

新世代モバイル通信システム委員会
技術検討作業班における検討状況

1. 検討の背景

2. 5Gの基本コンセプト

3. 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

4. 5G NR (New Radio)

5. 共用検討

6. 今後の主な検討事項

1. 検討の背景

2. 5Gの基本コンセプト

3. 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

4. 5G NR (New Radio)

5. 共用検討

6. 今後の主な検討事項

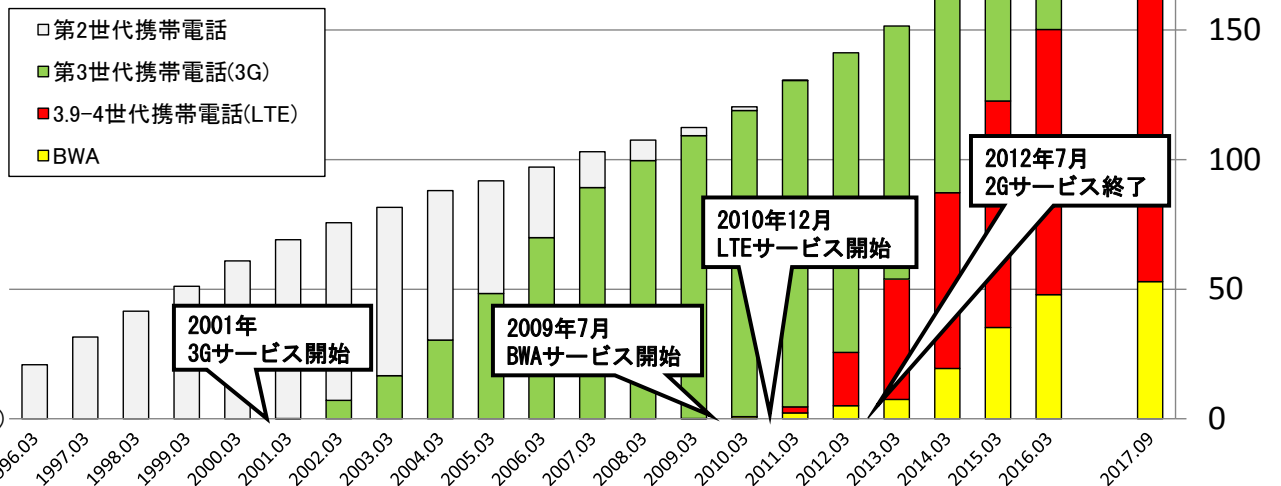
携帯電話等契約数の推移と移動通信トラフィックの増加

- ✓ 携帯電話は、音声通話、ブロードバンドによるデータ通信を中心に、人と人がコミュニケーションを行うためのツールとして広く普及しており、携帯電話等の加入数は、1億6千万以上に達している(2017年9月末現在)。
- ✓ 移動通信トラフィックは、直近1年で637Gbps (約1.4倍)増加。コンテンツの多様化やIoTの進展等により、こうした移動通信トラフィックの増加傾向は、今後もしばらく継続すると予測。

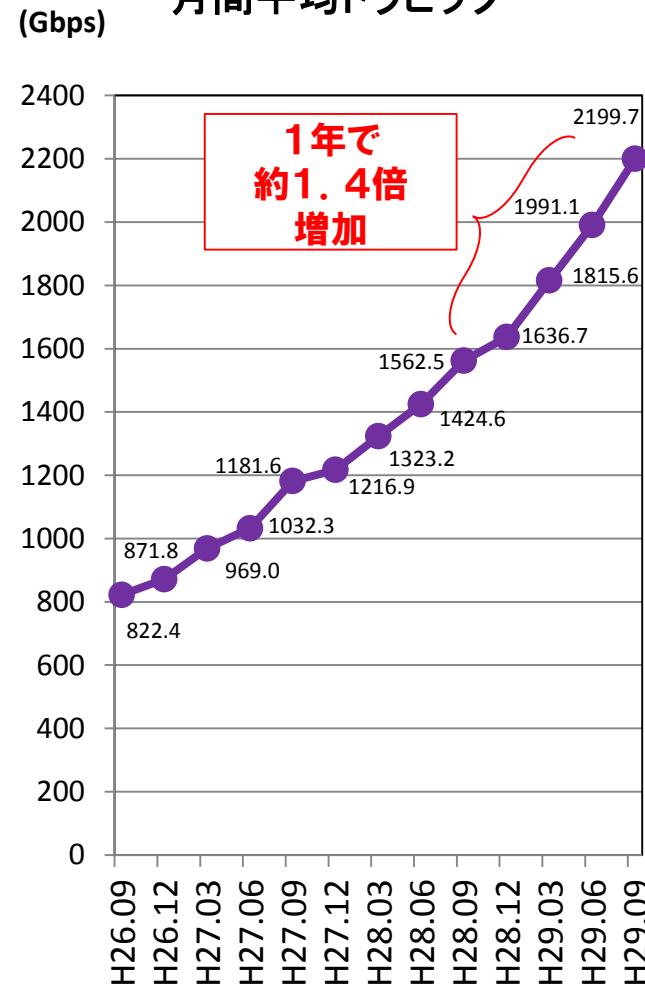
2017年9月末現在 契約数 (人口普及率※)

- ・ 携帯電話及びBWA合計： (グループ内取引調整後) 約16,631万 (130.0%)
- ・ 携帯電話及びBWA合計： (単純合算) 約21,835万 (170.7%)
- [内訳]
 - ・ 携帯電話： 約16,534万 (129.3%)
 - ・ 第3世代携帯電話(3G)： 約5,469万 (42.8%)
 - ・ 3.9-4世代携帯電話(LTE)： 約11,065万 (86.5%)
 - ・ BWA： 約5,295万 (41.4%)

※人口総数 約12,791万人 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数 (平成29年1月1日現在) による



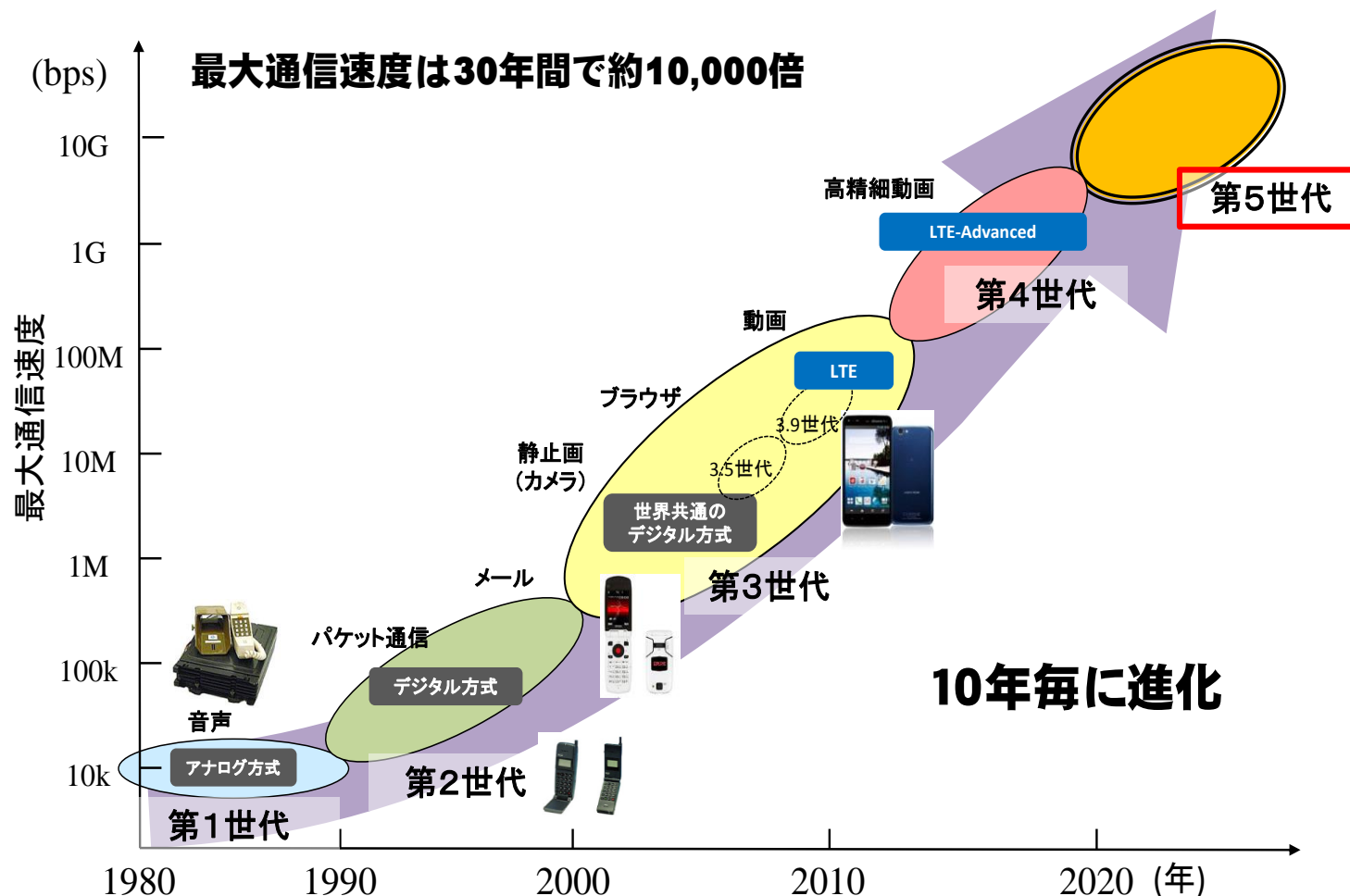
月間平均トラフィック



※総務省報道発表資料「電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表」等を基に作成

移动通信システムの進化（第1世代～第5世代）

- ✓ 移动通信システムは、1980年代に第1世代が登場した後、2000年に第3世代、2010年に第4世代につながるLTE方式が導入されるなど、**10年毎に進化。最大通信速度は30年間で約10,000倍に高速化。**
- ✓ 2020年には、次世代の移动通信システムである「第5世代移动通信システム(5G)」の実現が期待。



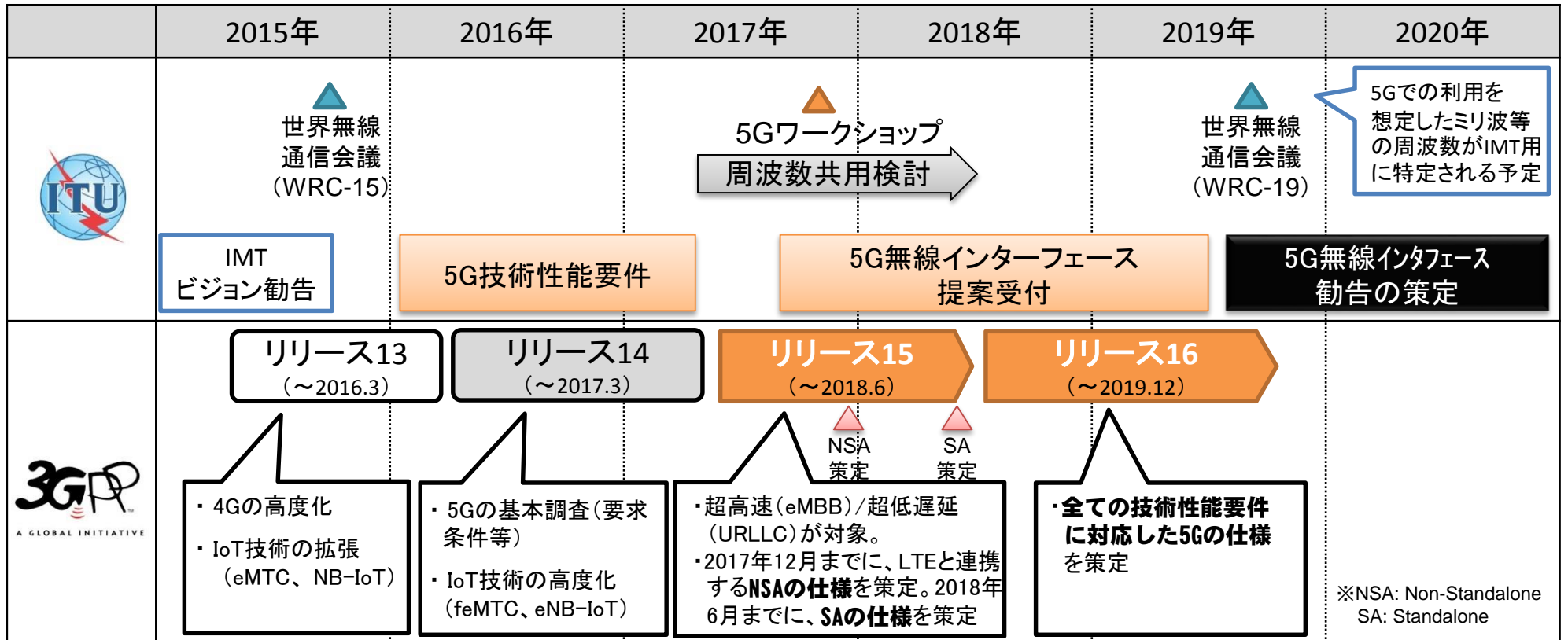
5Gの国際標準化動向

● 2020年の5G実現に向けて、ITU(国際電気通信連合)や3GPP※等において、標準化活動が本格化

(ITU) 2015年9月、5Gの主要な能力やコンセプトをまとめた「IMTビジョン勧告(M. 2083)」を策定。今後、5G(IMT-2020)無線インタフェースの提案受け付けを行い、2020年に勧告化予定。
 WRC-19議題1.13の候補周波数帯(24.25-86GHzの11バンド)については、周波数共用検討等を行った上で、2019年のWRC-19においてIMT用周波数を特定予定。

