



基本コンセプト作業班における検討状況

平成29年1月27日

1. 検討経過

1. 作業班における検討状況

○ 第1回作業班(平成28年11月15日)

- (1) 諮問事項、作業班の設置、運営、今後の進め方等
- (2) 構成員からのヒアリング①

中村構成員(株式会社NTTドコモ)、松永構成員(KDDI株式会社)、上村構成員(ソフトバンク株式会社)
本多構成員(欧州ビジネス協会)、佐藤構成員(第5世代モバイル推進フォーラム)

○ 第2回作業班(平成28年12月6日)

- (1) 提案募集の結果概要について
- (2) 構成員等からのヒアリング②

桑原英治 氏(総合警備保障株式会社)、菅沼英明 氏(トヨタ自動車株式会社)
城田雅一 氏(クアルコムジャパン株式会社)、橋本構成員(日本電気株式会社)

○ 第3回作業班(平成28年12月16日)

- (1) 構成員等からのヒアリング③

中尾彰宏 氏(東京大学大学院)、岩澤貞裕 氏(東武鉄道株式会社)、古屋弘 氏(株式会社大林組)
辻構成員(日本電信電話株式会社)、大西構成員(ソニー株式会社)

○ 第4回作業班(平成29年1月23日)

- (1) eMTC/NB-IoTの技術的条件等
- (2) 構成員等からのヒアリング④

藤沢 修 氏(凸版印刷株式会社)、平松構成員(パナソニック株式会社)、中村構成員(富士通株式会社)

2. アドホックグループにおける検討状況

○ 第1回アドホックグループ(平成28年11月29日)

- (1) 諮問事項、アドホックグループの設置、運営方針等、調査の進め方等
- (2) eMTC及びNB-IoTの技術概要
- (3) eMTC及びNB-IoTに係る共用検討等

○ 第2回アドホックグループ(平成29年1月13日)

- (1) eMTC及びNB-IoTの技術概要・共用検討等
- (2) 電波防護指針

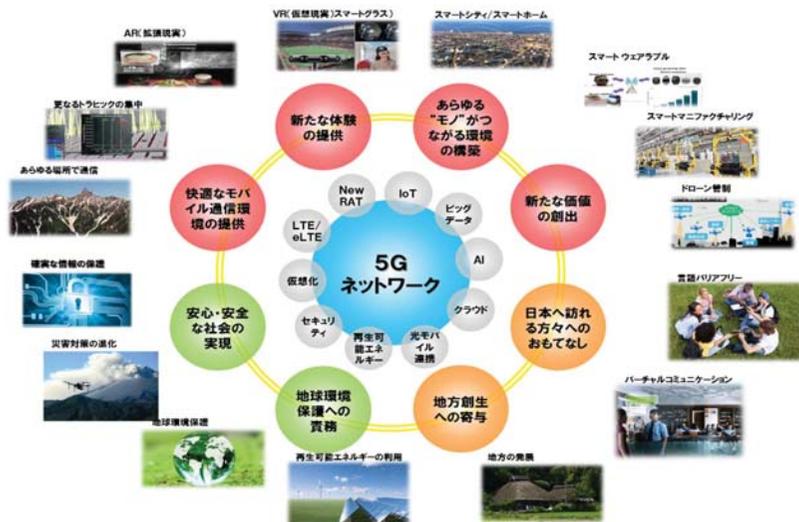
- ① 5Gの基本コンセプト
- ② 5Gのサービスイメージ・社会実装の推進
- ③ 5Gのネットワーク構成
- ④ 5G実現に必要なとなる周波数
- ⑤ 4Gから5Gへの進展シナリオ
- ⑥ その他

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)**」などの特徴を有するIoT基盤
- 5Gは、多種多様な周波数帯、無線アクセス技術から構成される**ヘテロジニアス・ネットワーク構成**となる
- いつでもどこでも、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**可能な「**究極の柔軟性(Extreme Flexibility)**」を持つ
- 多種多様な要求条件に応じ、**必要な場所に適切な機能(ネットワーク)**を展開
- 5Gの活用により、**産業構造の変化**をもたらす
- 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、**迅速に容易に必要な機能を提供**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：ユーザセントリックの実現



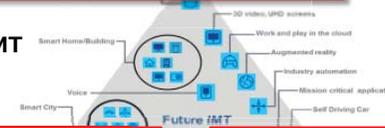
ITU-R 5Gの3ユースシナリオ

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

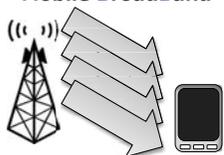
低遅延
(Ultra-reliable and Low Latency Comm.)
無線区間遅延 1ms

「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

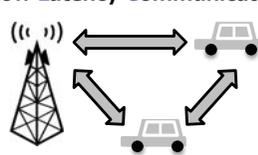
拡張モバイルブロードバンド
enhanced Mobile BroadBand



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.

NECが目指す社会課題解決

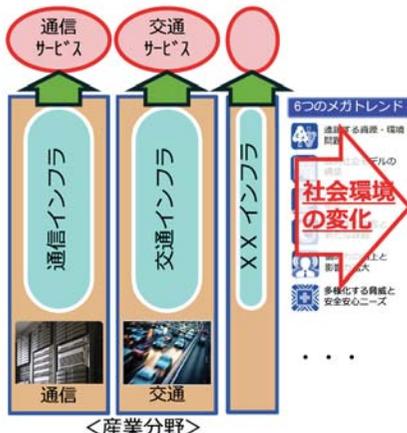
6つのメガトレンドとテクノロジートレンドを読み、抽出した7つのテーマにおいて、社会ソリューション事業に取り組む



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

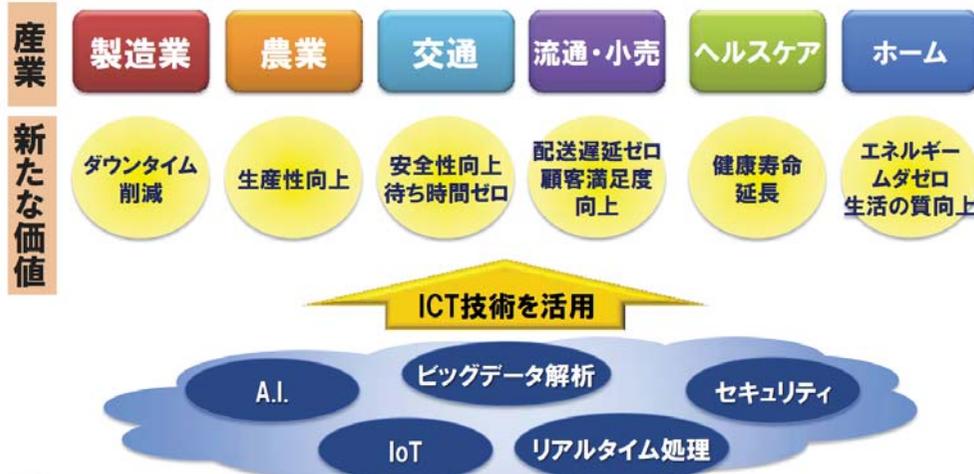


【今後】産業横断による社会価値の創造



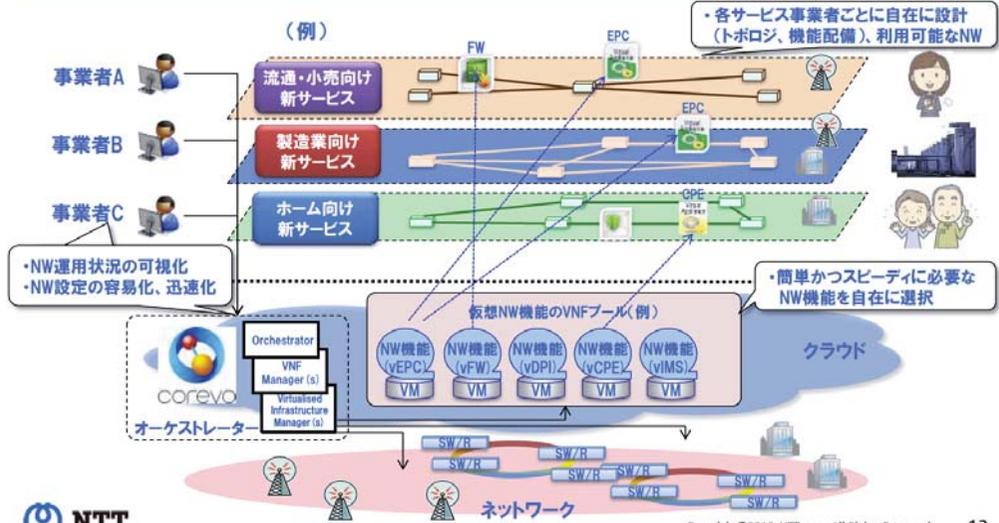
ICT技術を活用した各産業の新たな価値創出

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

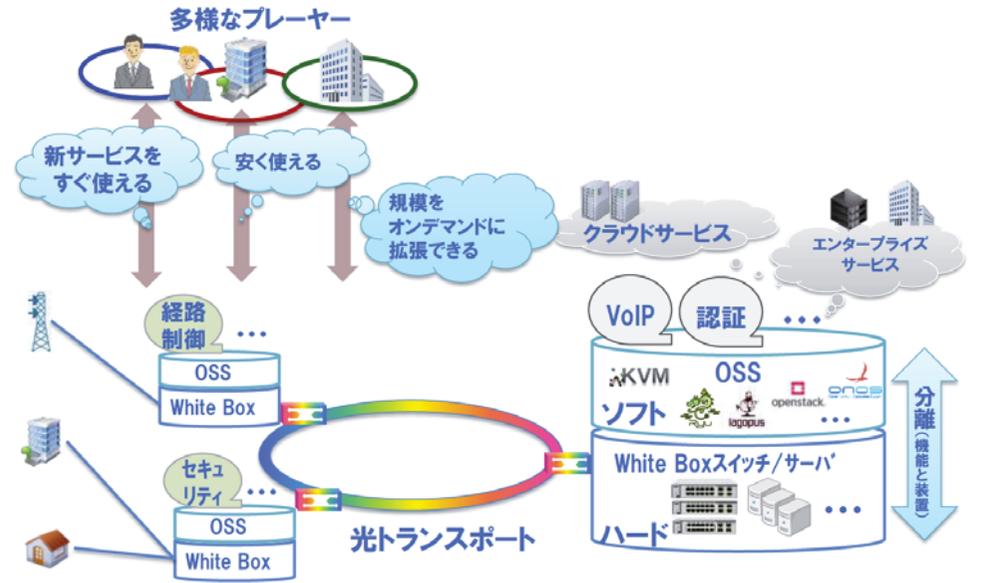


新世代の通信システムはよりサービス指向へ

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。

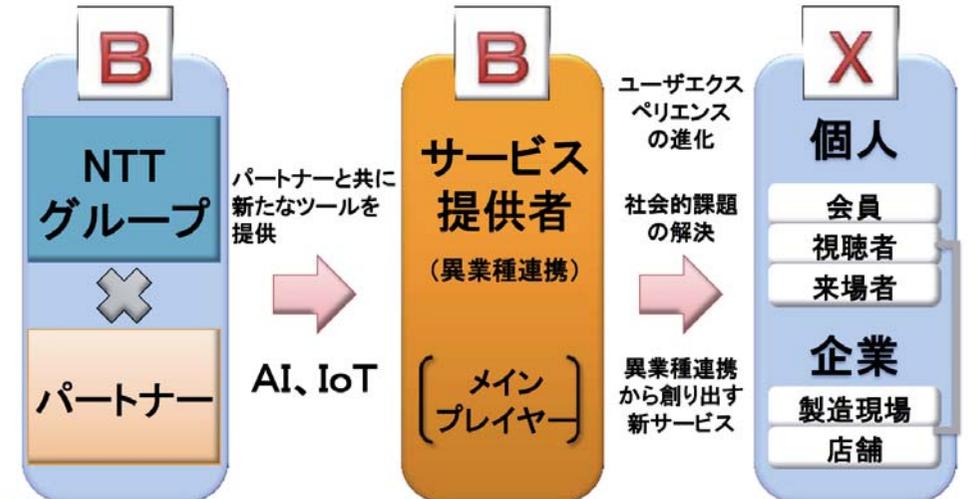
~1995年: 固定電話中心の垂直統合時代 (通信事業者・大手ベンダが中心)
 1995年~: インターネットがもたらした通信と情報の融合時代 (ITベンダやネット系など専業事業者が台頭)
 2005年~: モバイルとクラウドによる共創と競争の時代 (水平統合/垂直分離によりレイヤの上下進出や連携が進展)



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。



■ Business expansion capability (ビジネス分野の拡張性)

- Create new values and business models based on 5G network
- IoT is one of the promising targets
- Should be an evolving system with timely incorporation of new service/use-case requirements



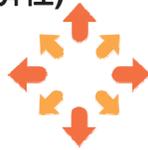
■ Improved user/application QoE (利用者視点)

- Always sufficient quality of user experience (immersive experience)
- Always sufficient quality for various applications (IoT, V2X, etc.)
- Provision of consistent E2E QoE, Ubiquitous coverage



■ Higher scalability/adaptability and efficiency (経済性)

- Efficient use of radio resource and energy
- Low cost (UE, CAPEX/OPEX)
- Flexibility to match the requirements of different use-cases
- Based on cloud-based virtualized network



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

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

● **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)
デジタルアーカイブ(凸版印刷)

● **自動車分野**(セルラーV2Xの議論が活発化)への適用が期待

● 農業、観光、建設等の分野への導入を進めることで、**地域活性化・地方創生**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

高度化モバイルブロードバンド(eMBB)	超大量接続(mMTC)	超高信頼・超低遅延(URLLC)
VR(仮想現実)スマートグラス AR(拡張現実) 自由視点映像 高画質放送 超高密度トラフィック(スタジアム等) 高解像度カメラ中継(アフリック)	スマートシティ/スマートホーム スマートウェアラブル スマートマニファクチャリング	ドローン制御 触覚通信 遠隔手術

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

放送業界 自動車業界 鉄道業界 観光 医療/ヘルスケア業界 農業 工業 防犯・警備 etc.

