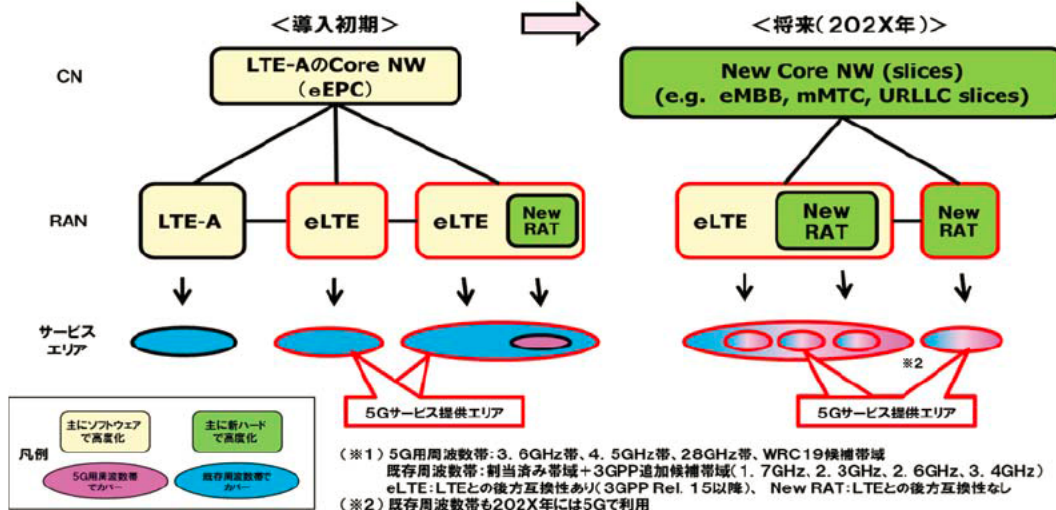
- 5G NRはさまざまな周波数、および利用用途に対応した無線インターフェースとなる。また、将来の拡張も容易なように設計される。
 - この様な無線インターフェースで想定される技術条件をすべて細かく網羅するのは困難であり、**将来の拡張にも柔軟に対応できるような技術条件を規定する方向**を検討するべき。
- 周波数確保（特定）時期は標準化作業および実装の観点からなるべく早い段階とするべき。
 - 5Gの実装をするためには無線機能仕様が必要。
 - 無線機能仕様の策定には周波数の特定が不可欠。3GPPの作業の優先度を上げるためには、**2017年の3月に対象の周波数のWork Itemが提案できるよう準備を進めることが望ましい。**
 - クアルコムとしては対象周波数として、4.4 - 4.9 GHz、27.5 - 29.5 GHzを優先して検討することを提案する。共用条件検討の進捗次第では3.6 - 4.2 GHzも有力候補とする。
- 5Gにおいても単位周波数あたりの周波数利用効率の大幅な増加は期待できないため、**超広帯域通信を実現するためには広い周波数帯域の確保が必須**である。

5. 4Gから5Gへの進展シナリオ

- 5G導入当初は、**既存周波数帯のLTEと5G用周波数帯の新たな無線アクセス技術を組み合わせたNSA構成**が想定
- 5Gの導入が進展した上で、**5Gの無線アクセス技術単独となるSA構成**を導入
- 当面、LTEベースのコアネットワークを活用
- 当面、**eMTC、NB-IoT等の技術で多数同時接続(mMTC)を実現**
- 無線技術だけでなく、モバイル・エッジ・コンピューティングや、5Gコアネットワークの導入等により、**有無線を含めたネットワーク全体で低遅延・高信頼を実現**
- 本格的な5Gの普及展開に向けて、仮想化技術(SDN、ネットワークスライシング)を導入した**5Gコアネットワークを導入**
- 現在のハードウェアをベースに、ソフトウェアアップグレードで対応するなど、**低コストで5Gへの移行を目指す**