(3GPP) リリース14：5Gの基本調査を実施(要求条件、展開シナリオ、要素技術等)
 リリース15：超高速/超低遅延に対応した5Gの最初の仕様を策定
 リリース16：全ての技術性能要件に対応した5Gの仕様を策定

※ 3GPP(3rd Generation Partnership Project): 3G、4G等の移動通信システムの仕様を検討し、標準化することを目的とした日米欧中韓の標準化団体によるプロジェクト。1998年設立。



ITUにおける検討状況 ～5Gの技術性能要件・評価方法～

- ✓ IMT-2020無線インターフェースに関し、13の技術性能要件の項目と評価環境毎の要求値をまとめたITU-R報告が2017年11月のITU会合(SG5)で承認
- ✓ また、IMT-2020無線インターフェースの評価方法をまとめたITU-R報告が2017年11月のITU会合(SG5)で承認

| 要求条件 | 評価環境 | 屋内ホットスポット (超高速/eMBB) | 人口密集都市 (超高速/eMBB) | 郊外 (超高速/eMBB) | 都市部広域 (多数接続/mMTC) | 都市部広域 (超低遅延/URLLC) | 評価方法 |
|------|--------------|--|--|---|-----------------------------|--|--|
| 1 | 最高伝送速度 | 下り:20Gbit/s、上り:10Gbit/s | | | - | - | Analytical |
| 2 | 最高周波数効率 | 下り:30bit/s/Hz、上り:15bit/s/Hz | | | - | - | Analytical |
| 3 | ユーザ体感伝送速度 | - | 下り:100Mbit/s 上り:50Mbit/s | - | - | - | Analytical for single band and single user Simulation for multi-layer |
| 4 | 5%ユーザ周波数利用効率 | 下り:0.3bit/s/Hz 上り:0.21bit/s/Hz | 下り:0.225bit/s/Hz 上り:0.15bit/s/Hz | 下り:0.12bit/s/Hz 上り:0.045bit/s/Hz | - | - | Simulation |
| 5 | 平均周波数効率 | 下り:9bit/s/Hz/TRxP 上り:6.75bit/s/Hz/TRxP | 下り:7.8bit/s/Hz/TRxP 上り:5.4bit/s/Hz/TRxP | 下り:3.3bit/s/Hz/TRxP 上り:1.6bit/s/Hz/TRxP | - | - | Simulation |
| 6 | エリア当たりの通信容量 | 10Mbit/s/m ² | - | - | - | - | Analytical |
| 7 | 遅延(U-Plane) | 4ms | | | - | 1ms | Analytical |
| | 遅延(C-Plane) | 20ms | | | - | 20ms | Analytical |
| 8 | 端末接続密度 | - | - | - | 1,000,000 台/km ² | - | Simulation |
| 9 | エネルギー効率 | 稼働時の効率データ伝送(平均周波数効率) 休止時の低消費電力(高いスリープ率及び長いスリープ区間) | | | - | - | Inspection |
| 10 | 信頼性 | - | - | - | - | 伝送成功確率 1-10 ⁻⁵ (L2 PDUサイズ32byte) | Simulation |
| 11 | 移動性能 | 1.5bit/s/Hz (10km/h) | 1.12bit/s/Hz (30km/h) | 0.8bit/s/Hz (120km/h) 0.45bit/s/Hz (500km/h) | - | - | Simulation |
| 12 | 移動時中断時間 | 0ms | | | - | 0ms | Analytical |
| 13 | 帯域幅 | 100MHz以上 高周波数帯(例えば、6GHz以上)では、最大1GHzまでの帯域幅に対応 | | | | | Inspection |

1. 検討の背景

2. 5Gの基本コンセプト

3. 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

4. 5G NR (New Radio)

5. 共用検討

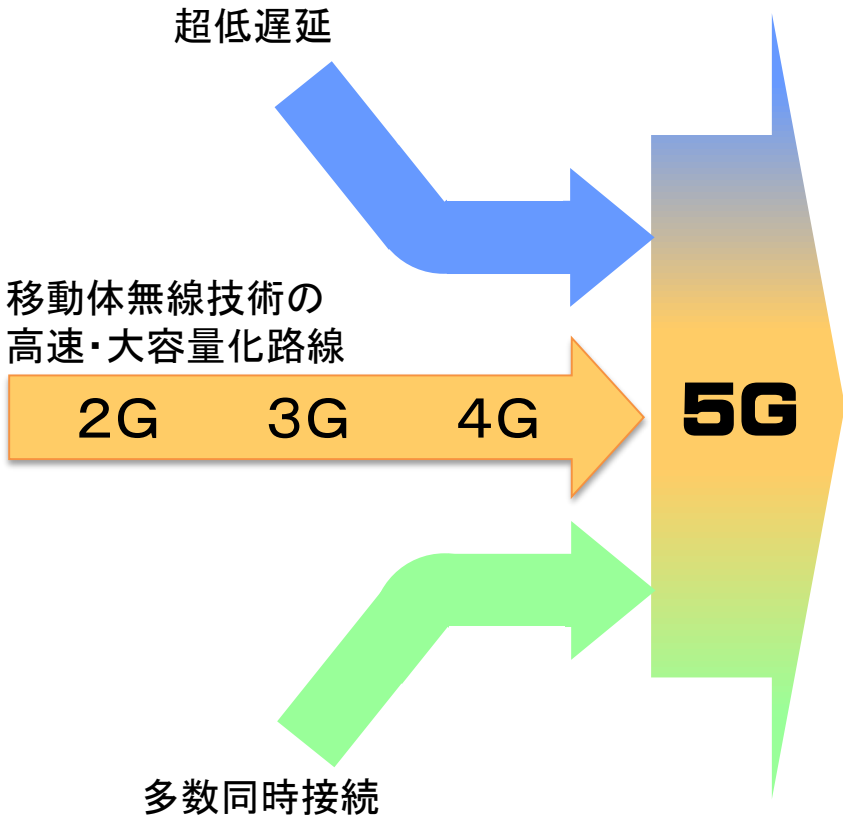
6. 今後の主な検討事項

5Gとは何か

5Gとは、4Gを発展させた「超高速」だけでなく、「多数接続」、「超低遅延」といった新たな機能を持つ次世代の移動通信システム

- ・ 「多数接続」 → 家電、クルマなど、身の回りのあらゆる機器（モノ）がつながる
- ・ 「超低遅延」 → 遠隔地においてもロボット等の操作をスムーズに行うことができる

5Gは、IoT時代のICT基盤

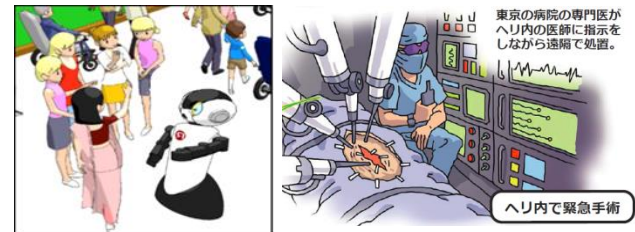


超高速
現在の移動通信システムより100倍速いブロードバンドサービスを提供



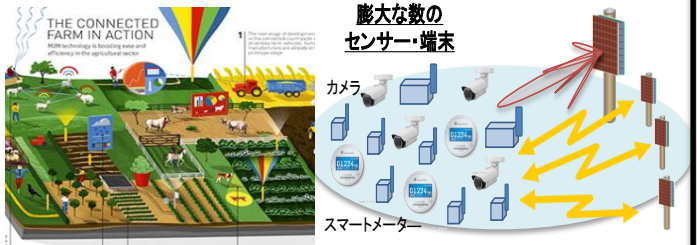
⇒ 2時間の映画を3秒でダウンロード

超低遅延
利用者が遅延(タイムラグ)を意識することなく、リアルタイムに遠隔地のロボット等を操作・制御



⇒ ロボット等の精緻な操作をリアルタイム通信で実現

多数同時接続
スマホ、PCをはじめ、身の回りのあらゆる機器がネットに接続



⇒ 自宅屋内の約100個の端末・センサーがネットに接続 (現行技術では、スマホ、PCなど数個)

社会的なインパクト大

5Gの基本コンセプト ①

- ✓ 5Gは、有無線が一体となって、超高速、多数接続、超低遅延といった**様々な要求条件に対応することが可能な優れた柔軟性**を持つ
- ✓ あらゆる利用シナリオでユーザが満足できる**エンド・ツー・エンドの品質**を提供
- ✓ 全ての要求条件に対応するネットワークを整備する必要はなく、**ユースケース、利用シナリオ等に応じて、超高速、多数接続などの必要な機能、品質等**を提供

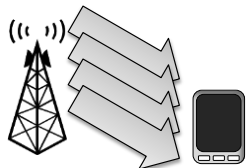
あらゆる要望に柔軟に対応（超柔軟性）

- 4 Gまで：最大限のスループットを確保し、高速・大容量通信の提供を目指したシステム。通信速度、遅延時間、カバレッジなどに限界があり、全てのユースケースへの対応は困難
- 5 G以降：有無線が一体となり、通信速度、接続数、遅延時間など、あらゆるユーザの要望やアプリケーションの要求条件に対応可能な優れた柔軟性を持つ

～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

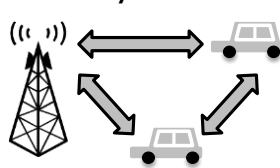
拡張モバイルブロードバンド
enhanced
Mobile BroadBand



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

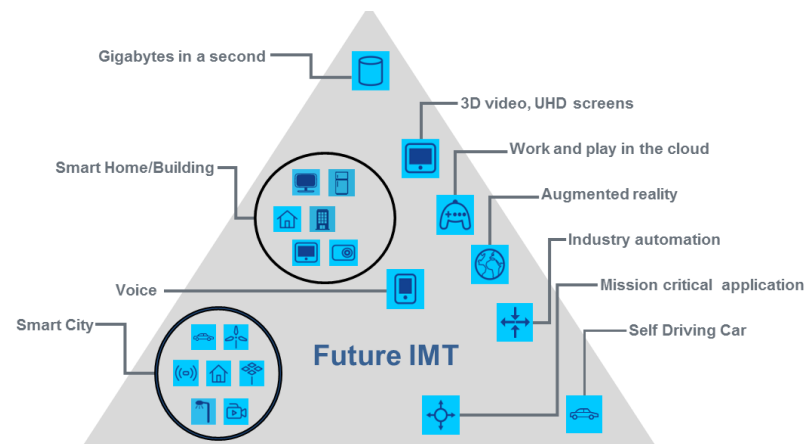


<5Gの利用シナリオ>

5Gはモジュールベースのシステム
必要な機能を必要な場所に提供

- ✓ モバイルブロードバンドの高度化（eMBB）
- ✓ 大量のマシンタイプ通信（mMTC）
- ✓ 超高信頼・低遅延通信（URLLC）

モバイルブロードバンドの高度化
(eMBB: Enhanced mobile broadband)



大量のマシンタイプ通信
(mMTC: Massive Machine
Type Communications)

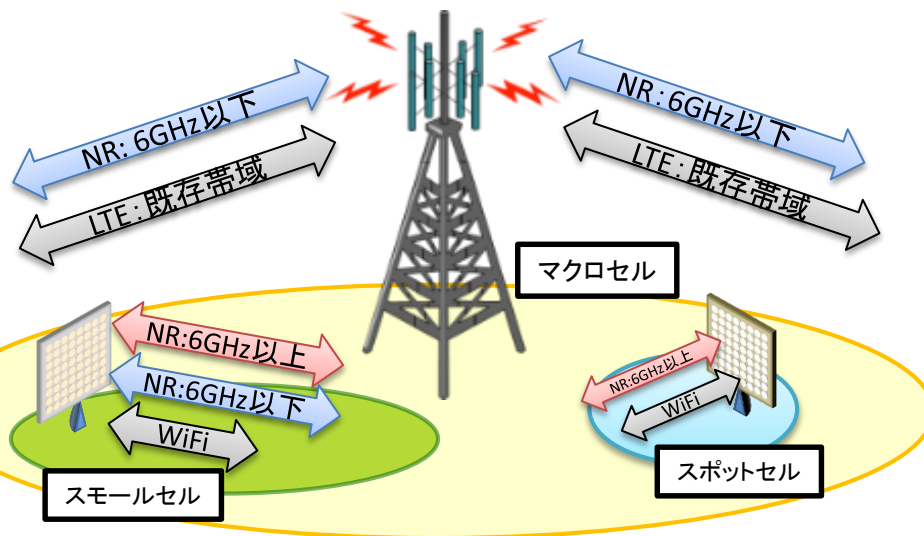
超高信頼・低遅延通信
(URLLC: Ultra reliable and
low latency communications)

5Gの基本コンセプト ②

- ✓ 5Gは、様々な周波数帯、様々な無線技術から構成される**ヘテロジニアス・ネットワーク**となる
- ✓ 5Gでは、通信事業者等がバーティカル産業などのパートナー企業と連携しながら、**B2B2X**モデルでサービスを提供。どのような者と組んで、どのようなB2B2X (Business-to-Business-to-X) モデルを構築できるかがポイント
- ✓ 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