© 2016 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

3

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。



© 2016 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

10

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

社会実装ユースケース(例)

屋内対策(鉄道業界) | コネクテッドカー(自動車業界) | ドローン(セキュリティ業界) | 農機制御(食品スーパー業界)

監視カメラ(セキュリティ業界) | スタジアム高精細映像(放送業界) | 工場(建設業界)

導入エリア

都市部	郊外	ルーラル
28GHz帯 (新規5Gバンド) 5G(28GHz帯)	5G(Below6GHz)	5G(Below6GHz)

3GPPバンド

eLTE

LTE/LTE-A

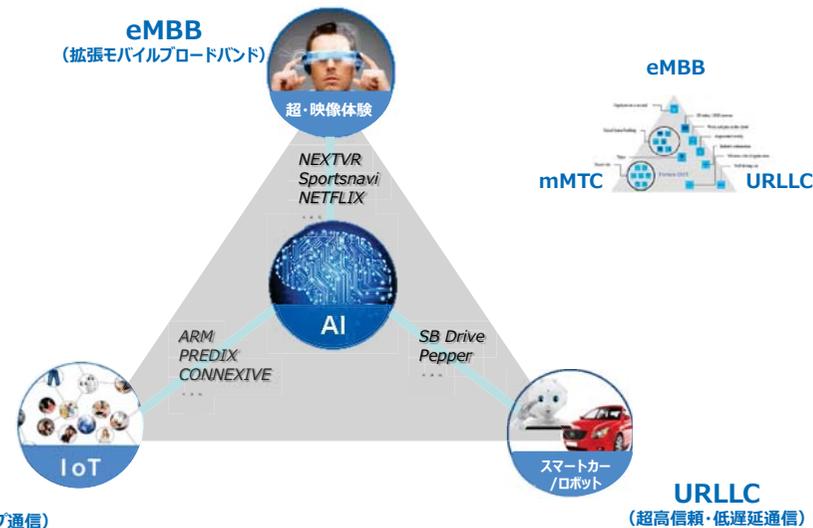
KDDI

Copyright © 2016 KDDI Corporation. All Rights Reserved

5Gのビジネス領域

SoftBank

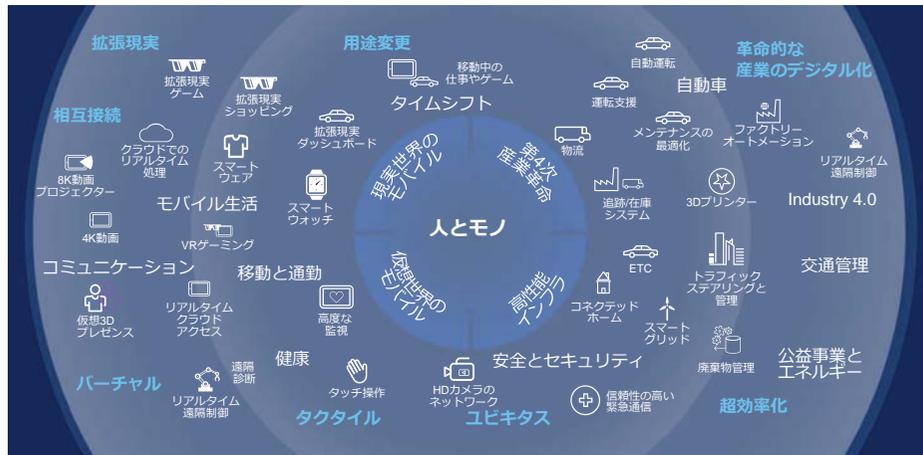
5GによりAI、IoT、スマートカー・ロボット、VRなどのサービス・ビジネス領域が本格化



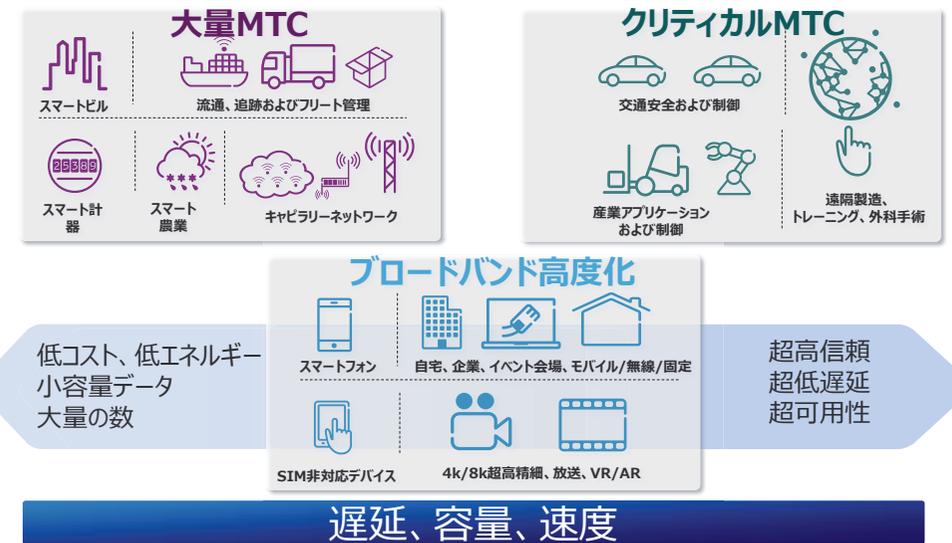
Copyright © 2016 SoftBank Corp. all rights reserved.

9

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

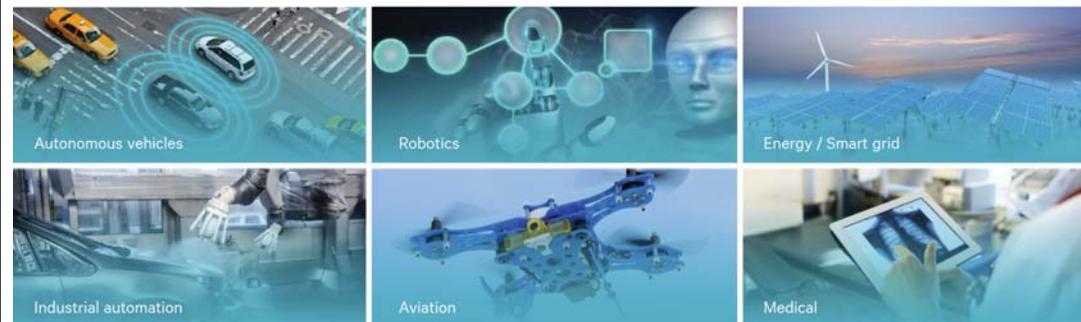
Lower latency
Significantly reduced e2e latency

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

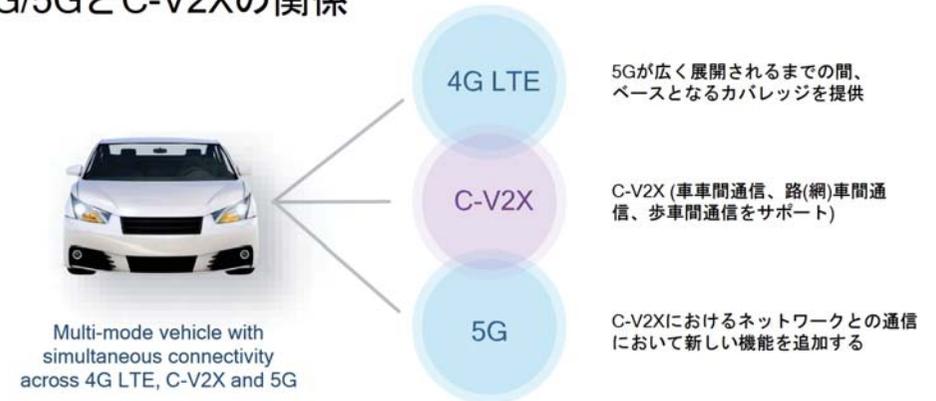


携帯基地局経由通信

- 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



- 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

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	ファンサービス	Virtual Reality VR選手体験、 マイレージポイント 等
	映像サービス	三次元 3D、マルチアングル、 選手追いかけ 等
情報基盤	e-Commerce ECサービス	地域商店街との相互送客 等
	CRM基盤	Customer Relationship Management 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)

産業界との連携 (2)



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, Valeo

...and more to join in the very near future

3. 5Gへの期待



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】



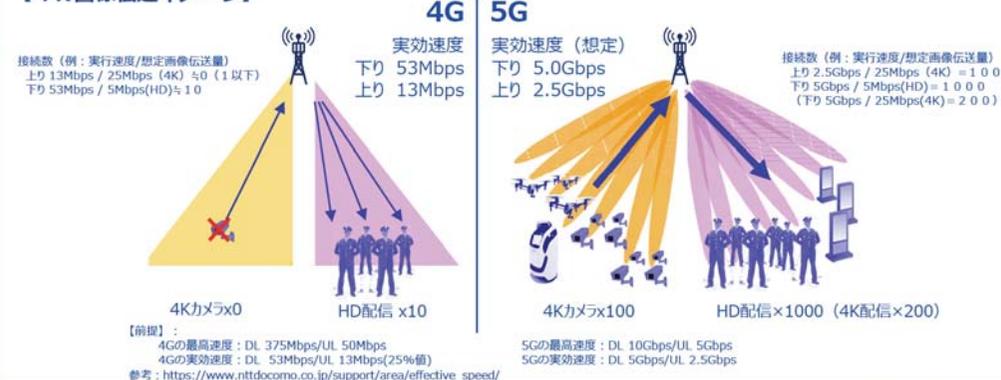
3. 5Gへの期待



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。

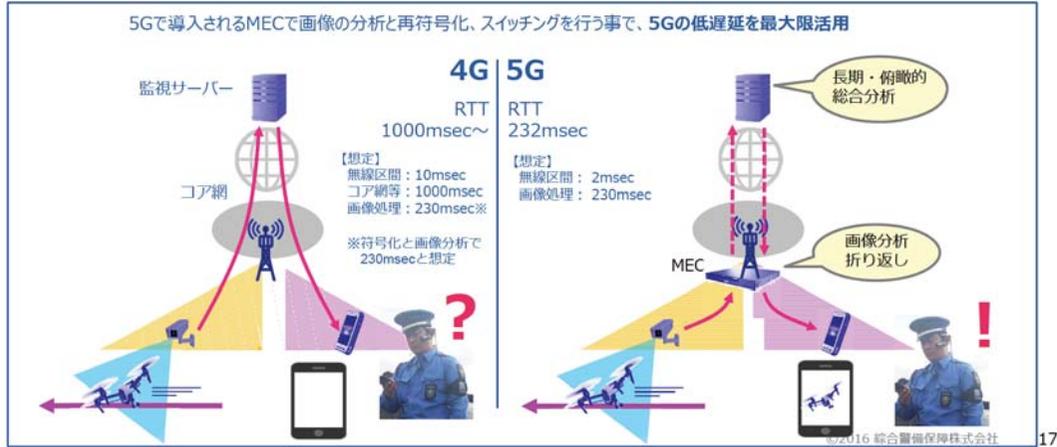
【4K画像伝送イメージ】



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靱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。