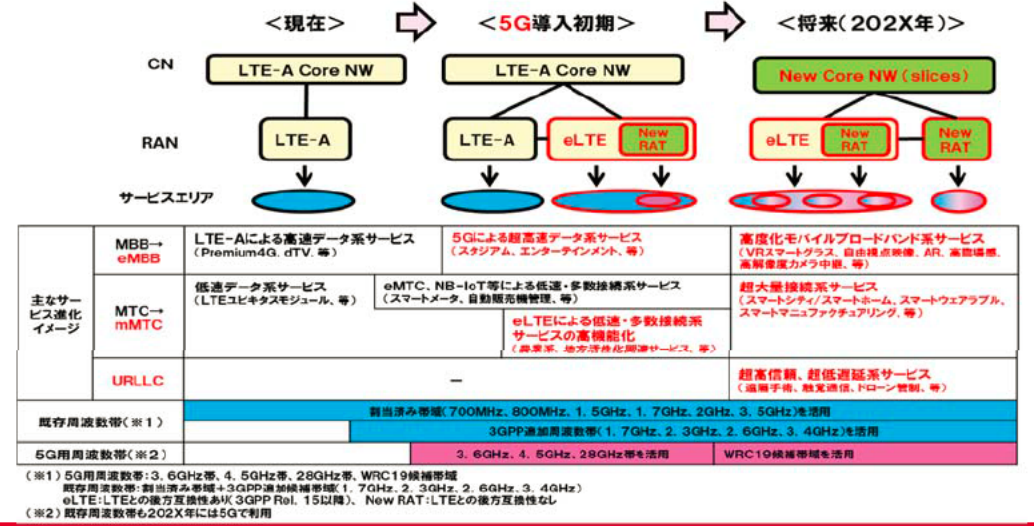
4Gから5Gへの進展のシナリオ

- 5G導入初期には、既存周波数帯におけるeLTEと5G用周波数帯におけるNew RATにより5Gサービスの提供が開始されると想定(下図赤枠内)(※1)。
- 将来的(202X年)には、コアネットワークにスライシングを導入し、効率的な5Gプラットフォームによる柔軟な5Gサービスの提供が実現すると想定。



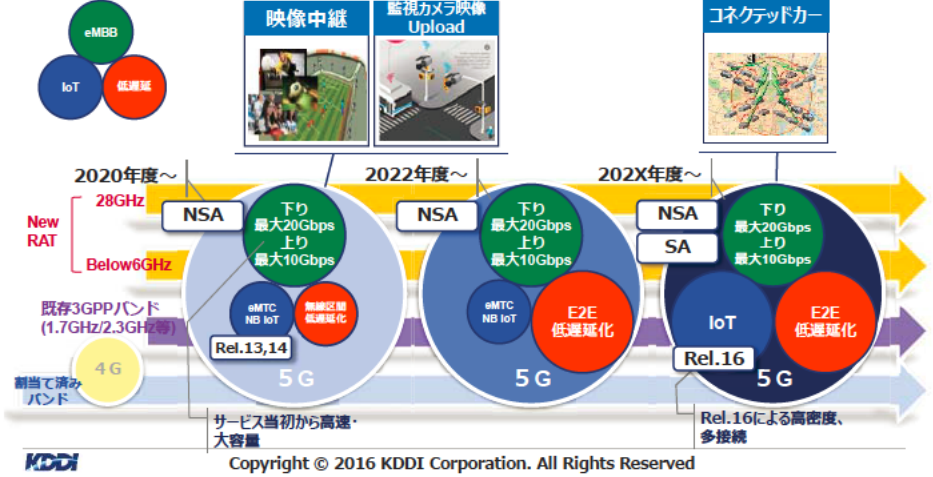
5G早期実現に向けて

- 現在のモバイルネットワークから202X年頃の5G時代の到来に向けたNW、サービスの進化、これらに対応するために必要な追加周波数割当てのタイミングを以下のように想定している。
- IoT系サービスの発展及び5G早期実現のため、追加周波数(3GPP追加帯域と5G用周波数帯域の両方)の早期割当てが必要である。