ヘテロジニアス・ネットワーク

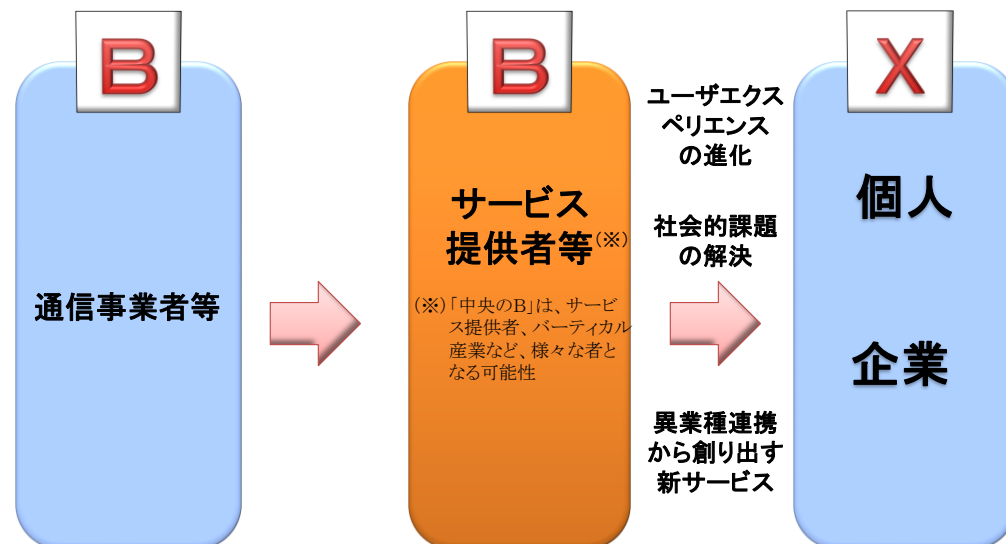
- 周波数帯：800MHz、2GHzなど既存の周波数帯に加え、6GHz以下の周波数帯やミリ波などの6GHz以上の周波数帯など、これまでよりも高い周波数帯など様々な周波数帯を活用
- 無線技術：NR、LTE、WiFiなど様々な無線技術で構成



図：ヘテロジニアス・ネットワークの構成イメージ

B2B2Xモデル

- ✓ 通信事業者等が、バーティカル産業のサービス提供者などと連携し、B2B2Xモデルでサービスを提供
- ✓ バーティカル産業、ビジネスモデルなどによって、様々なB2B2Xモデル形態が想定
- ✓ 2020年の5G実現に向けて、バーティカル産業との連携を念頭に、B2B2Xモデルを意識した実証を行うことが重要



- ✓ 高精細映像の伝送、多数のセンサーの活用など、様々な分野でのサービス提供が期待
- ✓ 特に、**自動車分野**は、セルラーV2Xの議論が活発化するなど、5Gの有力な応用分野
- ✓ 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
- ✓ **労働人口の減少**（人手不足）、**労働生産性の向上**への対応が期待
- ✓ 5G独自のサービスだけでなく、4Gで利用可能なサービスを5Gに進化させることも検討すべき
- ✓ 5Gの実現によって、何がどう変わるのか、これまで以上に**周知・啓発**が必要

VR・AR観光

属性情報や位置情報に沿った情報を目の前の情景に重ね合わせることで、観光地の風情・臨場感を体感しながら、歴史・情報を深堀

現在の音声ガイドでは、伝わらないイメージがあったり、ガイドツアーでは、自分のペースで楽しめないなどの不満がある

5Gで、例えば、自ら操作可能で、多言語に対応したバーチャルガイドが実現すれば、より深い歴史情報に触れつつ観光や美術館や博物館を楽しむことが可能



労働力不足の解消 労働生産性の向上

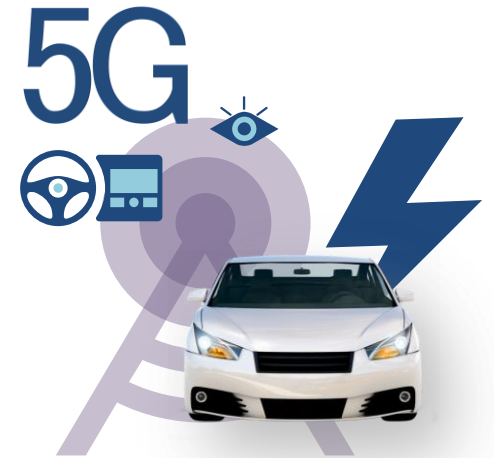
観光地や人口が減少している地域で、自動運転バスや自動運転列車が導入されることで、地域の運転士不足を解消するとともに、安全にあらゆる時間帯でも運行可能とし、地域住民の利便性向上を実現する。オンデマンドのバスや列車の運用が実現できれば更なる利便性向上が期待。

また、時間と手間が必要な技術の継承、特殊な技能・人材を必要とする業務について、3Dメガネにマニュアルや情報を重ね、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・指示を行うことができれば、膨大な人力と熟練が必要であった業務の短縮化・均一化が可能。

自動車分野への活用

幅広いエリアカバレッジを持つとともに、5Gでは1msの低遅延を実現することから、自動車分野への応用が期待。

世界各国で自動車への応用を念頭に自動車業界との連携や実証等が実施。



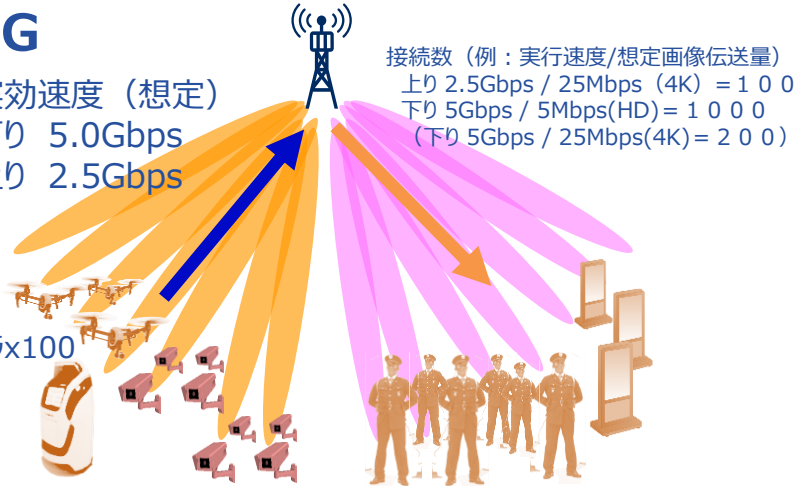
安全・安心分野

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、従来捉えられなかった事象を捉える
⇒超高速・大容量通信への期待

5G

実効速度 (想定)
下り 5.0Gbps
上り 2.5Gbps

4Kカメラx100



接続数 (例: 実行速度/想定画像伝送量)
上り 2.5Gbps / 25Mbps (4K) = 1 0 0
下り 5Gbps / 5Mbps(HD) = 1 0 0 0
(下り 5Gbps / 25Mbps(4K) = 2 0 0)

HD配信×1000 (4K配信×200)

【前提: 5Gの最高速度: DL 10Gbps/UL 5Gbps、5Gの実効速度: DL 5Gbps/UL 2.5Gbps】

建設分野

5Gサービスへの期待

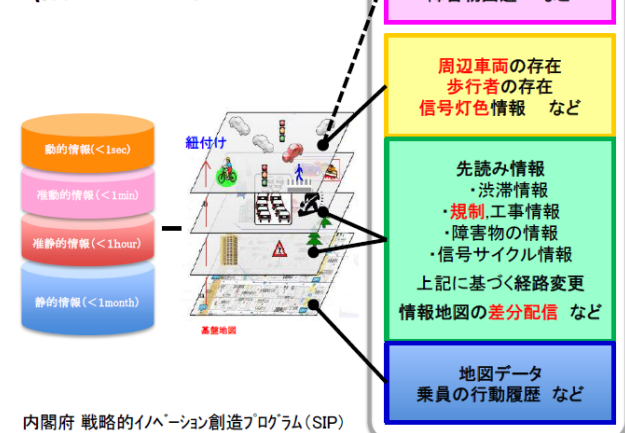
- ・高精細画像を伝送するための高速通信回線
- ・遠隔操縦者の疲労問題から200ms以内の低遅延
- ・多数の重機の同時制御



自動車分野

商用網を活用することのメリットを明確化し、自動車分野に適用可能な5Gの性能(遅延保障、帯域確保等)への期待
⇒高信頼への期待

ダイナミックマップとの対比 (論理的な配置イメージ)



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

デジタルコンテンツ(VR)分野

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・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)

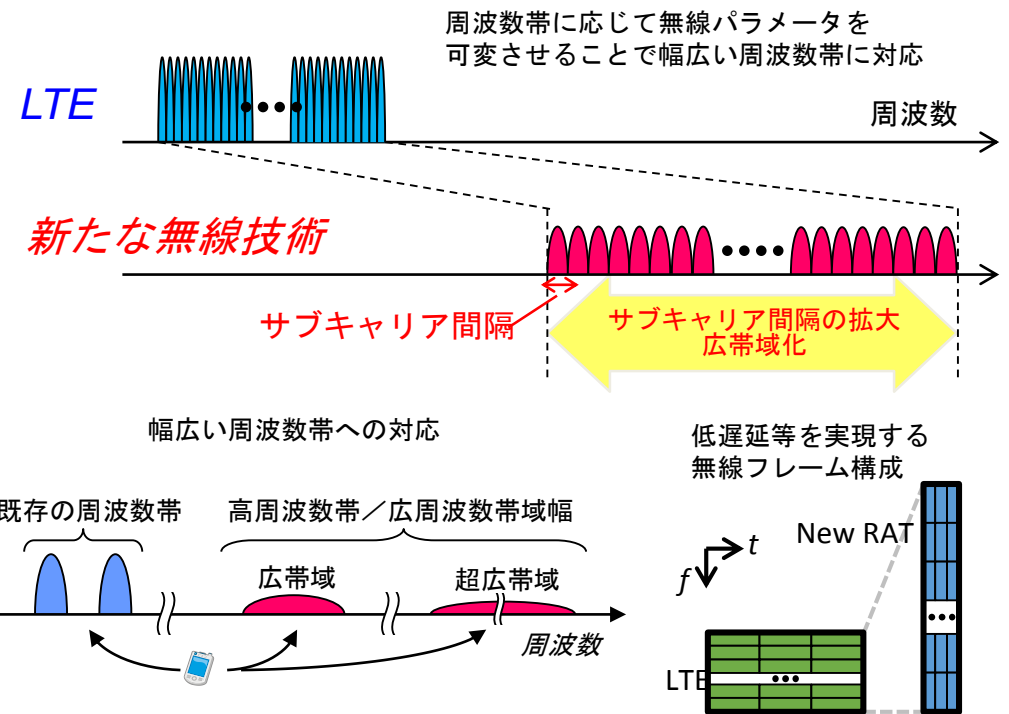
VR内部: 放送VR実証場「天子の居城」制作: 放送博物館/凸版印刷株式会社
VR内部: 東京都庁「産業の視点」制作: 東京都庁/凸版印刷株式会社
VR内部: 東京都庁「産業の視点」制作: 東京都庁/凸版印刷株式会社
VR内部: 東京都庁「産業の視点」制作: 東京都庁/凸版印刷株式会社

5Gのネットワーク構成 ①

- ✓ 5Gでは、LTEの100倍となる超高速、多数同時接続やLTEの10分1となる超低遅延といった5Gの高い要求条件に対応するため、柔軟な無線パラメータの設定により、ミリ波を含む幅広い周波数帯に対応するLTEとの互換性のない**新たな無線技術 (5G New Radio (NR))** が検討
- ✓ 高い周波数帯 (SHF帯、EHF帯等)におけるアンテナ素子の小型化、多素子アンテナの位相や振幅制御により、指向性を持たせたビーム(**ビームフォーミング**)を作り出す超多素子アンテナ(**Massive MIMO**)が期待

5Gの新たな無線技術 (5G NR)

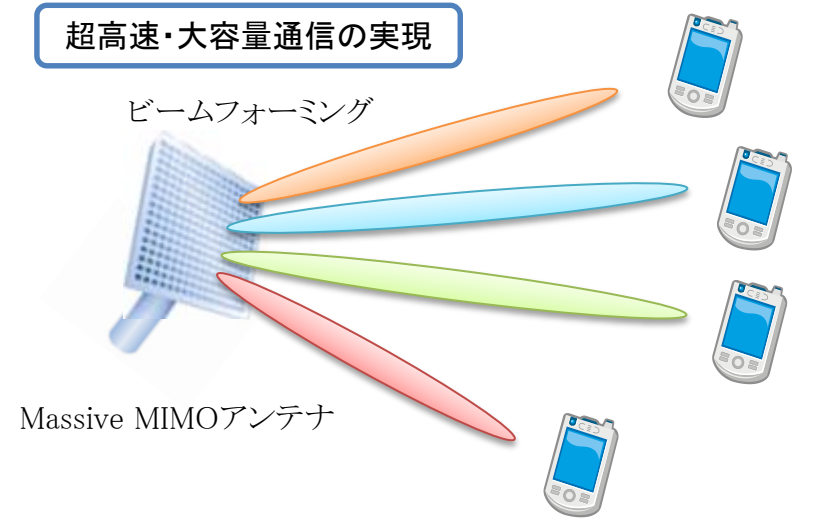
- 超高速実現に必要な数百MHz以上の広周波数帯域への対応や、ミリ波などの高い周波数帯への対応、超低遅延を実現する無線フレーム構成等の新たな無線技術