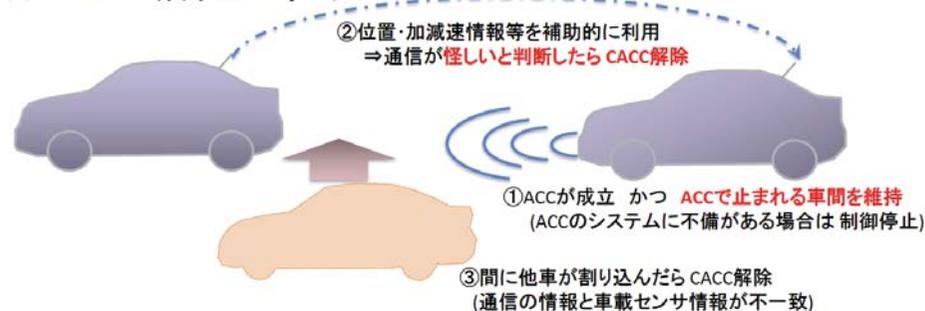
ALSOXが警備を担った大規模イベント





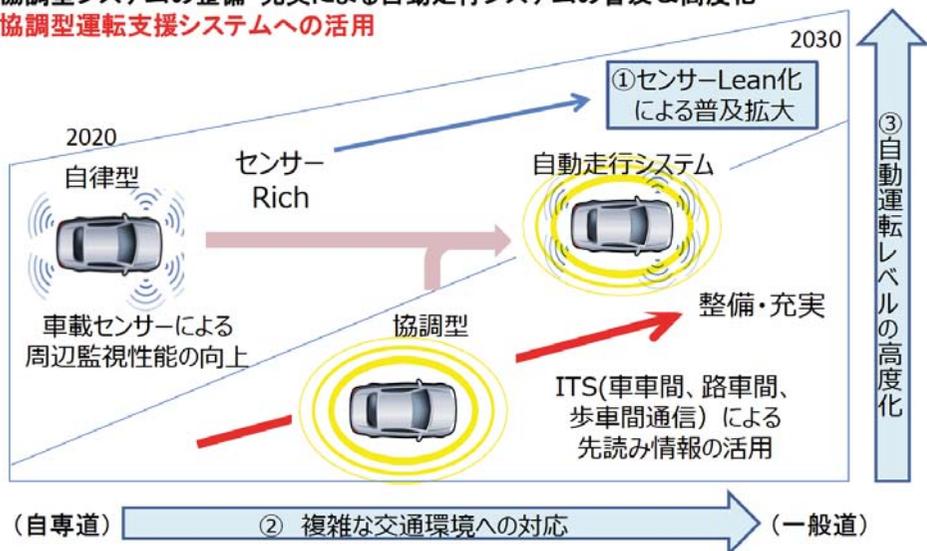
- 前提:クルマはあくまでも**自律**が基本
 ※走る(パワートレイン)・曲がる(ステアリング)・止まる(ブレーキ)は独立して動作
- 通信:より安全・安心・快適な制御を行うための**補助情報・センサ情報のひとつ**として活用
 ※通信データのみでクルマの制御を行うことはしない

★C-ACCが成り立つわけ

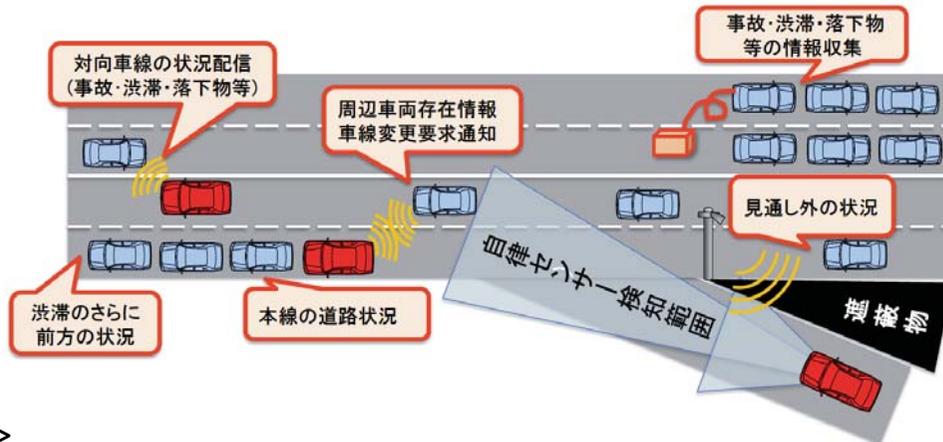


【段階的な実用化】

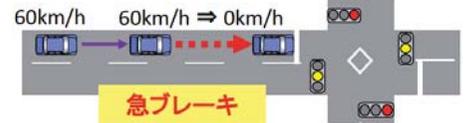
- ・自律型システムによる自動走行システムの早期実用化
- ・協調型システムの整備・充実による自動走行システムの普及&高度化
- ・協調型運転支援システムへの活用



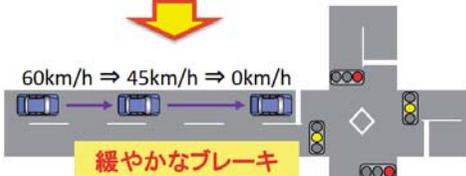
- ・渋滞や工事車線規制等の先読み情報を活用し自動走行車両が走行計画を変更
- ・合流や車線変更時のネゴシエーションにより安心・スムーズな車両制御を支援



【自律センサのみ】

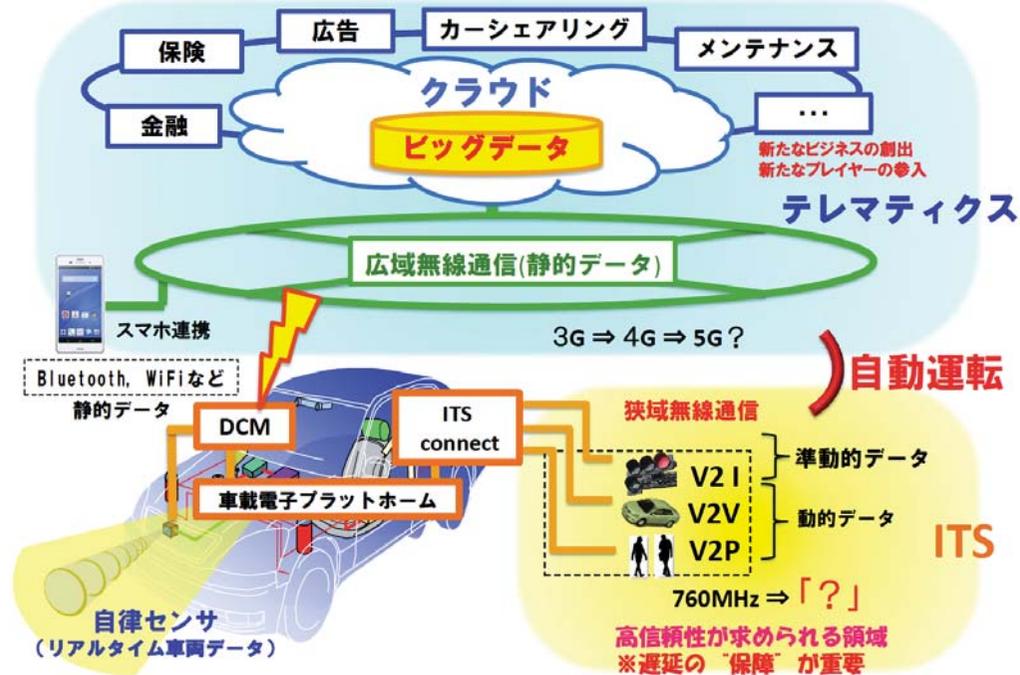
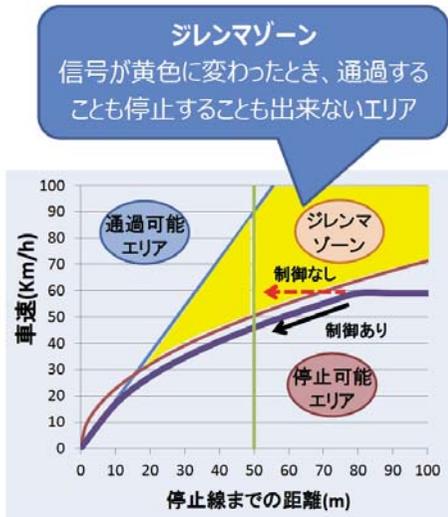


信号機の灯色のみを認識
⇒ ジレンマゾーンの判断が難しい



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

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



新たなビジネスの創出
新たなプレイヤーの参入

自動運転

ITS

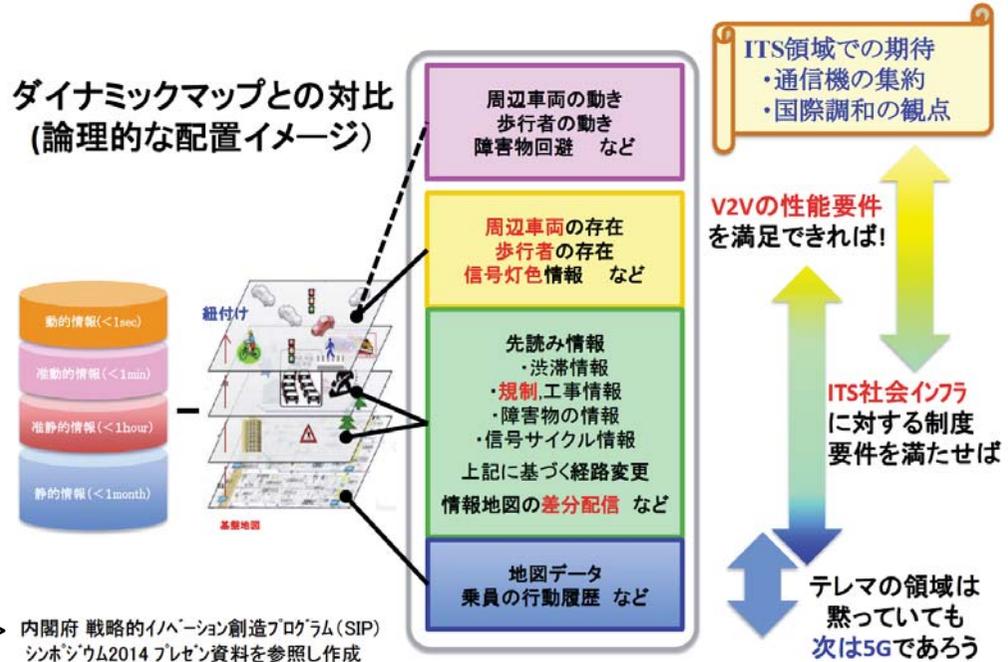
760MHz ⇒ 「？」
高信頼性が求められる領域
※遅延の「保障」が重要

ダイナミックマップとの対比
(論理的な配置イメージ)



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

ダイナミックマップとの対比
(論理的な配置イメージ)



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)発生時の対処・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。



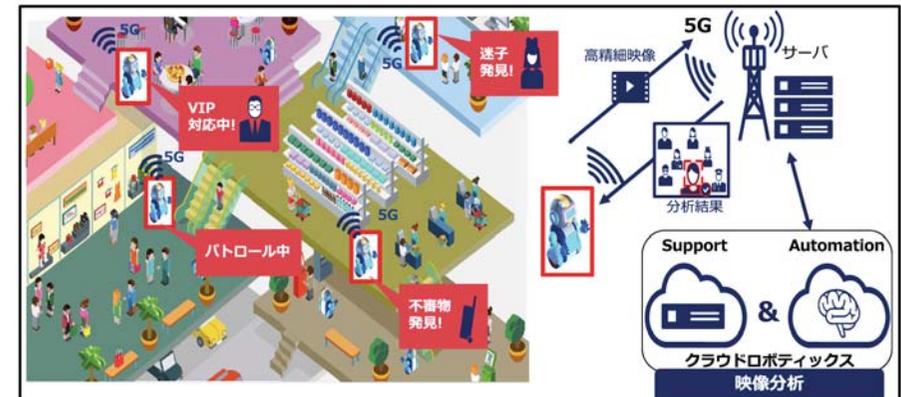
おもてなしの高度化 (ショッピングモール)