標準化動向からの5Gロードマップ想定

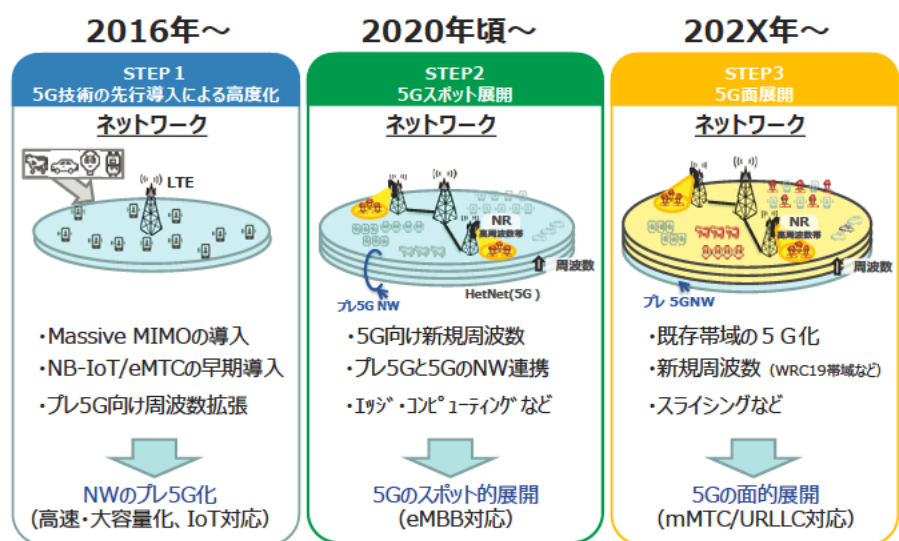
11



5GのNW構成と5Gへの進展シナリオ

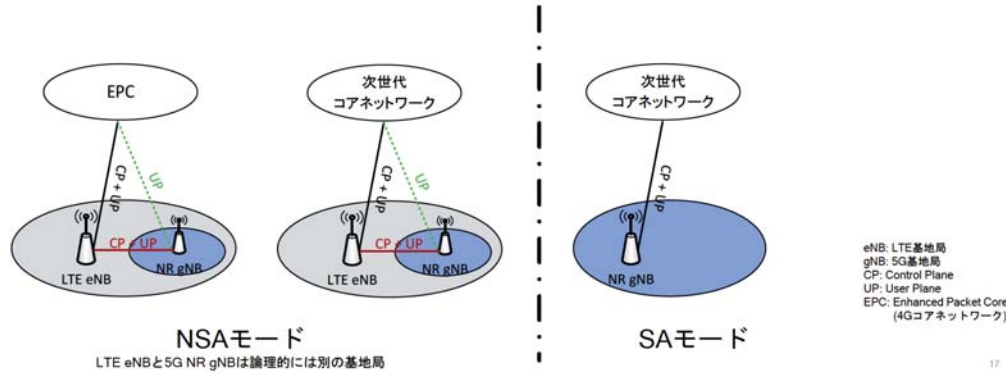
SoftBank

世界に先駆けた5G実現のため、NWを段階的に高度化



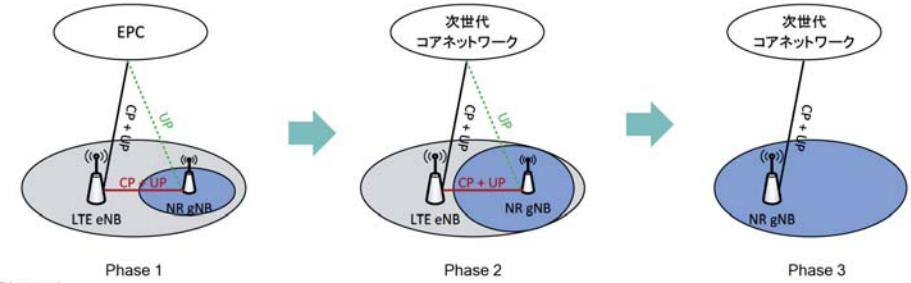
3GPP 5G NRのSAモードとNSAモード

- 3GPP 5G NRでは5Gの基地局だけで運用するSA (Stand Alone)モードとLTEの基地局と組み合わせて運用するNSA (Non Stand Alone)モードが検討されている。
 - コアネットワークの構成、マスターノードとなる無線方式の構成、ユーザデータのベアラーの分配方法によりいくつかのオプションがある。(以下のネットワーク図は3GPPで検討されているオプションの一部)



17

4Gから5Gへの進展シナリオ (例)



- Phase 1
5Gの導入当初はNSA(Non Stand Alone)モードを用い、LTEの安定したカバレッジをベースに5Gが利用できるエリアで5Gのサービスを提供する。
 - Phase 2
5Gのエリアが拡大するのにあわせて、コアネットワークを次世代コアネットワークにアップグレードする。LTEも次世代ネットワークのコアを使用する。無線インターフェースはNSAモードが使用される。
 - Phase 3
5Gのエリアが十分にできた段階で、SAモードでの運用を開始する。
- NSAモードでのネットワーク展開は5Gを実現する上で重要な要素である。NSAモードを考慮した制度整備を行っていくことが望ましい。

20

6. その他

- 膨大な素子数を前提とした**アクティブアンテナの測定方法**等の検討が必要
- 6GHz超の周波数帯における電波防護に関する関連制度について、早期に検討を進めるべき
- 3GPPリリース16以降の「5G+ (プラス)」にも目を向けるべき

制度上の検討課題

- AAS (Advanced Antenna System)によるビームフォーミング、およびMassive MIMOは今後導入が期待される機能。
- 現在の制度の下では、再免許時の登録点検を行うために基地局アンテナに保守用モニターポートの具備が行なわれている。しかしながら、アンテナ実装の高密度化により、保守用モニターポートが現実的でなくなる可能性がある。