Massive MIMO / ビームフォーミング

- 多数のアンテナ素子を協調動作させ、任意の方向に電波のビームを形成することで、カバレッジの拡大、複数ユーザとの同時通信によるセル容量の拡大などを実現

超高速・大容量通信の実現

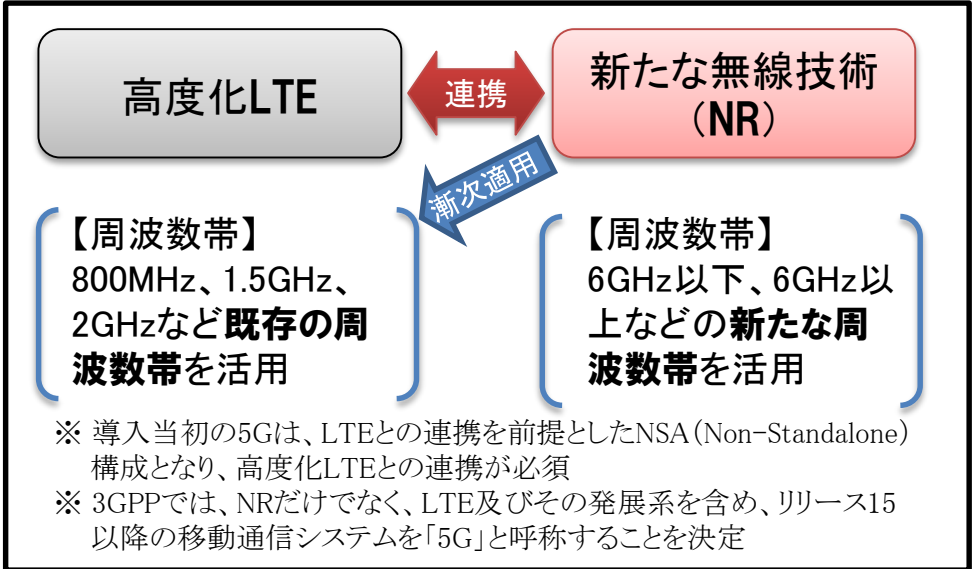


5Gのネットワーク構成 ②

- ✓ 導入当初の5Gは、既存のLTEネットワークの基盤を有効活用するため、**5G NRと高度化したLTE(eLTE)が連携して一体的に動作する無線アクセスネットワーク(NSA:Non Stand Alone)**が検討
- ✓ ユースケースに応じた柔軟なサービス提供を行うため、広帯域が期待される5G用周波数に加え、既存の4Gの周波数帯、WiFiなど、様々な周波数帯、無線技術に対応する**ヘテロジニアス・ネットワーク**となる
- ✓ 既存周波数帯などで制御信号を扱い(**C-plane**)、広帯域が確保しやすいミリ波等の高い周波数帯でユーザーデータを扱う(**U-plane**)ことで、**モビリティや安定した品質を確保(C/U分離)**

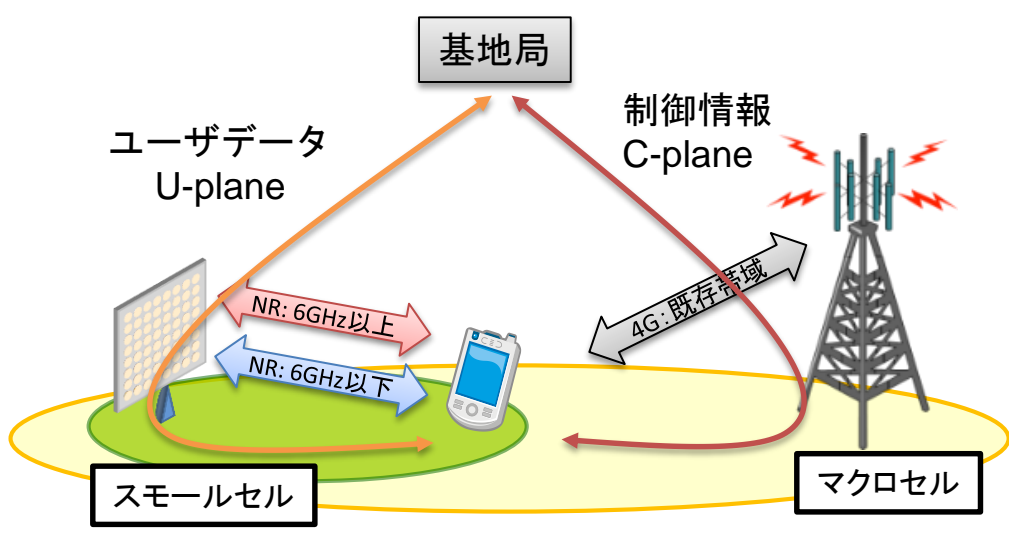
5Gの無線アクセスネットワーク

- 導入当初の5Gは、新たな無線技術(NR)と高度化したLTEが連携して一体的に動作(NSA構成)
- 新たな無線技術(NR)は、6GHz以下や6GHz以上などの新たな周波数帯への導入を想定。その後、順次既存の周波数帯へ展開



C/U分離

- 周波数帯やカバレッジ等の異なる複数のセルで制御情報とユーザーデータを分離して伝送
- 具体的には、カバレッジの広いマクロセルで制御情報を提供(C-plane)し、超高速通信等が提供可能なスモールセルでユーザーデータを提供(U-plane)

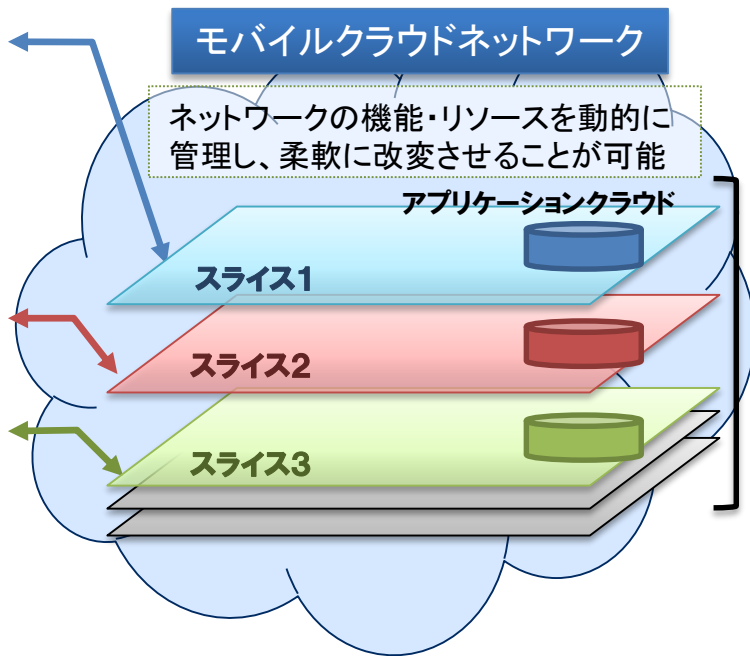
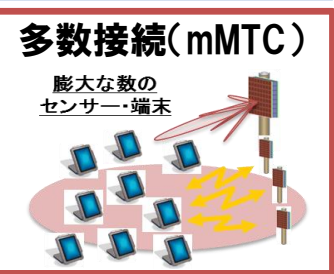


5Gのネットワーク構成 ③

- ✓ **ネットワークスライシング技術**をコアネットワークや無線アクセスネットワーク(RAN)などに導入することで、5Gの要求条件や異なる要件を持つサービスに柔軟に対応し、サービス毎に最適なネットワークを提供
- ✓ クラウド上でサービス提供を行っていたサーバをユーザの近くに配置する**モバイル・エッジ・コンピューティング(MEC)**※の導入により、**エンド・エンドの低遅延を実現**

ネットワークスライシング

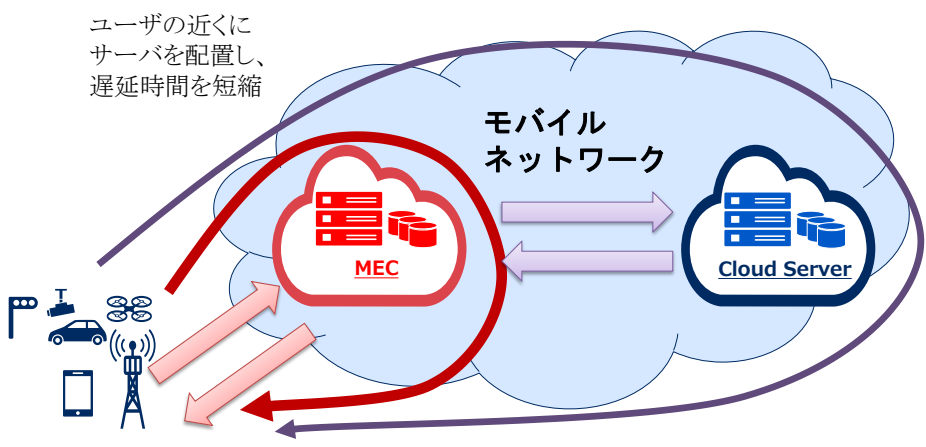
- 現在は、画一のネットワークに異なる要件のアプリ・サービスのトラフィックが混在
- ネットワークスライスを設定することで、アプリ・サービス毎にトラフィックの分離が可能



モバイル・エッジ・コンピューティング※

- 超低遅延が求められる自動車などについて、ユーザの近くにデータ処理等を行うMECサーバを配置することで、高速(低遅延)でサービスを提供することが可能

【現在】遅延大 (ネットワーク側のクラウドで処理) 【5G】低遅延 (ユーザ近くでデータ処理)



※ETSIでは、ネットワークエッジでクラウドやITサービスを提供する機能として、“Multi-access Edge Computing”という言葉が用いられている

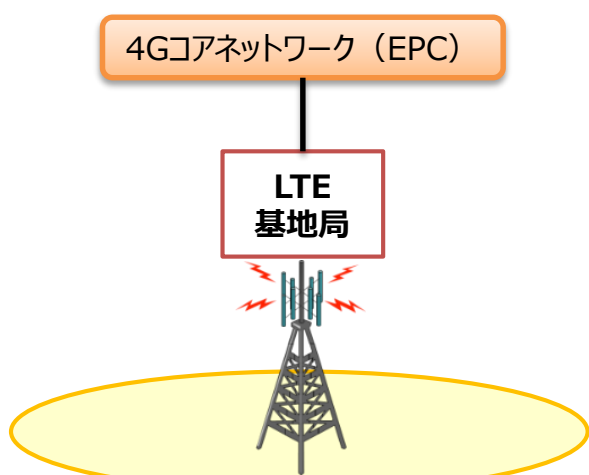
4Gから5Gへの移行

例えば、次のような5Gへの移行シナリオが想定される。

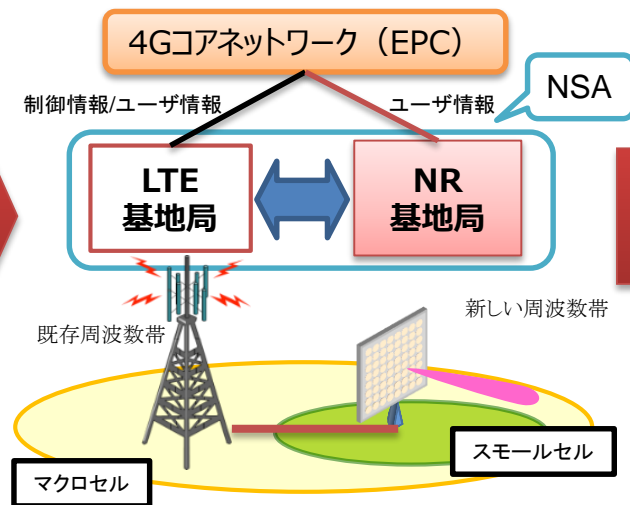
【2020年】 通信需要の高いエリアを対象に、**5G用の新しい周波数帯を用いた「超高速」サービスが提供**。新たな無線技術(NR)に対応した基地局は、LTE基地局と連携する**NSA(Non-Standalone)構成**で運用。

【202X年】 ネットワークスライシング等に対応した**5Gコアネットワークが導入**されるとともに、**SA (Standalone)構成**のNR基地局の運用が開始され、**既存周波数帯域へのNR導入が進展**。超高速、多数同時接続、高信頼・低遅延などの要求条件に対応した5Gサービスの提供が開始。