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



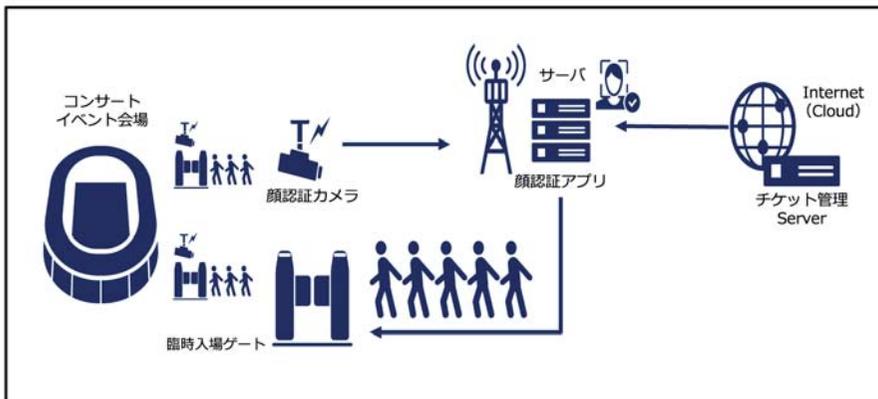
入場管理の高度化

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。



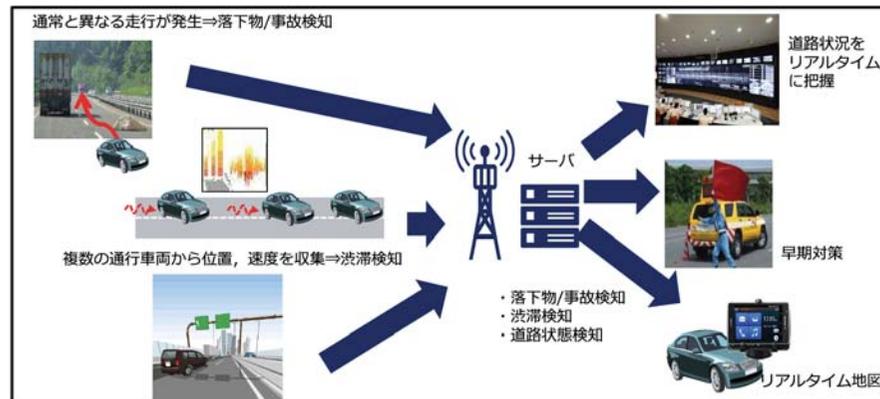
交通の高度化 (ダイナミックマップ)

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



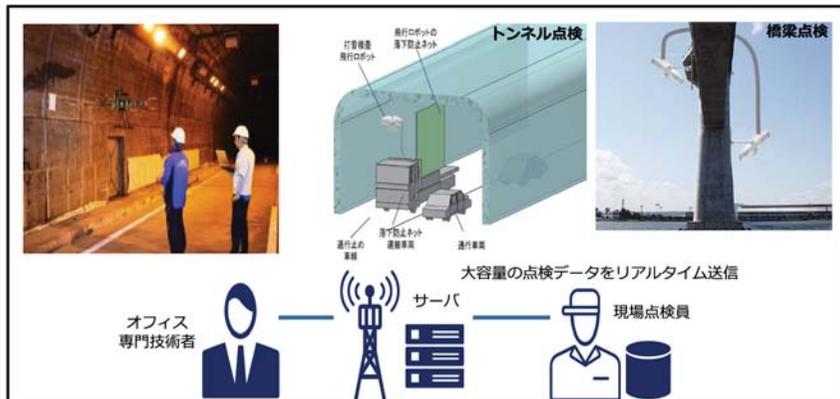
インフラ点検の高度化

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)が遠隔で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・情報を深掘りできる次世代観光

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、深掘り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、あの街にってみようかな」

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。

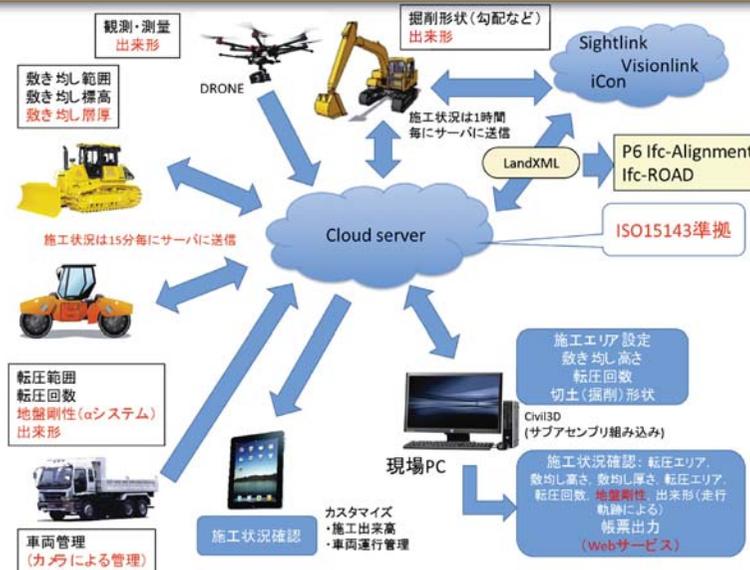
- ・ 所要の施工精度となるようにオペレータを支援(モニタ表示等)する「マシンガイダンス技術(AMG)」
- ・ 油圧制御技術を組み合わせることで、3次元デジタル設計データに従って土工板を自動制御する「マシンコントロール技術(AMC)」



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



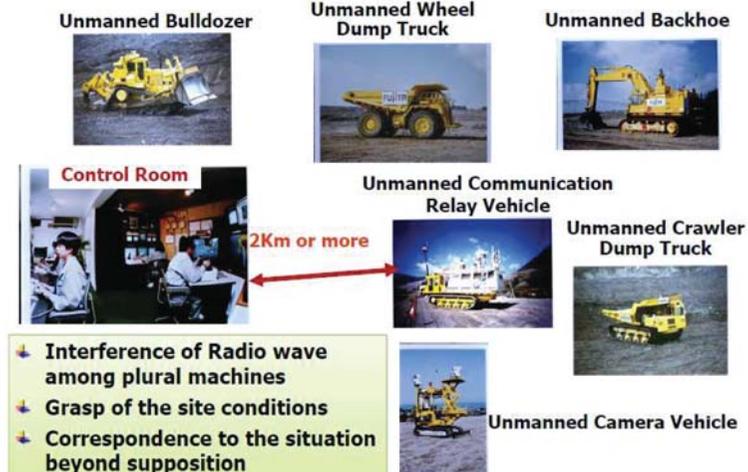
車載PC(データ表示)

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



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

VR専用シアターは、国内20拠点、海外2拠点に展開

常設に加え、期間限定のイベント対応など仮設シアターの拡充要望に応えられる5Gクラウド配信網に期待！



体験型VR観光アプリ「ストリートミュージアム®」

VRとGPSを組み合わせ、その場ならではの情報を提供する旅行者向けアプリ

城などの文化財観光で観光客が最もがっかりする
天守が失われてしまって無い状態...



それらを高精細CGで再現
様々な演出を加え今までマイナスポイントだった場所を
最大の観光資源へ！



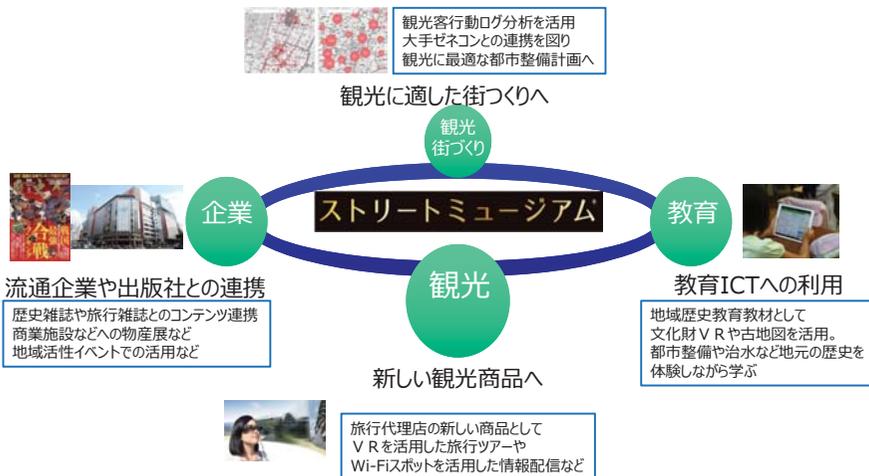
+α まるで当時の姿が目の前にあるような実体験！

- ・スマホをかざしての体感に加え、VRスコープで見ることでよりレンズを通し両眼で見ることができ、より一層没入感のある映像体験が可能
- ・VRスコープはとても軽く、折りたたむため持ち運びにも便利
- ・ストリートミュージアム®のVRはGPSと連動しているためVRコンテンツを様々な角度、位置から見ることが可能
- ・散策しながらじっくりと往時の姿を楽しめる



江戸城天守・製作・著作権 凸版印刷株式会社

「ストリートミュージアム®」は情報発信プラットフォーム、
様々な分野で活用して頂けるサービスを目指す



福岡市 福岡城



「鴻臚館・福岡城バーチャル時空散歩」ガイドツアー

GPS連動タブレットを活用したガイドツアー
ガイド料：500円 定員制

内容：
鴻臚館跡・福岡城跡における当時の姿を、CGなどのデジタル技術を用いてタブレット端末の中に再現。
タブレット端末を手に、ガイドによる案内とともに史跡内を散策し、その場所で当時の姿などを体験できる。
福岡城の基本ポイント(東御門・扇坂・表御門・天守台下・天守台上など)と鴻臚館を巡る。



富岡市 富岡製糸場



「CG映像ガイドツアー」

シースルー方式のメガネ型ウェアラブル端末を活用したガイドツアー

ガイド料：5000円 定員制

内容：
1872年操業当時の製糸場内や工女が働く様子、普段は見られない場所を完全再現

持ち帰って楽しめる、Vrscope版をミュージアムショップで販売



CGガイドツアーの360度コンテンツ
文化財の音声解説
新たに書き起こした工女のキャラクター

高速・大容量・低遅延の5G網を使ったコンテンツ配信提供ビジネス



- ・産業向け **バーチャルショールーム**
→商品がその場になくても、体験シミュレーションを4Kリアルタイム配信（自動車・住宅設備他）
- ・観光向け **ストリートミュージアム（地方創生 等）**
→文化財VRコンテンツをG空間と連動し、観光者が見たい場所から見る事ができるようシームレスに配信
- ・教育向け **バーチャル訓練システム（防災・技能伝承 等）**
→セキュアなネットワーク環境下で、多地点へインタラクティブな教育コンテンツを配信

解決すべき課題

- 高精細映像・VRによる超臨場感体感プラットフォームの展開
- End to Endでの遅延（VRにおける操作と映像の同期等）
- データ量でのボトルネック
- 送信方法（4K/8K映像等のユニキャスト・マルチキャスト・ブロードキャストの有効性評価）

VR作品「故宮VR《紫禁城 天子の御所》」制作・著作：故宮博物院/△版印刷株式会社
VR作品「地蔵堂-金堂の柱と彫刻の美-」制作・著作：△版印刷株式会社/BS 監修：鈴木真志・大山明彦 協力：唐招提寺 データ提供 独立行政法人 情報処理推進機構 先導的アーカイブ映像制作支援整備事業より
VR作品「東大寺大仏の世界」総監修：華嚴宗大本山東大寺 監修：東京国立博物館/鈴木真志（東大寺境内整備計画委員会 委員長）制作・著作：△版印刷株式会社/版元印刷社

超高速 エンタメ映像撮影・配信

3

4K/8K映像撮影・配信用スライス+配信サーバで迫力ある映像体験を実現



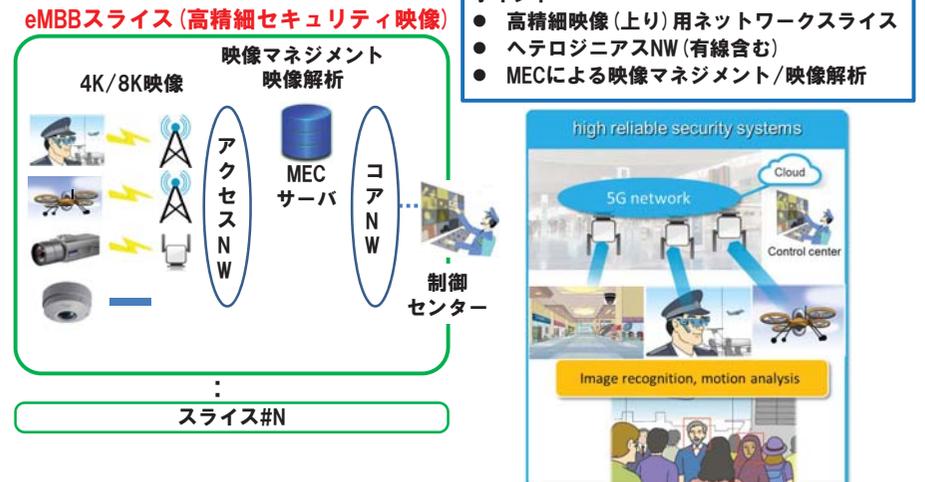
- ポイント
- 高精細映像用ネットワークスライス
 - ヘテロジニアスNW(有線含む)
 - 最適無線周波数の活用(4K/8K撮影用など)