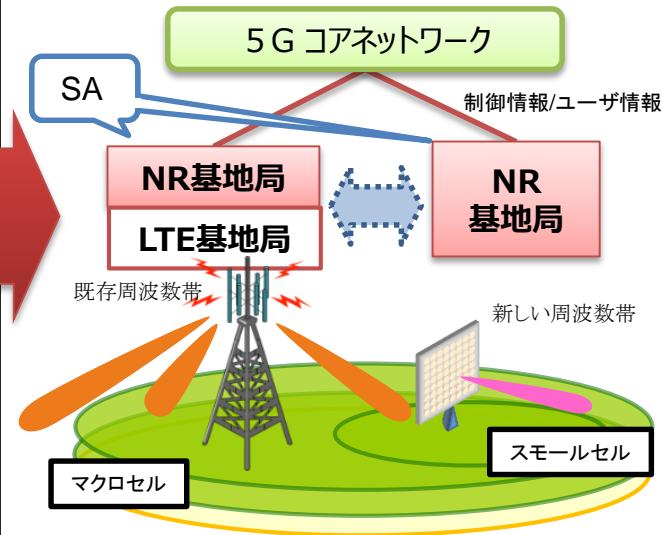
現在【LTEの面展開】



2020年【5G導入当初】



202X年【5G普及期】



- LTE、LTE-Advancedをベースとしたネットワーク構成であり、3GPPでの検討状況を踏まえ、上りCAの導入や256QAM導入などの高度化
- 800MHz、2GHzなどの周波数帯を用いて、スマートフォン向けサービスを念頭に、高いスループットを実現する面的なサービスエリアを展開
- NB-IoTやeMTCなどのワイドエリア、省電力を特徴としたIoT技術を先行導入

- コストを抑えつつ、円滑な5G導入を実現するため、NR基地局とLTE基地局が連携したNSA構成のシステムが導入
- 需要の高いエリア等を中心に、5G用周波数帯を用いた「超高速」サービスが提供され、eMTC/NB-IoT等によるIoTサービスが普及
- 高い周波数帯の活用が進展するとともに、Massive MIMOなどの新たな技術の導入が加速

- 「超高速」、「多数同時接続」、「低遅延」の全ての要求条件に対応したサービスが提供
- ネットワークスライシング等に対応した5Gコアネットワークが導入され、モバイル・エッジ・コンピューティング(MEC)の導入も進展
- SA構成のNR基地局の導入が開始(NSA構成の基地局も併存)。既存周波数帯にもNR導入が進展
- 広く普及しているLTEについては、継続的にサービスを提供
- WRC-19で特定された周波数帯域も活用

1. 検討の背景

2. 5Gの基本コンセプト






3. 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

4. 5G NR (New Radio)

5. 共用検討

6. 今後の主な検討事項

5G用周波数の国際的な検討状況

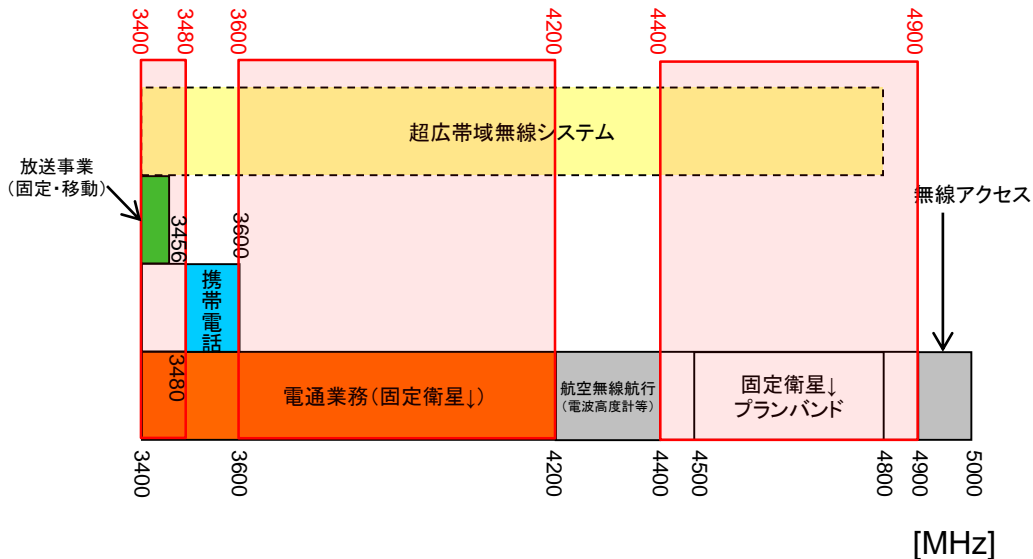
| | 6GHz以下 | 6GHz以上 |
|---|---|---|
| <p>米国</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ● 600MHz ⇒インセンティブ・オークションを実施 ● 3.55-3.7GHz ⇒市民ブロードバンド無線サービス (CBRS)での活用を検討 | <ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-28.35GHz ⇒割当てを公表(2016年7月) ● WRC-19候補周波数帯 ⇒24.25-24.45、24.75-25.25、37-38.6、38.6-40、47.2-48.2、64-71GHzの割当てを公表(2016年7月、2017年11月) |
| <p>欧州</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ● 700MHz ⇒カバレッジ確保・屋内向け ● 3.4-3.8GHz ⇒利用可能性を検討 | <ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.25-27.5、40.5-43.5、66-71GHzを推進 うち、24.25-27.5GHzは2019年までの確保を検討 |
| <p>中国</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ● 3.3-3.6、4.8-5.0GHz ⇒利用計画を公布(2017年11月) ● 4.4-4.5GHz ⇒利用可能性を検討 | <ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.75-27.5、37-42.5GHzを推進 |
| <p>韓国</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ● 3.4-3.7GHz ⇒2018年までに確保 | <ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-29.5GHz ⇒2018年までに、27.5-28.5GHzを確保 2021年までに、28.5-29.5GHzの確保を検討 ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、24.25-27.5、31.8-33.4、37-40.5GHzを推進 うち、26.5-27.5GHzは2021年までの確保を検討 |
| <p>日本</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ● 3.6-4.2、4.4-4.9GHz ⇒既存無線局との共用検討 ※3.48-3.6GHzは割当て済み | <ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-29.5GHz ⇒既存無線局との共用検討 ● WRC-19候補周波数帯 ⇒特に、43.5GHz以下の帯域を積極的に検討 |

携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

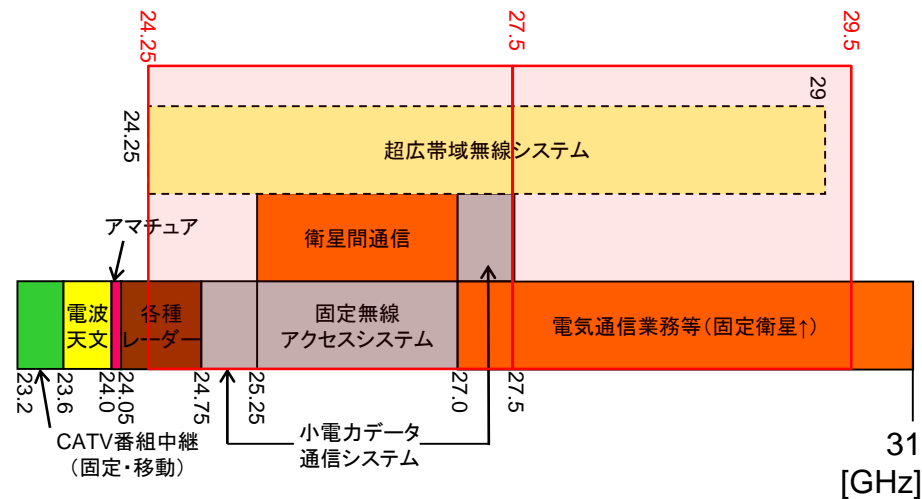
- 2020年の5G実現に向けて、
 - ✓ 3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯の2018年度末頃までの周波数割当てを目指し、2018年夏頃までに技術的条件を策定する
 - ✓ 他の無線システムとの共用に留意しつつ、28GHz帯で最大2GHz幅、3.7GHz帯及び4.5GHz帯で最大500MHz幅を確保することを目指す
- 周波数逼迫対策のため、
 - ✓ 1.7GHz帯：公共業務用無線局の再編を進めるとともに、終了促進措置の活用も検討し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す
 - ✓ 3.4GHz帯：終了促進措置を活用し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す

| 周波数帯 | 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方 |
|---|--|
| 3.6-4.2GHz <small>※一部帯域は、欧州、米国等と連携できる可能性</small> | <ul style="list-style-type: none"> ● ITU、3GPP等における国際的な検討状況や研究開発動向等を踏まえた上で、2018年度末頃までの周波数割当てを目指し、2018年夏頃までに技術的条件を策定する |
| 4.4-4.9GHz <small>※一部帯域は、中国と連携できる可能性</small> | <ul style="list-style-type: none"> ● 他の無線システムとの共用に留意しつつ、3.7GHz帯及び4.5GHz帯で最大500MHz幅を確保することを目指す |
| 27.5-29.5GHz <small>※一部帯域は、米、韓と連携できる可能性</small> | <ul style="list-style-type: none"> ● ITU、3GPP等における国際的な検討状況や研究開発動向等を踏まえた上で、2018年度末頃までの周波数割当てを目指し、2018年夏頃までに技術的条件を策定する ● 他の無線システムとの共用に留意しつつ、28GHz帯で最大2GHz幅を確保することを目指す |
| WRC-19議題1.13の候補周波数 | <ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19候補周波数帯について、諸外国の状況を踏まえより多くの周波数帯が特定・割当されるよう対処する ● 特に、各国・地域※で検討が進んでいる43.5GHz以下の帯域について、積極的に共用検討等を行う <small>※ 24.5-27.5GHz:27.5-29.5GHzと一体的な利用が期待できるとともに、欧州等と連携できる可能性、37.0-40GHz:米国等と連携できる可能性、40.5-43.5GHz:欧州と連携できる可能性</small> |
| 1.7GHz帯 | <ul style="list-style-type: none"> ● 周波数逼迫対策のため、公共業務用無線局(固定)の再編を進めるとともに、終了促進措置の活用も検討し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す |
| 2.3GHz帯 | <ul style="list-style-type: none"> ● 移動通信システム向けの周波数割当てを可能とするため、公共業務用無線局(固定・移動)との周波数共用や再編について引き続き検討を推進する |
| 2.6GHz帯 | <ul style="list-style-type: none"> ● 次期衛星移動通信システム等の検討開始に向けて、移動通信システムとの周波数共用の可能性について技術的な観点から検討を推進する |
| 3.4-3.48GHz <small>※技術的条件は策定済み</small> | <ul style="list-style-type: none"> ● 周波数逼迫対策のため、終了促進措置を活用し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す |

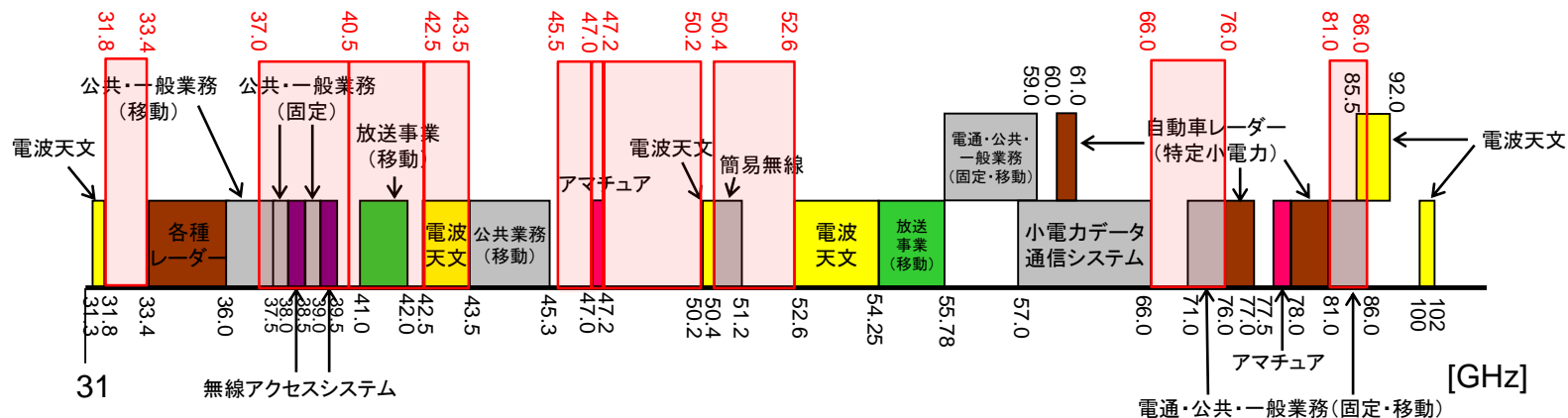
1. 3.4-4.9GHz周辺の使用状況



2. 24.25-29.5GHz周辺の使用状況

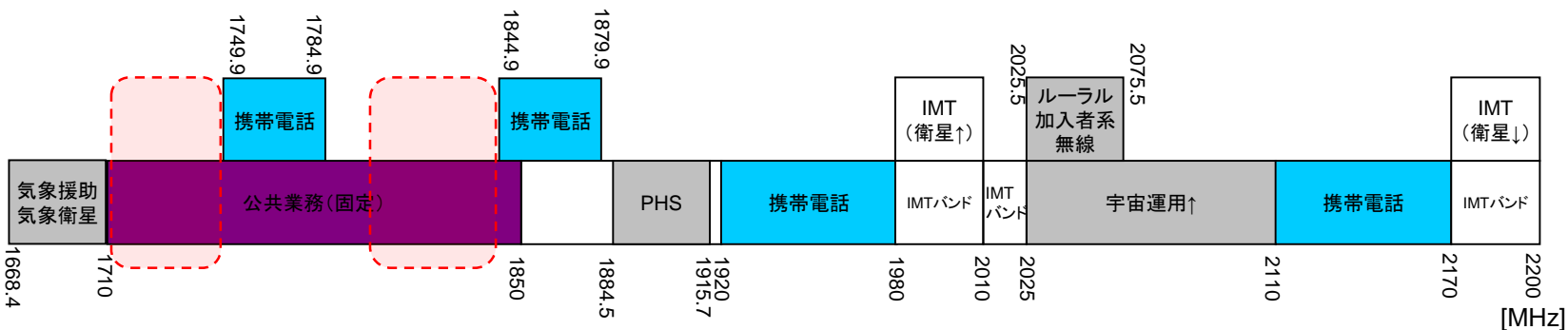


3. 29.5-86GHz周辺の使用状況

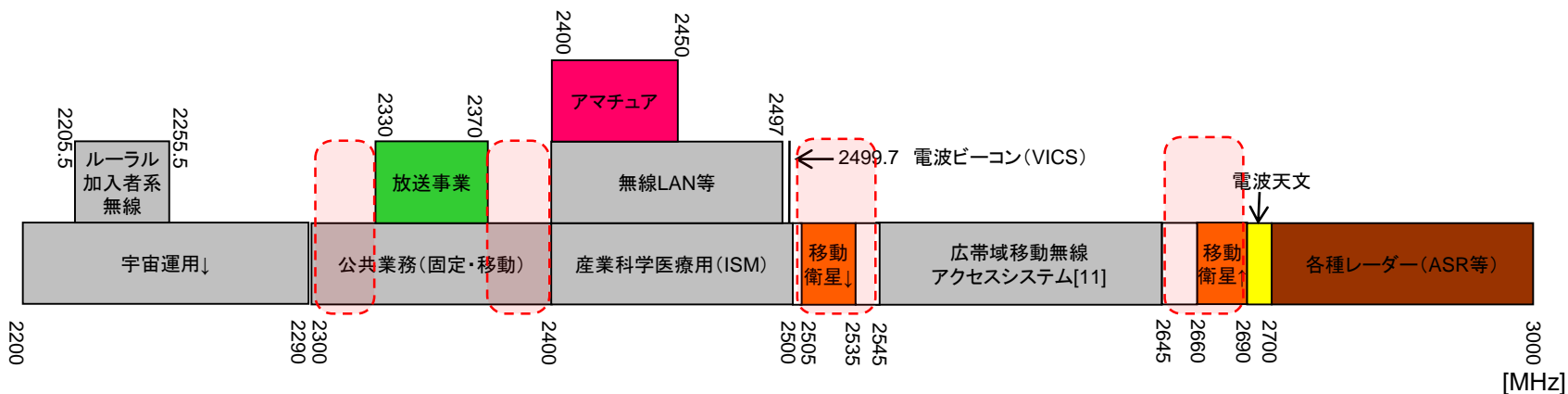


※我が国の電波の使用状況(平成28年12月)より作成

4. 1.7GHz帯周辺の使用状況



5. 2.3GHz帯、2.6GHz帯周辺の使用状況



※我が国の電波の使用状況(平成28年12月)及び電波政策2020懇談会報告書(平成28年7月)「既存業務の周波数共用、再編の促進」に関する主な意見の概要」より作成

1. 検討の背景

2. 5Gの基本コンセプト

3. 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

4. 5G NR (New Radio)

5. 共用検討

6. 今後の主な検討事項

- ✓ **通信方式** : 国内5G候補周波数帯においては、4Gでも利用されている上り(UL:UpLink)/下り(DL:DownLink)回線に同一周波数帯を使用する**TDD (Time Division Duplex :時分割複信)方式**
- ✓ **接続方式** : 下り回線(基地局送信、移動局受信)は、4Gでも利用されている**OFDM*1方式及びTDM*2方式との複合方式**

*1 Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 直交周波数分割多重
 *2 Time Division Multiplexing : 時分割多重

上り回線(移動局送信、基地局受信)は、4Gでも利用されている**SC-FDMA*4方式に加えOFDMA*4方式も採用**

*3 Single Carrier Frequency Division Multiple Access : シングル・キャリア周波数分割多元接続
 *4 Orthogonal Frequency Division Multiple Access : 直交周波数分割多元接続

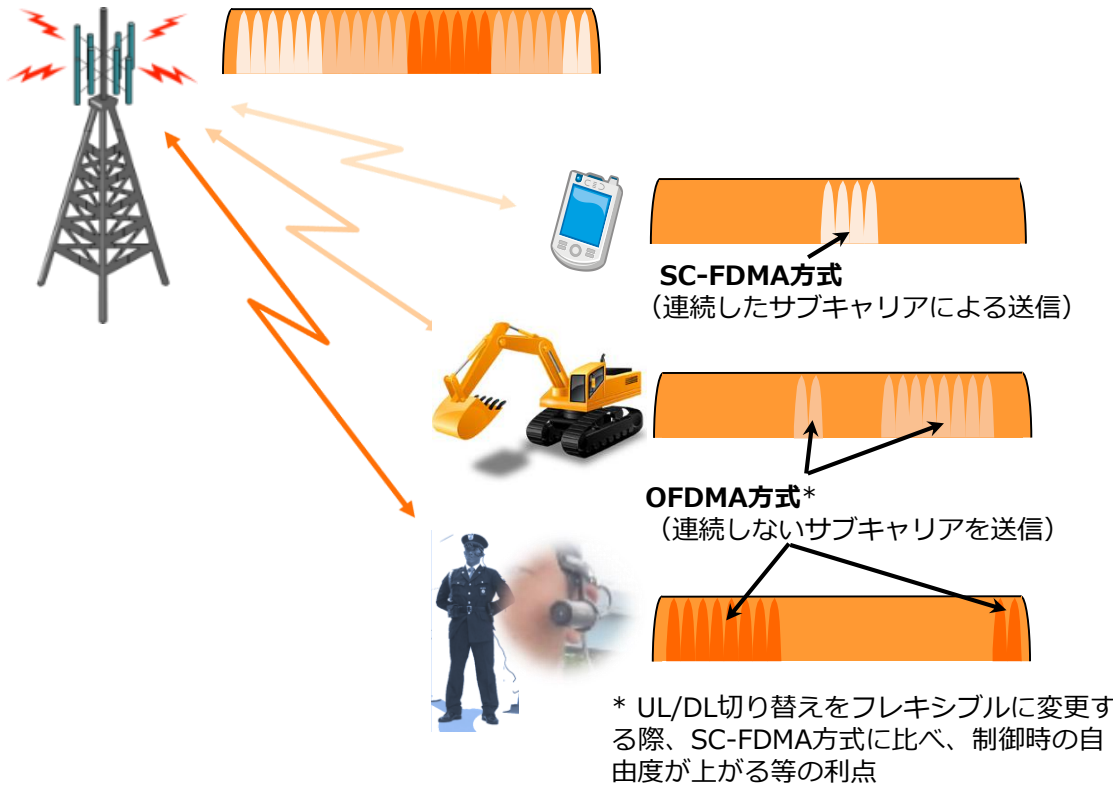


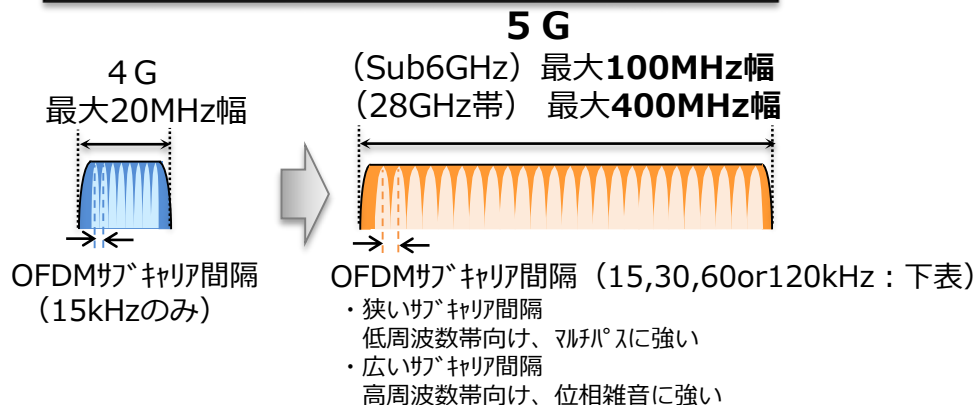
表 : 国内 5 G 候補周波数帯に関連する3GPP Band

| 3GPP Band (TDD周波数帯) | |
|---------------------|--|
| Sub 6GHz | 3.3GHz ~ 4.2GHz Band n77 Band n78 3.3GHz ~ 3.8GHz |
| | 4.4GHz ~ 5.0GHz Band n79 |
| 28GHz帯 | 26.5GHz ~ 29.5GHz Band n257 |

図 : 基地局及び陸上移動局のそれぞれ同一時間における周波数利用イメージ

- ✓ 1コンポーネントキャリア(CC)幅について、Sub6GHzでは最大100MHz幅、28GHz帯では最大400MHz幅まで対応することにより、**超高速・大容量通信の実現**。
- ✓ アンテナ素子の小型化、多素子アンテナの位相や振幅制御により、指向性を持たせたビーム(**ビームフォーミング**)を作り出す超多素子アンテナ(**Massive MIMO**)が期待。任意の方向に電波のビームを形成することによる**カバレッジの拡大**、複数ユーザとの同時通信による**超高速・大容量通信の実現**。

広帯域化・高周波数帯(ミリ波)の活用



Massive MIMO/ビームフォーミング

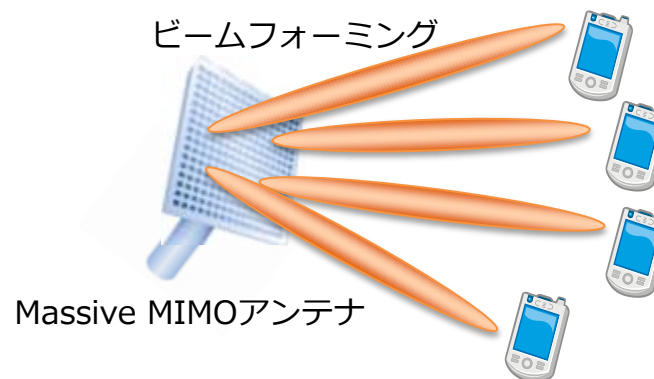


表 : 3GPP Band毎の1CC幅及びサブキャリア間隔

| 3GPP Band | サブキャリア間隔 [kHz] | 1CC (コンポーネントキャリア) 幅 [MHz] | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|--|
| | | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 200 | 400 | |
| Sub 6GHz | 3.3GHz ~ 4.2GHz | 15 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | |
| | n77 | 30 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓* | ✓ | ✓* | ✓ | | | |
| | n78 | 60 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓* | ✓ | ✓* | ✓ | | | |
| | 3.3GHz ~ 3.8GHz | 15 | | | | | ✓ | ✓ | | | | | | | |
| | 4.4GHz ~ 5.0GHz | 30 | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | |
| | n79 | 60 | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | |
| 28GHz帯 | 26.5GHz ~ 29.5GHz | 60 | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | |
| | n257 | 120 | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | |

* 70MHz, 90MHzは現状ではBand n77/n78における基地局側のみ規定

✓ Short TTI(送信単位の時長の短縮、Short Transmission Time Interval)、Fast HARQ-ACK(高速再送制御、Fast Hybrid Automatic Retransmission request - ACKnowledgement)により、**超低遅延を実現** ※3GPPで詳細検討中。今後変更される可能性有

Short TTI (送信単位あたりの時間を短縮)

Fast HARQ-ACK (高速再送制御)

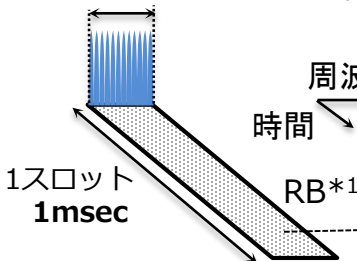
■サブキャリア間隔を広くする (スロット単位で割当て)

サブキャリア間隔を広くすることにより、同等のデータ量を短時間で送信可能 ※4Gでは、RB*1 (180kHz, 1msec) のみ

下り信号の正常受信 (ACK:ACKnowledgement) 又は 再送要求等 (NACK :Negative ACK) について、端末から高速に基地局にフィードバック ※ 4Gでは、最短3msec*2

4 G : サブキャリア間隔 15kHz

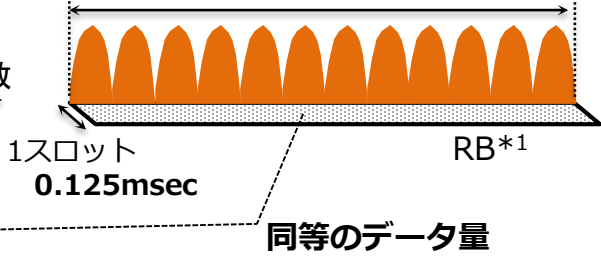
12サブキャリア (180kHz)



1スロット
1msec

5 G : サブキャリア間隔 120kHz

12サブキャリア (1.44MHz)



1スロット
0.125msec

同等のデータ量

下り制御情報(PDCCH)

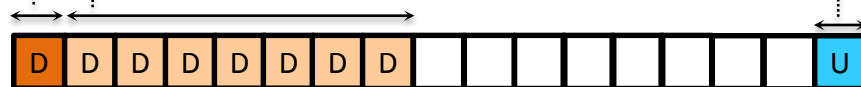
: 端末に対し上りのリソース割当て情報等を通知 (1-3シンボル)