超高速 エリアセキュリティ

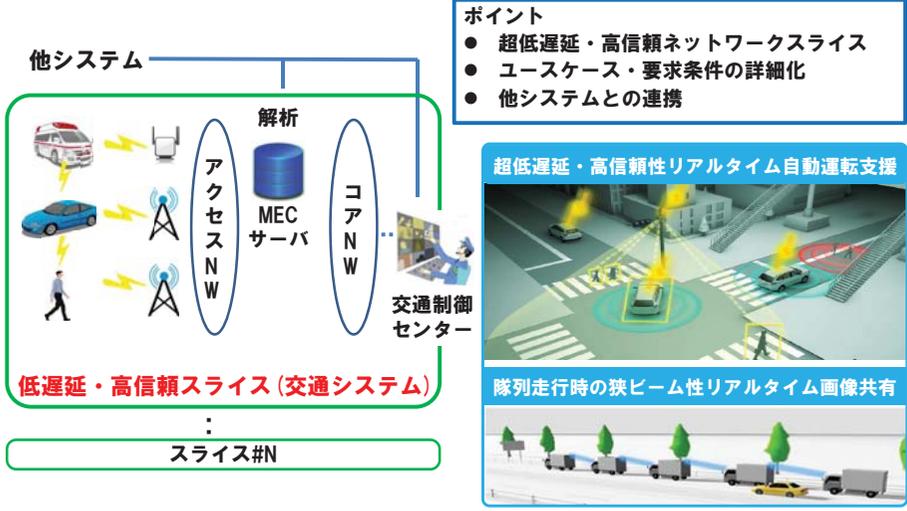
4

4K/8K映像スライス+MECサーバで高精度映像解析による警備の高度化

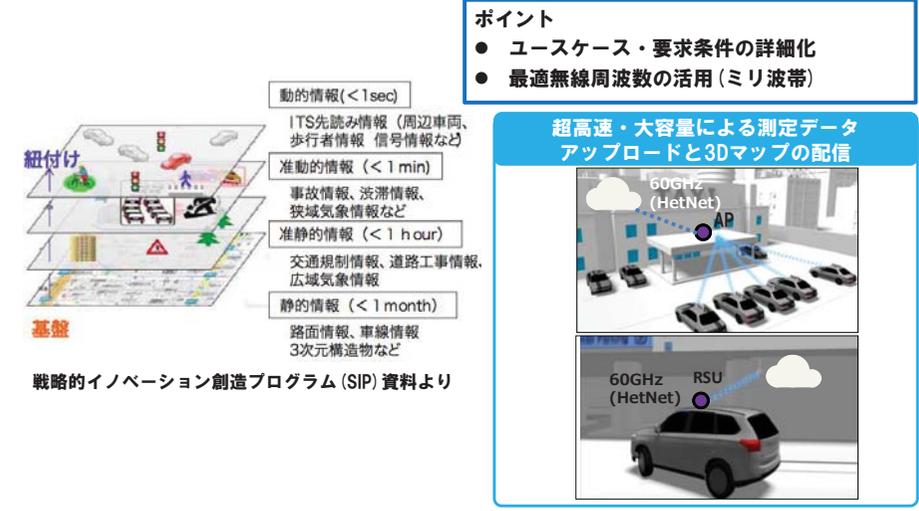


- ポイント
- 高精細映像(上り)用ネットワークスライス
 - ヘテロジニアスNW(有線含む)
 - MECによる映像マネジメント/映像解析

交通システム用の超低遅延・高信頼スライスで安全運転・自動運転を支援



ミリ波帯の超広帯域性を活用したダイナミックマップ用の瞬時のデータ収集・配信



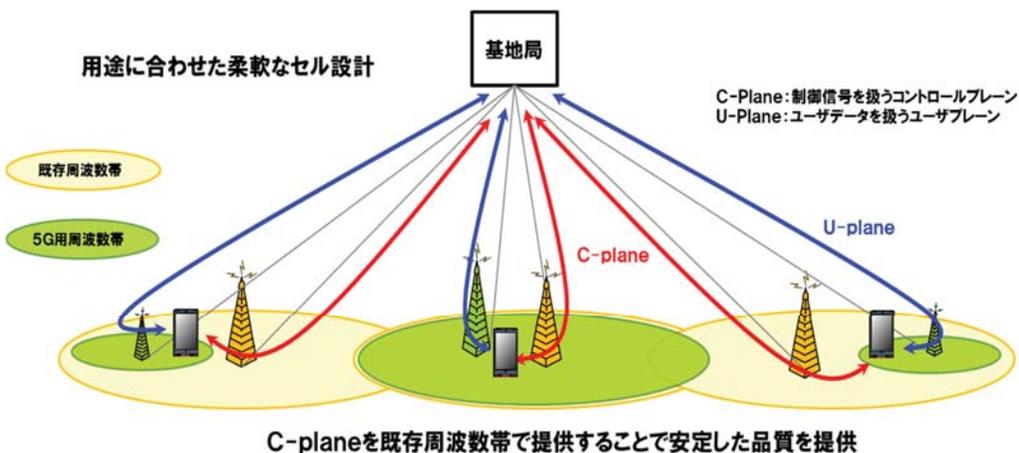
③ 5Gのネットワーク構成

- 5Gの迅速な導入を可能とするため、**LTEと5G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
- 5Gは、多種多様な周波数帯、無線アクセス技術から構成される**ヘテロジニアス・ネットワーク構成**となる
- 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 (MEC)**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
- 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5Gの新たな無線アクセス技術として検討
- 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、**ネットワーク全体でエンド・エンドの低遅延に対応**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～

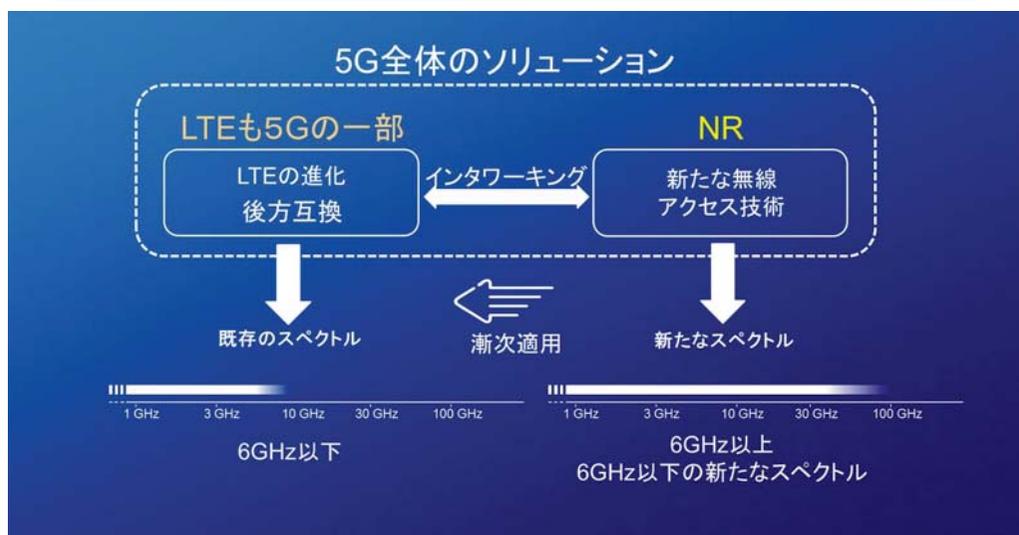
- 5Gの高い要求条件をクリアするため、既存の周波数帯域と5G用周波数帯域を同時に利用したネットワーク構成が想定されている。
- C-planeを既存周波数帯域で提供することによりモビリティや接続性をカバーしつつ、U-planeには、より広帯域が期待できる5G用周波数帯域を活用することにより、柔軟で効率のよいサービス提供が可能。



© 2016 NTT DOCOMO, INC. All Rights Reserved.

5

5G無線アクセス

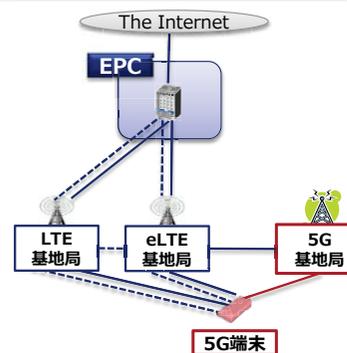


5Gネットワーク構成

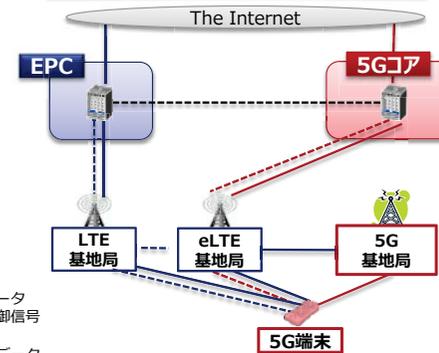
12

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

EPC(4G)ベースのNW構成例



5GコアのNW構成例



— : 5Gデータ
- - - : 5G制御信号
— : eLTEデータ
- - - : eLTE制御信号

KDDI

Copyright © 2016 KDDI Corporation. All Rights Reserved

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



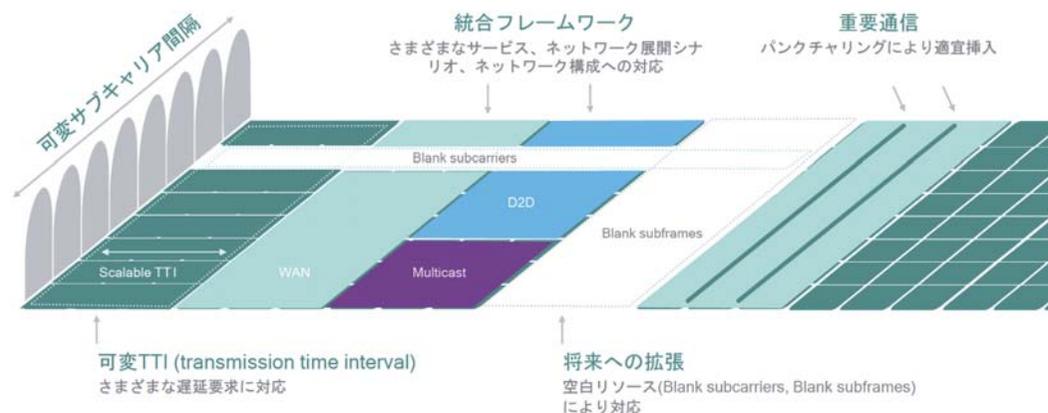
Smart homes

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



可変TTI (transmission time interval)
さまざまな遅延要求に対応

将来への拡張
空白リソース(Blank subcarriers, Blank subframes)
により対応

3

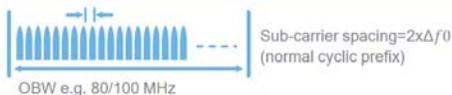
狭帯域から超広帯域通信への対応

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



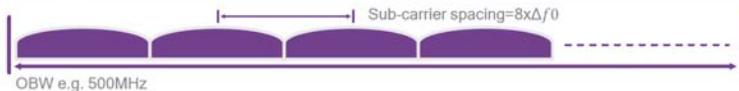
アウトドア、
スモールセル
TDD > 3 GHz



インドア、
広帯域
TDD e.g. 5 GHz (Unlicensed)