下りデータ(PDSCH)

: 端末に対しデータを送信 (2,4,7or14シンボル)

上り制御情報(PUCCH)

: 下り信号のACK/NACK, リソース割当て要求等を送信 (Short:1or2シンボル、Long:4-14シンボルの2種類を設定可能)



1シンボル

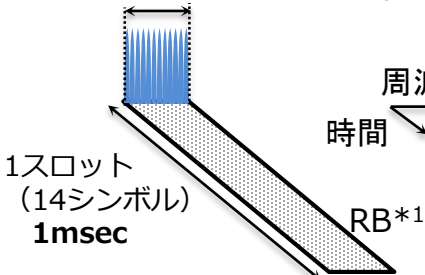
HARQ-ACKフィードバック

■単位時間 (TTI) 長をフレキシブルに変更

データ量が少ない場合など、スロット内のシンボル数を変化 (下りの場合2,4又は7シンボルで構成) させて送信可能 ※4G未対応

5 G : サブキャリア間隔 15kHz

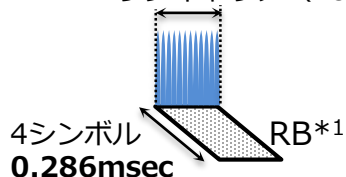
12サブキャリア (180kHz)



1スロット
(14シンボル)
1msec

5 G : サブキャリア間隔 15kHz

12サブキャリア (180kHz)



4シンボル
0.286msec

*1 RB (Resource Block, リソースブロック)
: ユーザーへのデータ送信割当て単位。周波数軸では12サブキャリア固定

*2 下りデータ(PDSCH)のデータ送信終了後から上り制御情報(PUCCH)の送信開始までの時間

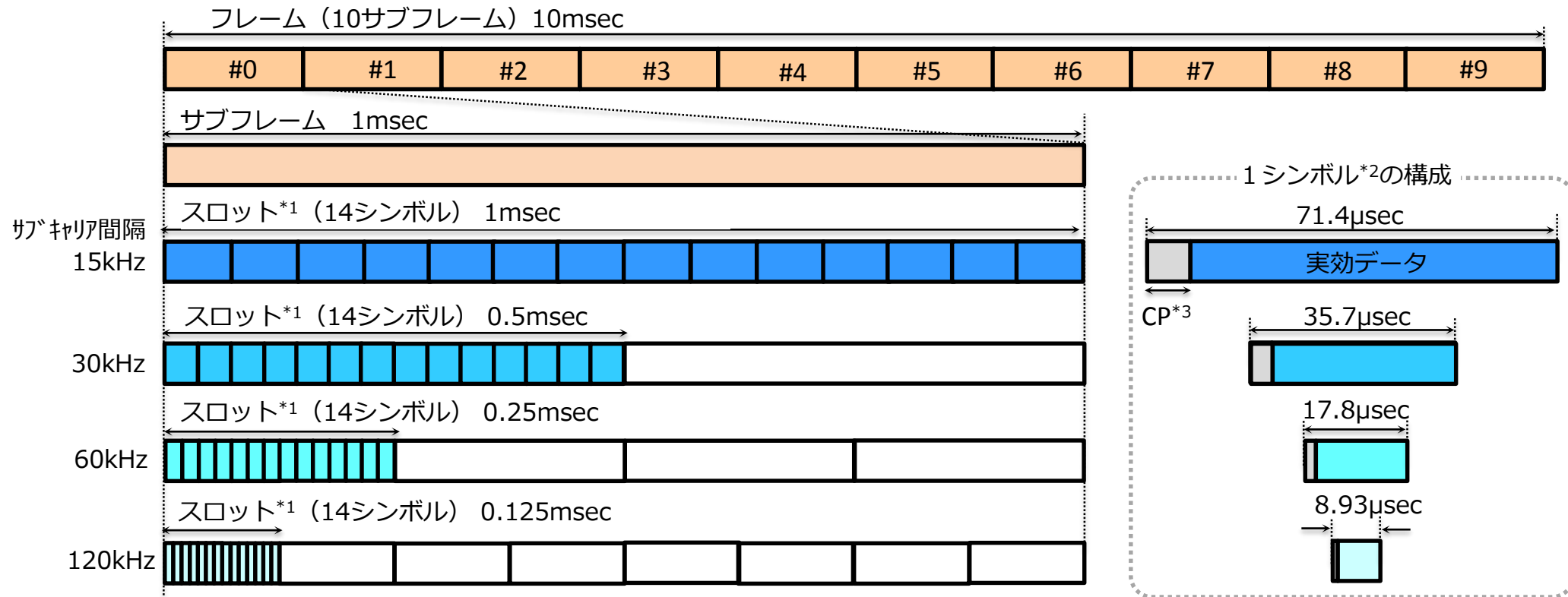
*3 下りデータ(PDSCH)の復調用参照信号のデータ量が大きい場合は、チャンネル推定の負荷が増えることから、長いシンボル数を設定

| サブキャリア間隔 | 最短HARQ-ACK フィードバックシンボル数*3 |
|----------|--|
| 15kHz | 8シンボル (0.572msec) or 13シンボル (0.930msec) |
| 30kHz | 10シンボル (0.358msec) or 13シンボル (0.465msec) |
| 60kHz | 17シンボル (0.304msec) or 20シンボル (0.358msec) |
| 120kHz | 20シンボル (0.179msec) or 24シンボル (0.215msec) |

- ✓ **フレーム構成**: フレーム長(10msec)及びサブフレーム長(1msec)は固定、スロット長及びシンボル長はサブキャリア間隔に応じ異なり、**周波数軸上のサブキャリア間隔が広がると、時間軸上のスロット長・シンボル長は短くなる。**

※3GPPで詳細検討中。今後変更される可能性有

5G NR フレーム構成



*1 スロット: データのスケジューリング単位。1スロットは、14OFDMシンボルで構成 (※)

※ただし、5G NRでは、スケジューリング時に下り/上りそれぞれ以下のとおりフレキシブルに変更可能

下り: スロット内の任意のシンボルをスタートシンボルとし、最終シンボルが次のスロットへはみ出ない連続する2,4又は7シンボルで構成

上り: スロット内の任意のシンボルをスタートシンボルとし、最終シンボルが次のスロットへはみ出ない連続する1~14の任意のシンボルで構成

*2 シンボル: 伝送するデータの単位。OFDMの場合、複数のサブキャリアから構成。各サブキャリアには複数のビット (例: 64QAMで6ビット) がマッピング

*3 CP (Cyclic Prefix, サイクリックプレフィックス): マルチパスに起因するシンボル間干渉を低減するためのガード期間。シンボル後半の一部をコピーしたもの。挿入率は、サブキャリア間隔によらず、0.5msec毎に7.2%、その他シンボルは6.6%

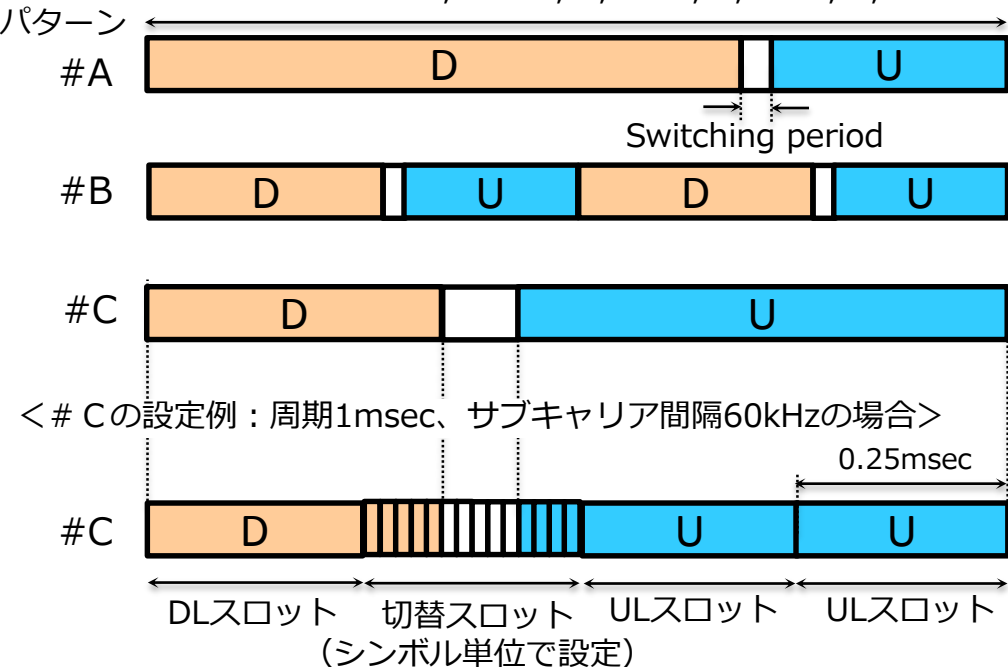
✓ DL/UL configuration(切り替えタイミング): eMBB,URLLCの要求条件を満たすため、切り替えタイミングのフレキシブルな設定が可能。Semi-static TDD(DL/ULの切り替え周期を柔軟に設定)、Dynamic TDD(シンボルごとにDL/ULの切り替え)が基地局ごとに設定可能

※3GPPで詳細検討中。今後変更される可能性有

Semi-static TDD

- DL/UL切り替えパターンの繰り返し周期について、4Gは10msec固定に対し、5G NRでは、0.5, 0.625, 1, 1.25, 2, 2.5, 5, 10msec単位で設定が可能
- DL/ULはスロット単位で設定可能 (DL /UL切り替えを行うスロットではシンボル単位で設定が可能)

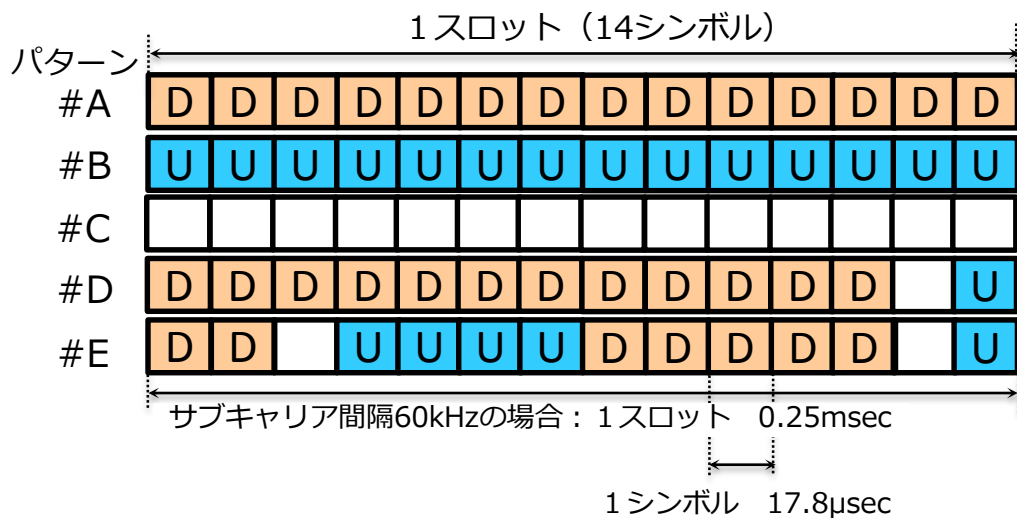
周期を設定可能 (0.5, 0.625, 1, 1.25, 2, 2.25, 5, 10msec)



Dynamic TDD

- DL/UL切り替えパターンの繰り返し周期を設定することなく、要求に応じ、フレキシブルにDL/ULを切り替え可能
- スロット単位で、シンボルごとにDL/UL切り替えパターン (56パターン) の設定可能

<設定が可能なパターンの例>



D:Downlink
U:Uplink

(参考) 1CCあたりの理論的な最高伝送速度

✓ 1コンポーネントキャリア(CC)あたりの理論的な最高伝送速度は、次式により算出

$$\text{Data rate [bps]} = N_{\text{MIMO}} \times N_{\text{Mod}} \times f \times R_{\text{max}} \times (N_{\text{RB}} \times 12 / T_{\text{symbol}}) \times (1 - R_{\text{OH}}) \times R_{\text{DL/UL}}$$

N_{MIMO} : 最大MIMOレイヤ数
 N_{MOD} : 変調シンボルあたりのビット数
 f : UEのベースバンド処理におけるピークレートを算出するためのスケールリングファクター
 R_{MAX} : 最大符号化率
 N_{RB} : 1 CCあたりのリソースブロック数
 T_{symbol} : 1 OFDMシンボルあたりの時間長[sec]
 R_{OH} : 無線フレームあたりのオーバーヘッド率 (参照信号や制御チャネルなど)
 $R_{\text{DL/UL}}$: TDDのUL/DLの割当て比率

(算出例:DLの場合)

※3GPPで詳細検討中。今後変更される可能性有

$$10.1 \text{ [Gbps]} = 8 \times 6 \times 1 \times (948/1024) \times (264 \times 12 / (8.93 \times 10^{-6})) \times (1 - 0.2) \times (4 / 5) \times 10^{-9}$$