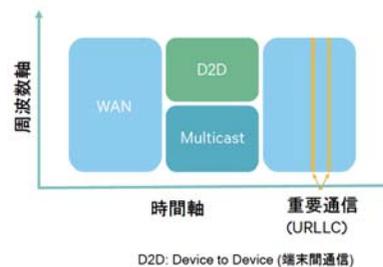
ミリ波
TDD e.g. 28 GHz



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, 37-40 GHz

13

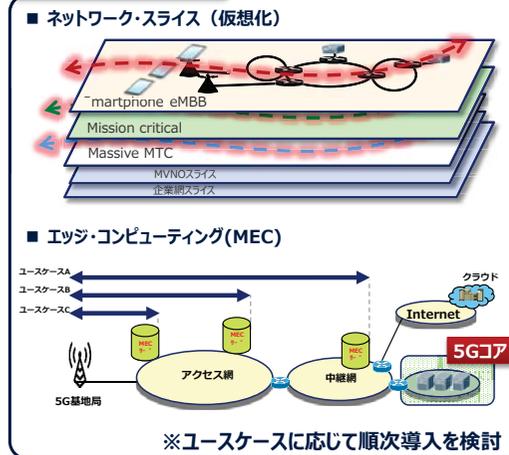
5Gネットワーク実現に必要な主な開発要素

6

NW能力の拡張



最適なNWの実現



デバイスの高度化



KDDI

Copyright © 2016 KDDI Corporation. All Rights Reserved

5Gでキーとなる無線技術

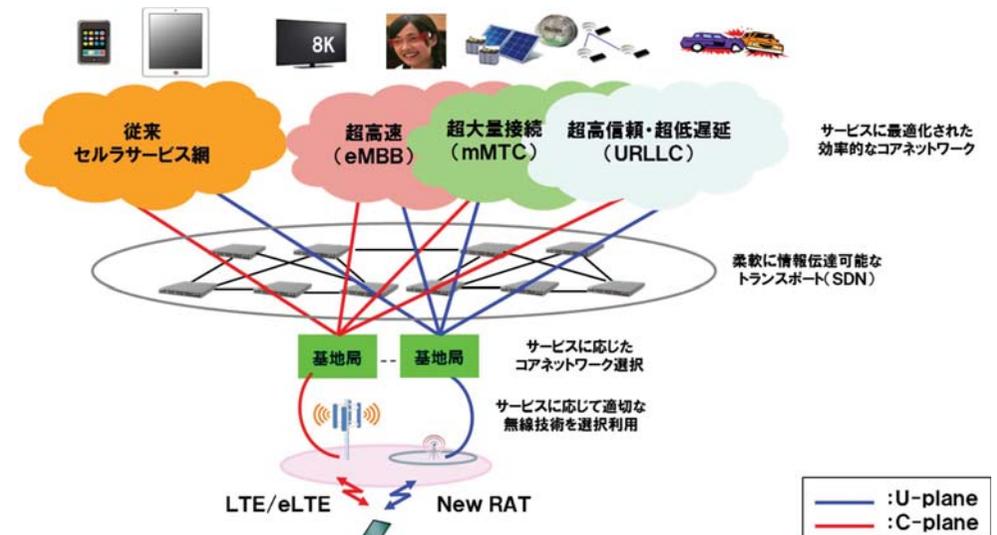
後方互換性のある新プラットフォーム



7

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。

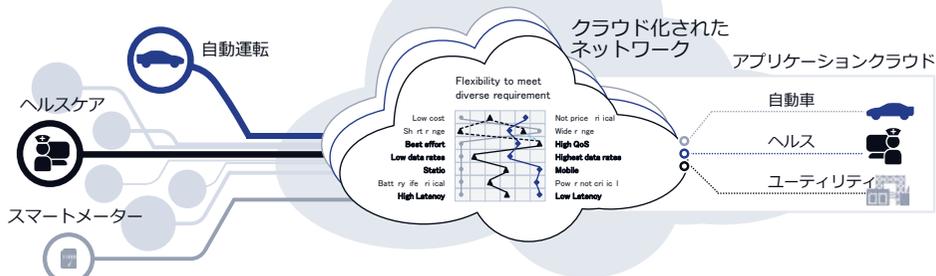


< 29 >

6

クラウド化とスライシング

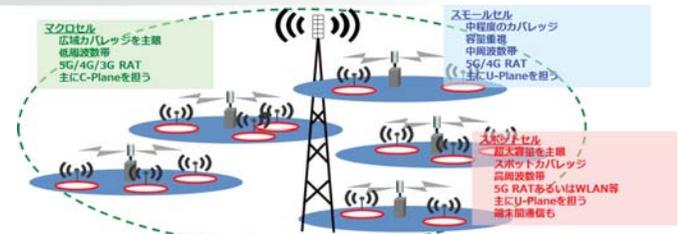
ユースケース毎に最適なネットワークをスライスとして提供



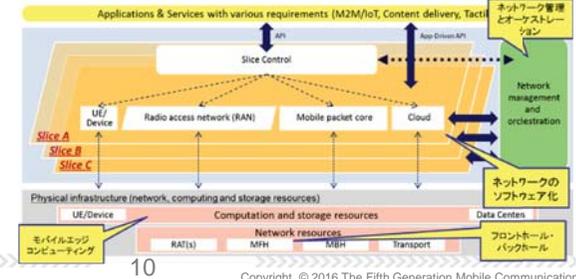
構成変更が容易	マルチアクセス	ネットワーク展開の柔軟性	高いスケーラビリティ
コントロールプレーンとユーザープレーンの分離 Control plane / User plane	Mobile / Shared / Licensed / Unlicensed / Fixed	ネットワーク展開の柔軟性	クラウドデータストア (Shared Data Layer) ステートに応じたVNFプロセスの効率化 Shared Data Layer / Stateless control plane VNFs

「超柔軟性」を実現するキーテクノロジー

「拡張ヘテロジニアス・ネットワーク」



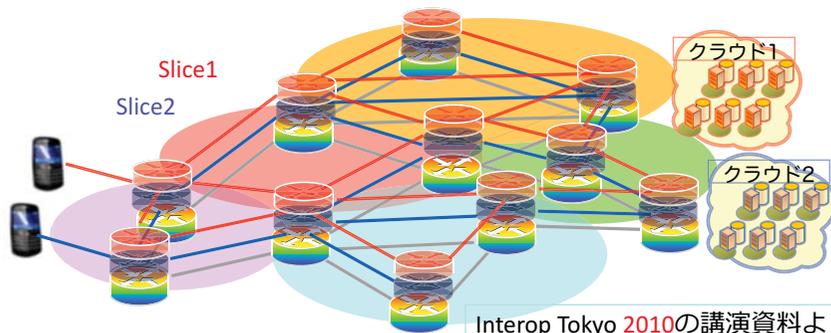
「ネットワークのソフトウェア化とスライシング」



Network Slicingとは？

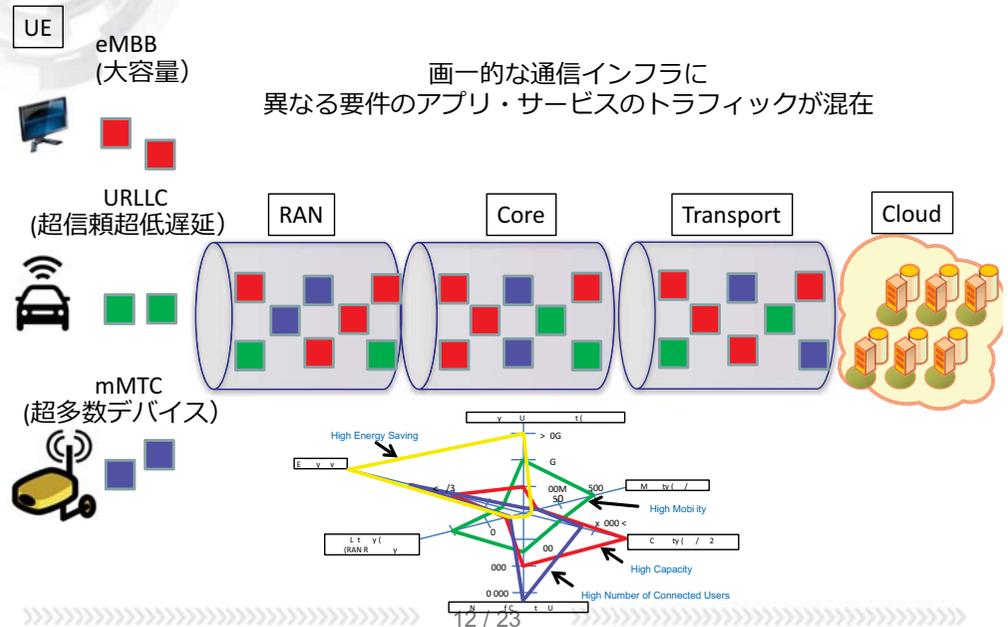
Slice = An isolated set of programmable resources to enable network functions and services

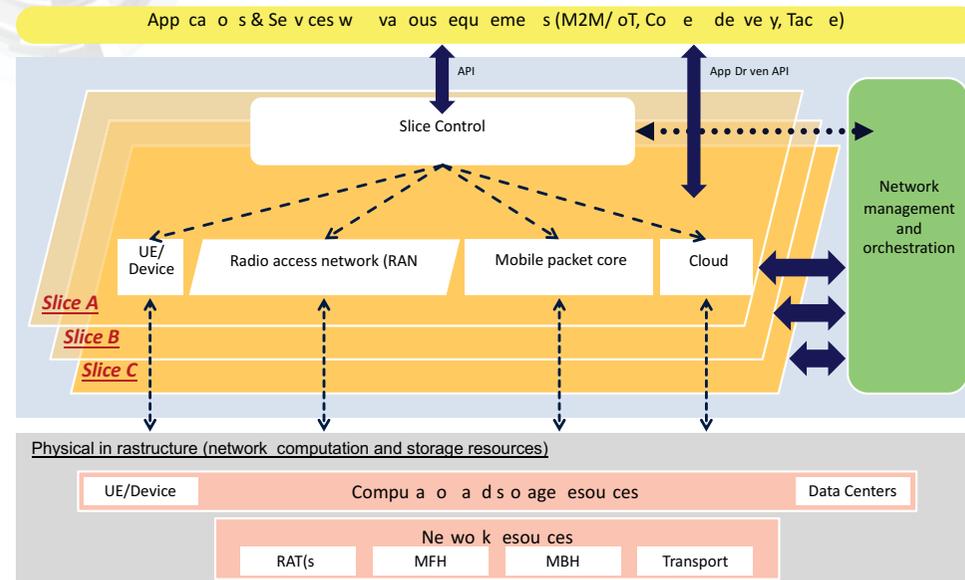
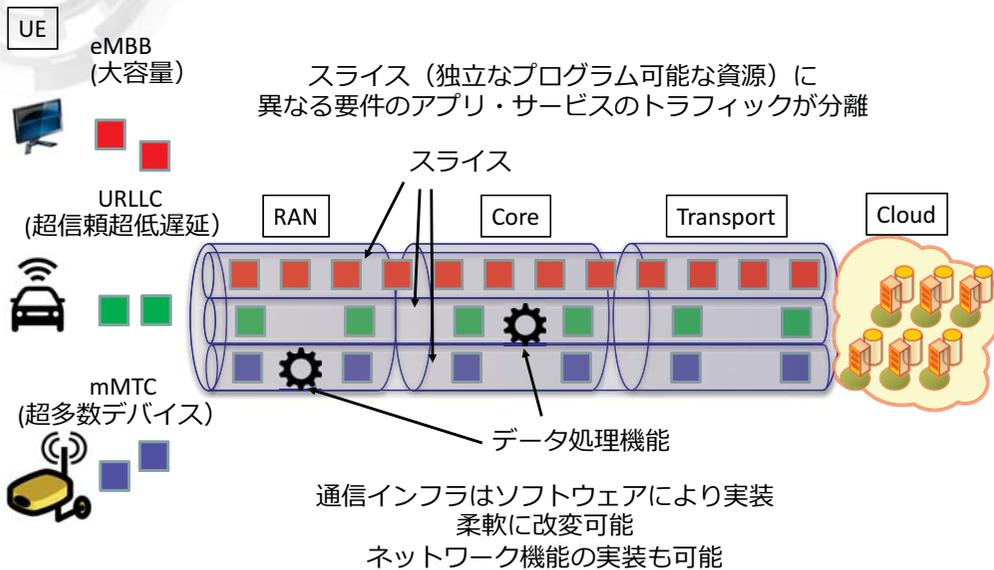
ネットワーク機能やサービスを実現するための、プログラム可能なコンピュータ・ストレージ・ネットワーク資源の独立な集合体



Interop Tokyo 2010の講演資料より抜粋

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





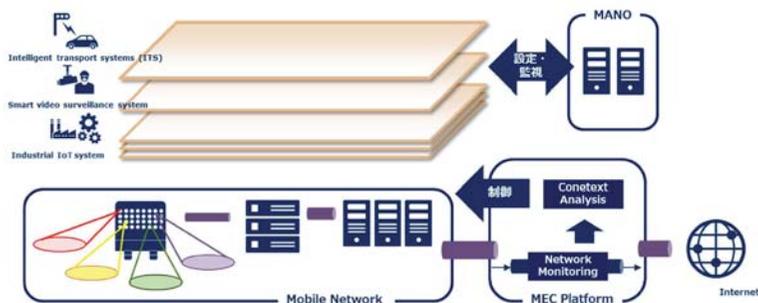
NECが考える5Gモバイルネットワーク

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

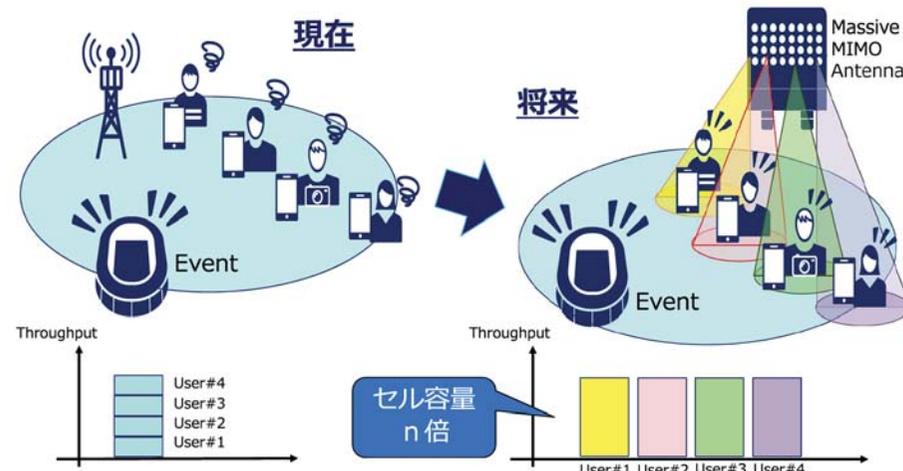
ビームフォーミング技術により、同一無線リソースを同時に複数の端末に割り当てることで、セル容量が飛躍的に増大

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

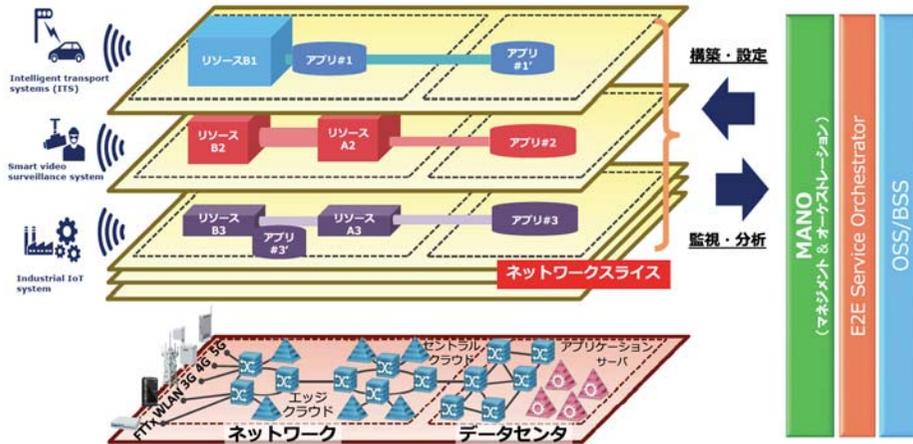
Massive MIMOによる大容量化

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こととなりセル容量が飛躍的に増大



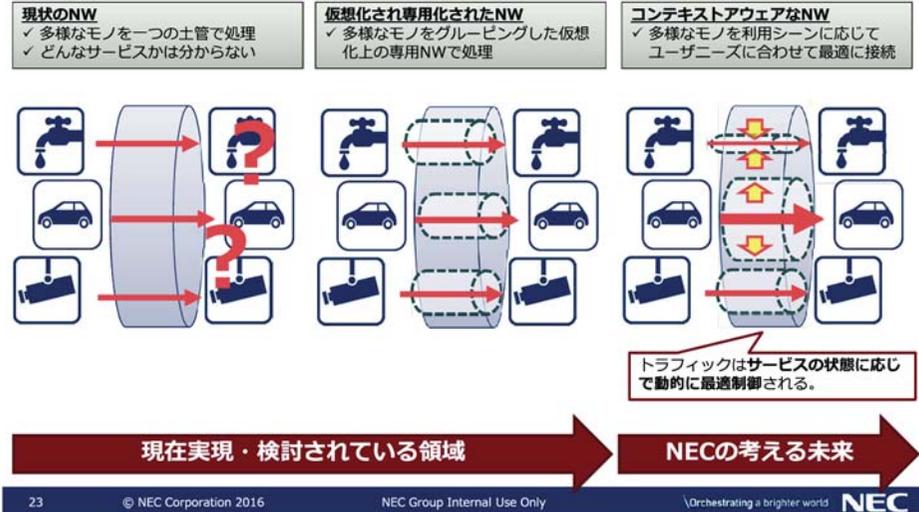
NW Slicingによる多様なサービスの実現

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



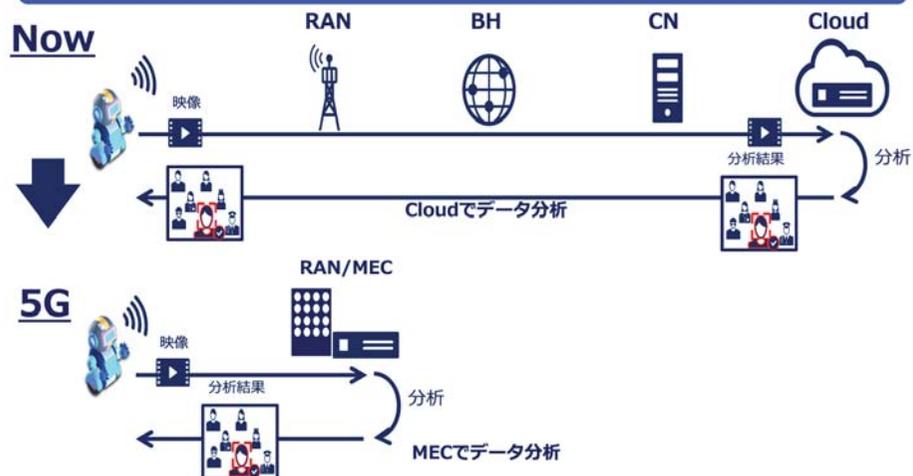
サービスイネーブラによる高信頼NW

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

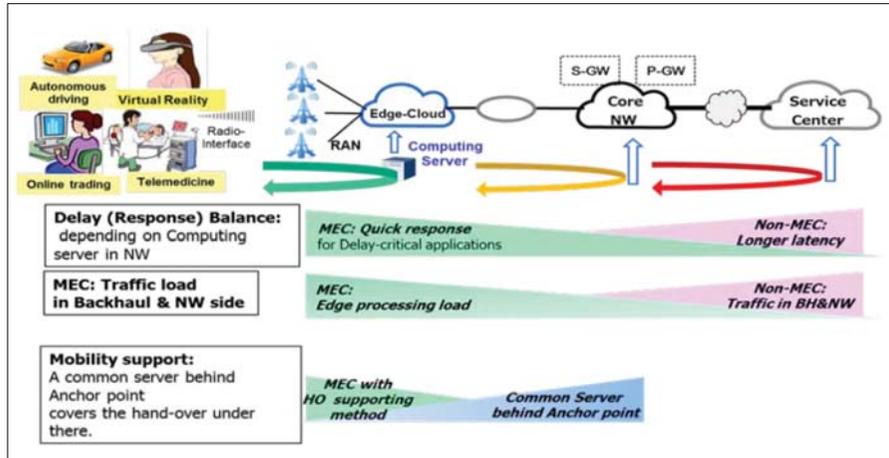


まとめ

7

- 5G利用シナリオに沿って用途産業と具体的なサービスを検討
 - モバイルブロードバンドの高度化 (例) スタジアム等のリアル体感モデル (例) エリアセキュリティの高度化
 - 超高信頼・低遅延 (例) 安全運転支援・自動運転
 - 大量のマシントイブ通信
- NFV等で超柔軟性を実現しつつ、スライス × MEC × ヘテロジニアスネットワークでサービスに合ったネットワークを構成

Applications of Mobile Edge computing



Ref "5G Mobile Communications Systems for 2020 and beyond," 5MF white paper (V 1 0 1)", 2016

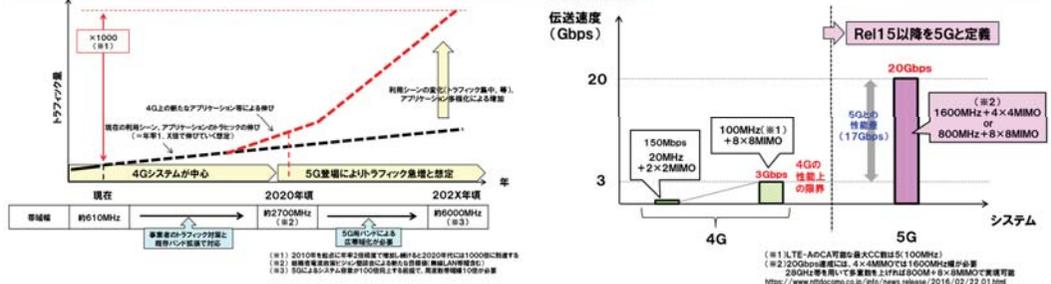
④ 5G実現に必要なとなる周波数

- 5Gの早期実現に向けて、
5G用周波数帯(3.7GHz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**
- 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
- 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
- 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
- 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) 国内未割当ての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)が発生すると想定すると、5Gのシステム容量効果100倍と現在の10倍の周波数帯域確保(=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当てが必要となる。



(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) 64-71 GHz (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. 3-3. 4GHz 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

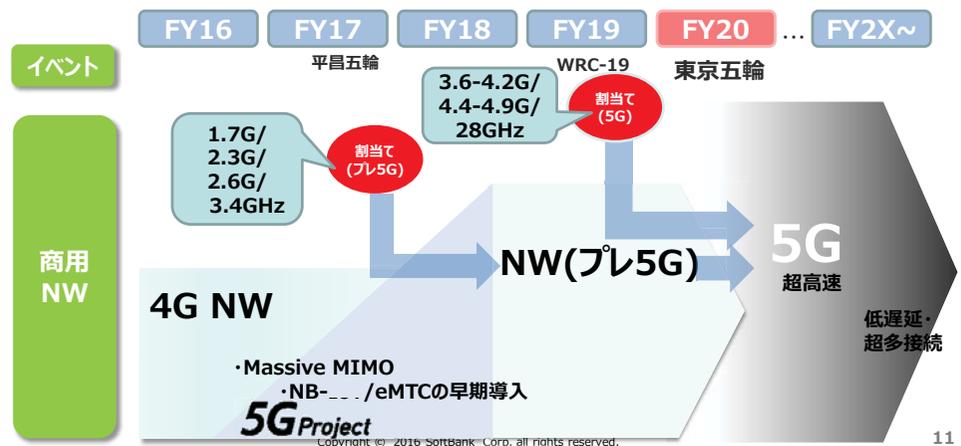
2020年に向けてSTEP2までのロードマップをまず明確化する必要

◆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)~

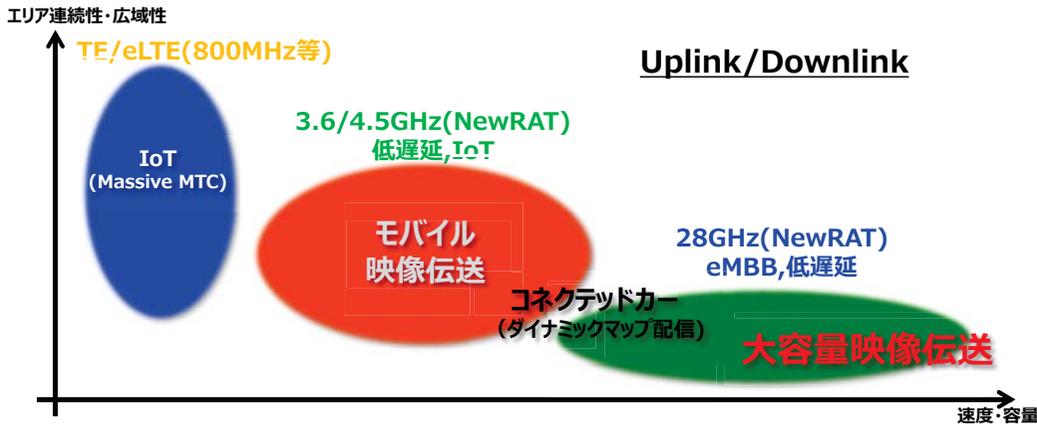
広帯域が確保できる5G向け周波数でeMBBサービスを提供



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。

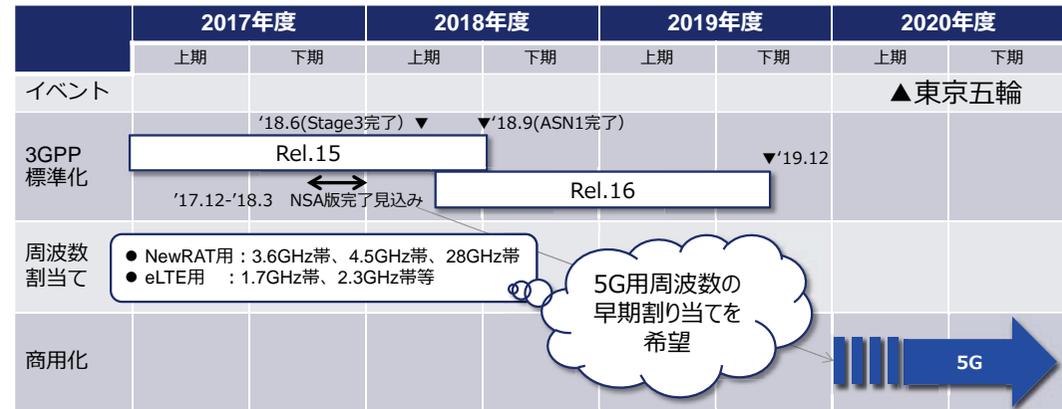


Copyright © 2016 KDDI Corporation. All Rights Reserved

標準化と周波数の割当て時期

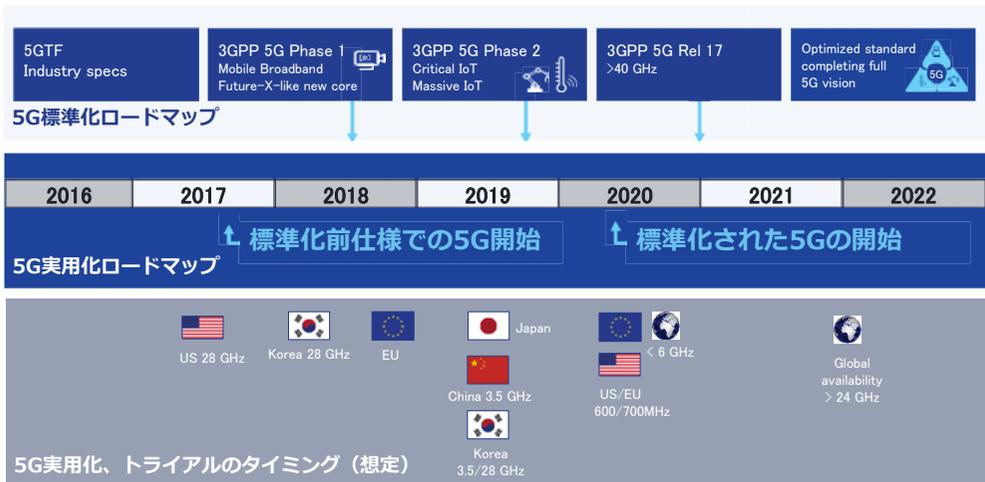
16

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



Copyright © 2016 KDDI Corporation. All Rights Reserved

5G実用化までのロードマップ



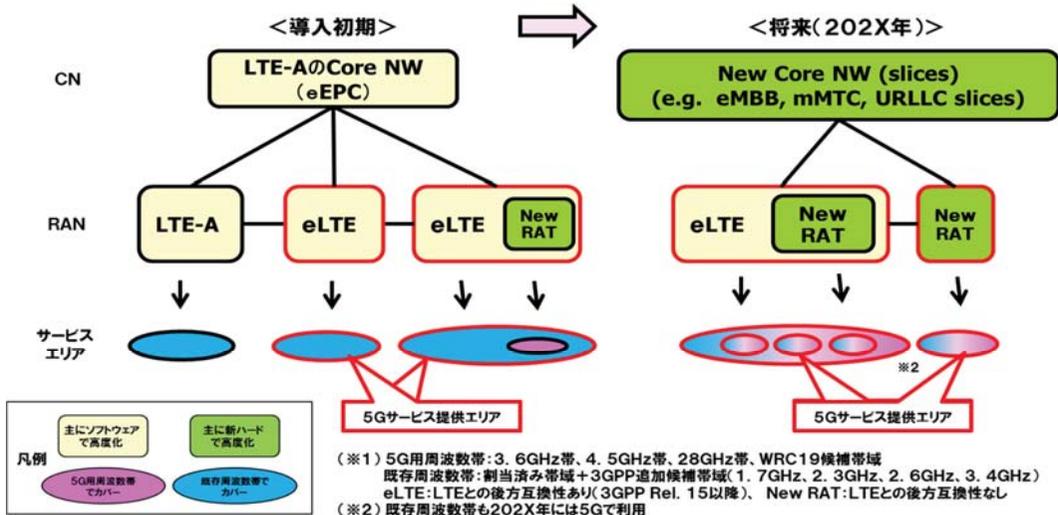
5G無線インターフェース導入に向けての検討課題

- 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。
 - このよう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性能仕様が必要。
 - 無線機性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。

- 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
- コアネットワークは、当面、LTEベースのものを活用するなど、現在のハードウェアをベースに、ソフトアップグレードで対応するなど、**低コストで5Gへの移行**を行う
- 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**に対応
- 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

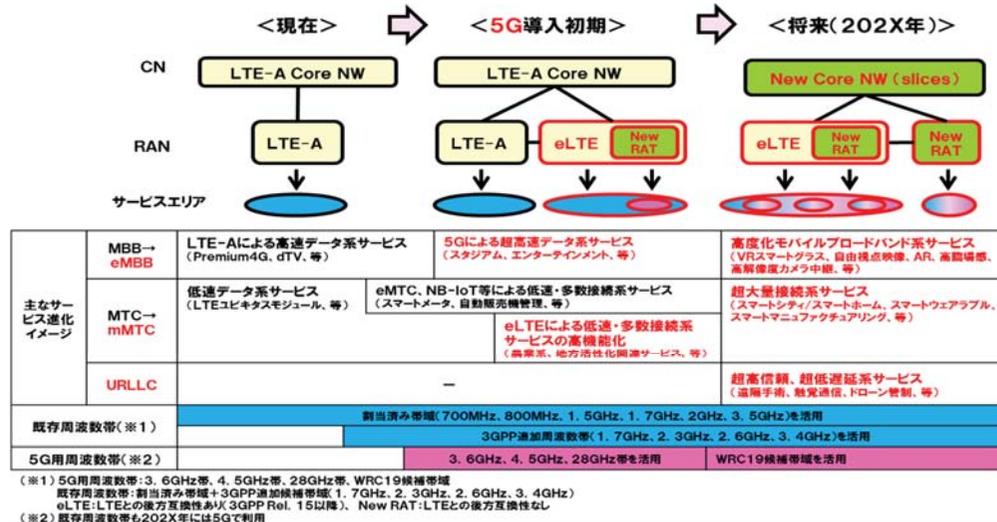
4Gから5Gへの進展のシナリオ

- 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。



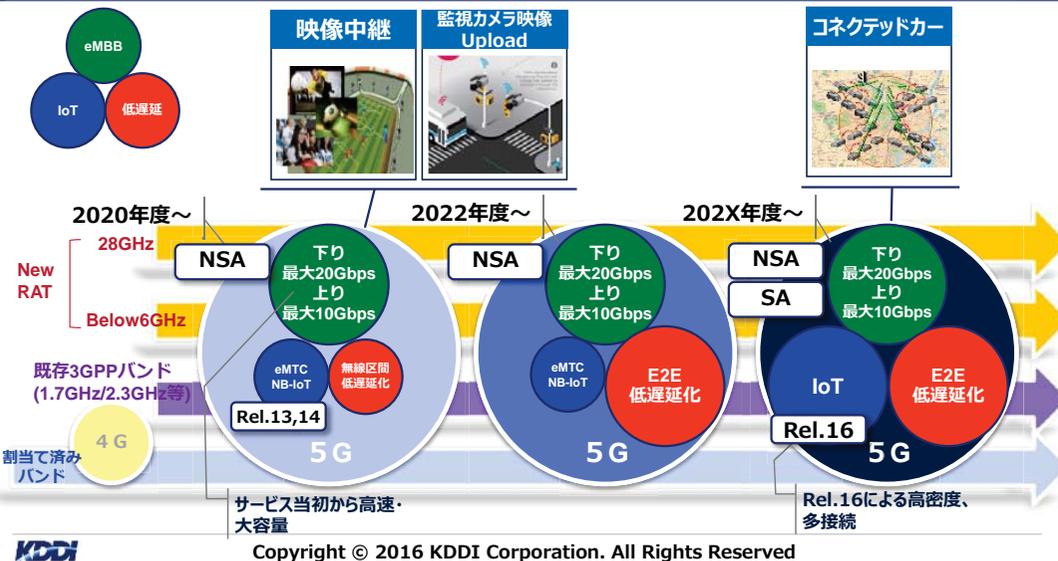
5G早期実現に向けて

- 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

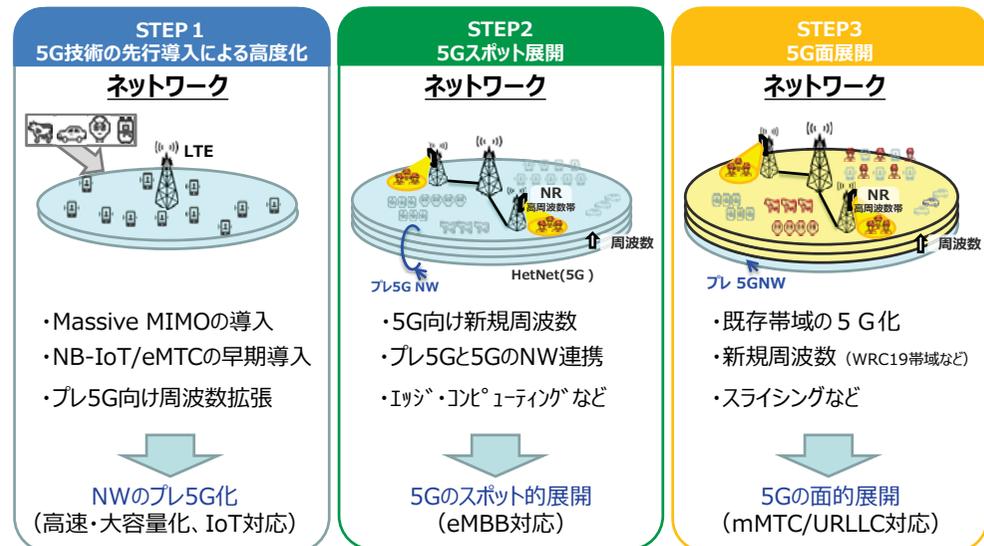
SoftBank

世界に先駆けた5G実現のため、NWを段階的に高度化

2016年~

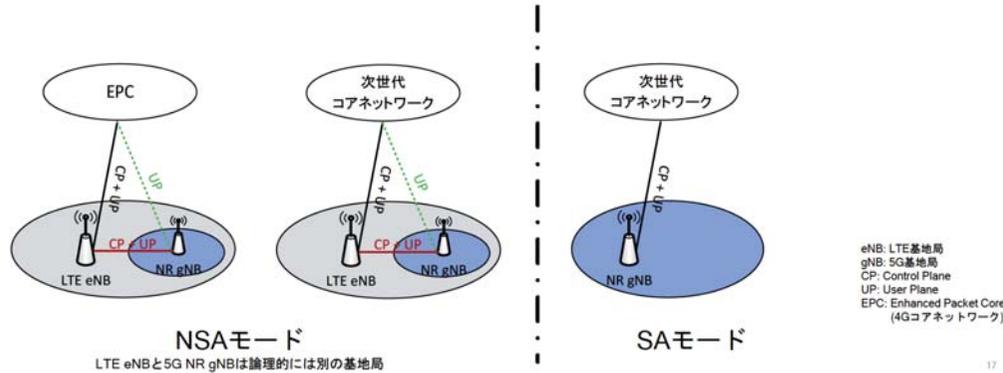
2020年頃~

202X年~



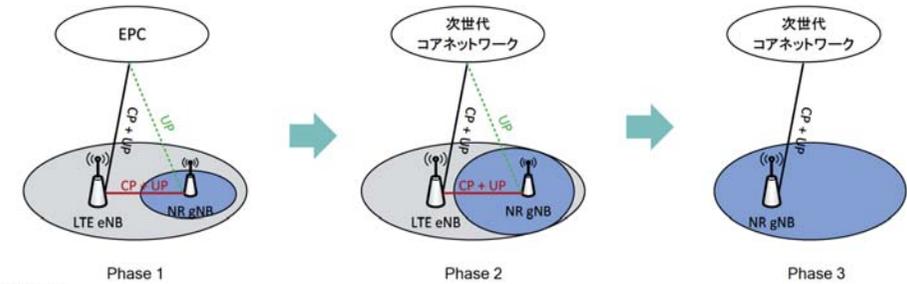
3GPP 5G NRのSAモードとNSAモード

- 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、ユーザデータのペアラワ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

'4G'から'5G'への進展と'5G'の発展シナリオ



5G Phase-1 (To be deployed in 2020)

- New RAT (up to 30GHz)
 - Mainly for eMBB
 - Massive MTC, Ultra reliable MTC
- E2E latency reduction
- Flexible TDD
- Enhancements for UDN

Forward/
Backward
compatibility

5G Phase-2 (To be deployed in 2022~2023)

- Extension of BW using new spectrum above 6GHz (New RAT up to 100GHz, BF/MIMO)
- Support of full-duplex operation
- (mmWave) wireless back/fronthaul

Tight interworking

LTE Evolution

- eMBB
 - eLAA for 5GHz unlicensed
 - Flexible duplex (FDD)
 - WiGig aggregation
 - MUST
- Latency reduction, V2X, ...

LTE Evolution continues

- Technologies for LTE evolution can also be used also for 5G new RAT. So, the above classification may not be strictly followed.

8

Copyright 2017 FUJITSU LIMITED

- 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。