- $N_{\text{MIMO}} = 8$ ※ 1 DL:最大8レイヤ (SU-MIMO) ,12レイヤ (MU-MIMO) 、UL:最大4レイヤ (SU-MIMO) ,12レイヤ (MU-MIMO)
- $N_{\text{MOD}} = 6$ ※ 2 QPSK : 2ビット、16QAM : 4ビット、64QAM : 6ビット、256QAM : 8ビット
- $f = 1$ ※ 3 システム帯域の最高伝送速度の計算の際は1、UEのベースバンド処理能力に応じて0.75も選択可能
- $R_{\text{MAX}} = 948/1024$ ※ 4 データチャネル : LDPC符号 (最大符号化率948/1024) 、制御チャネル : Polar符号
- $N_{\text{RB}} = 264$ ※ 5 下表。264は、ミリ波・サブキャリア間隔120kHz・400MHz幅の場合
- $T_{\text{symbol}} = 8.93 \times 10^{-6}$ ※ 6 スライド[5G NR(New Radio)フレーム構成]参照。サブキャリア間隔120kHzの場合、8.93μsec (=8.93×10⁻⁶ sec)
- $R_{\text{OH}} = 0.2$ ※ 7 復調参照信号や制御チャネル、ミリ波では位相雑音低減用の信号等。一般的にSub-6は0.14、ミリ波は0.2
- $R_{\text{DL/UL}} = 4/5$ ※ 8 TDDのDL/ULの割当て比率。4/5は、DL:UL=4:1とした場合のDLの割合。

表 : 3GPP 1CC (コンポーネントキャリア) 幅あたりのリソースブロック (RB) 数

| | サブキャリア間隔 [kHz] | 1CC (コンポーネントキャリア) 幅 [MHz]あたりのリソースブロック (RB) 数 | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 200 | 400 |
| Sub-6 | 15 | 52 | 79 | 106 | 160 | 216 | 270 | - | - | - | - | - | - | - |
| | 30 | 24 | 38 | 51 | 78 | 106 | 133 | 162 | 189 | 217 | 245 | 273 | - | - |
| | 60 | 11 | 18 | 24 | 38 | 51 | 65 | 79 | 93 | 107 | 121 | 135 | - | - |
| 28GHz帯 | 60 | - | - | - | - | - | 66 | - | - | - | - | 132 | 264 | - |
| | 120 | - | - | - | - | - | 32 | - | - | - | - | 66 | 132 | 264 |

1. 検討の背景

2. 5Gの基本コンセプト

3. 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

4. 5G NR (New Radio)

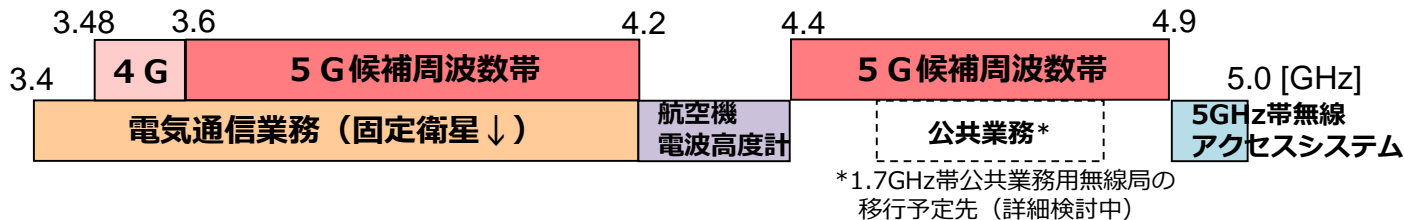
5. 共用検討

6. 今後の主な検討事項

3.7GHz帯、4.5GHz帯の共用検討

✓ 3.7GHz、4.5GHz帯利用/計画状況: 5G候補周波数帯と同一帯域において電気通信業務(固定衛星(↓:宇宙から地球))が利用(将来の利用計画を含む)、また隣接帯域において航空機電波高度計及び5GHz帯無線アクセスシステムが利用

3.7GHz、4.5GHz帯の利用/計画状況



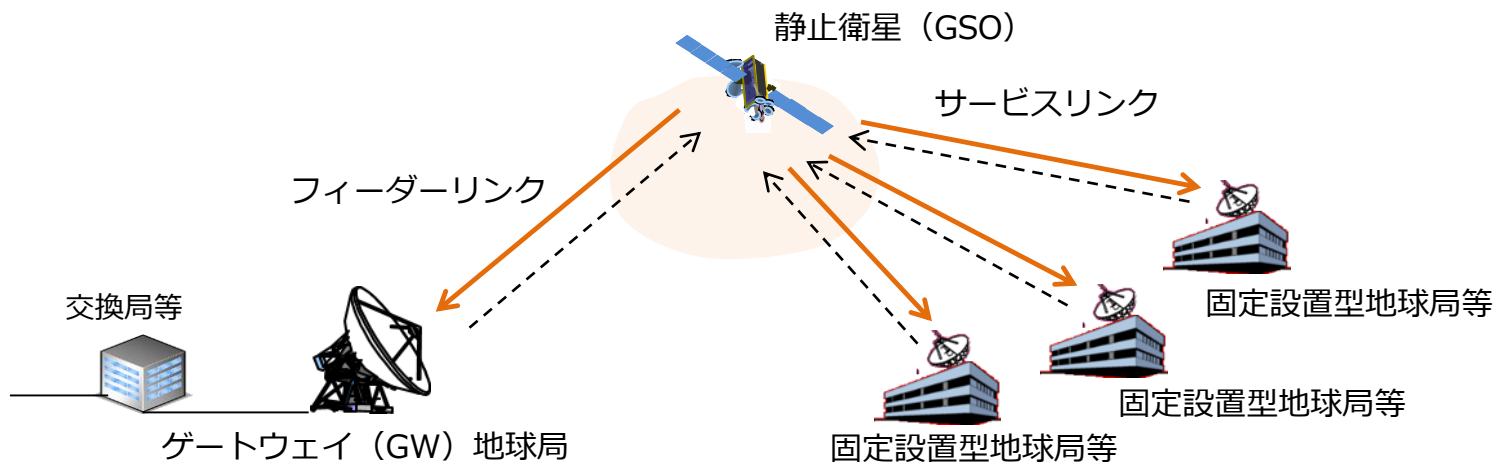
共用検討の組合せ

| 5G候補周波数 | 対象システム | 同一/隣接 | 与干渉→被干渉 |
|--------------------------|------------------|-------|--|
| 3.6-4.2GHz (3.7GHz帯) | 電気通信業務(固定衛星↓) | 同一周波数 | 5G→地球局等 |
| | 航空機電波高度計 | 隣接周波数 | 5G→電波高度計 電波高度計→5G |
| | 4G(LTE-Advanced) | 隣接周波数 | 5G→LTE-Advanced LTE-Advanced→5G |
| | 5G | 隣接周波数 | 5G→5G |
| 4.4-4.9GHz* (4.5GHz帯) | 航空機電波高度計 | 隣接周波数 | 5G→電波高度計 電波高度計→5G |
| | 5GHz帯無線アクセスシステム | 隣接周波数 | 5G→5GHz帯無線アクセスシステム 5GHz帯無線アクセスシステム→5G |
| | 5G | 隣接周波数 | 5G→5G |

*1.7GHz帯から4.5GHz帯へ移行予定の公共業務用無線局との共用検討は別途実施

他の無線システムの概要

■ Cバンド固定衛星業務 (↓ : 宇宙から地球)

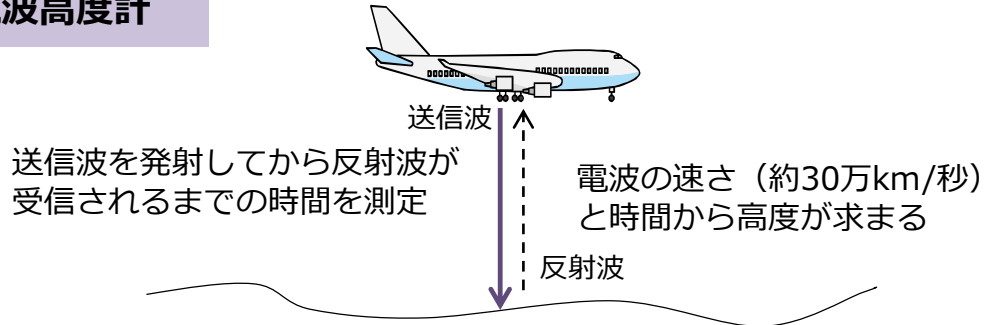


図：Cバンド固定衛星業務（ダウンリンク）の利用イメージ

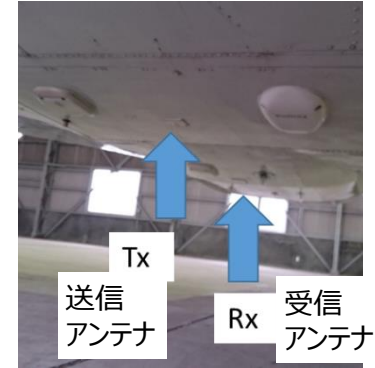
| 周波数帯 | 利用/計画状況（概要） |
|------------|---|
| 3.4-4.2GHz | <ul style="list-style-type: none"> ● 国内通信（サービスリンクとして離島向け通信や各種情報配信、移動衛星通信サービスのためのフィーダーリンク）、国際通信（直接通信、中継サービス）、衛星管制・監視等に利用。 ● 国内免許の地球局は56局（※常設ではなく将来にわたり不定期に短期間開設される可能性がある地球局5局、計画中の地球局12局を含む）。その他、国内外の免許による固定衛星や、海外衛星放送配信を受信する受信専用設備も存在（※本資料では、地球局と受信専用設備を合わせて、地球局等と表現） |

3.7GHz帯、4.5GHz帯の利用 / 計画状況②

■ 航空機電波高度計



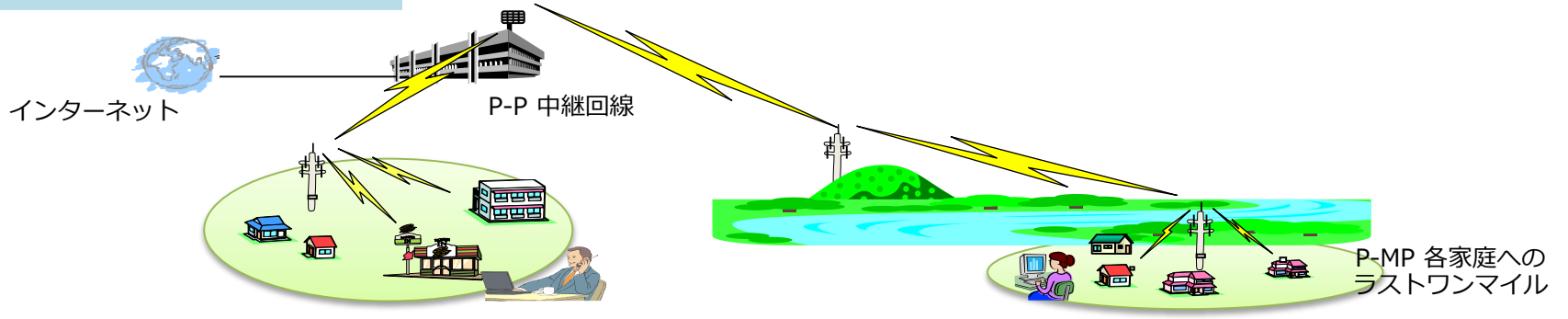
図：電波高度計の利用イメージ



図：電波高度計アンテナ設置例

| 周波数帯 | 利用/計画状況 (概要) |
|------------|---|
| 4.2-4.4GHz | <ul style="list-style-type: none"> ● 航空機／ヘリコプターに具備される高度計測計器。パルス型とFM-CW型の2種類が存在。パルス型は、比較的古い航空機／ヘリコプターに搭載されていることが多い。最近の航空機／ヘリコプターの多くは、FM-CW型を搭載 ● 国内免許の電波高度計は約1,100局。その他、日本へ飛来する海外航空会社などの航空機等でも利用 |

■ 5GHz帯無線アクセスシステム



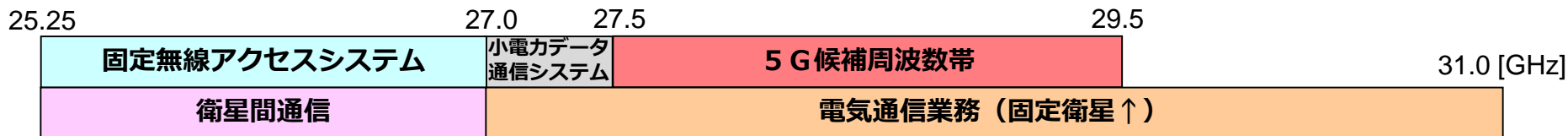
図：5GHz帯無線アクセスシステムの利用イメージ

| 周波数帯 | 利用/計画状況 (概要) |
|------------|---|
| 4.9-5.0GHz | <ul style="list-style-type: none"> ● 1対1のP-P方式 (Point to point) 又は1対多のP-MP方式 (Point to Multipoint) により、条件不利地域等のブロードバンド通信、住宅・マンションなど一般家庭を対象としたインターネットアクセス回線等に利用 ● 国内の登録局 (包括免許+個別免許) は12,017局 (平成27年度電波利用状況調査結果) |

28GHz帯の共用検討

✓ **28GHz帯利用/計画状況**: 5G候補周波数帯と同一・隣接帯域において**電気通信業務(固定衛星(↑:地球から宇宙))**が利用(将来の利用計画を含む)、また隣接帯域において**27GHz帯小電力データ通信システム**の技術基準が策定済

28GHz帯の利用/計画状況

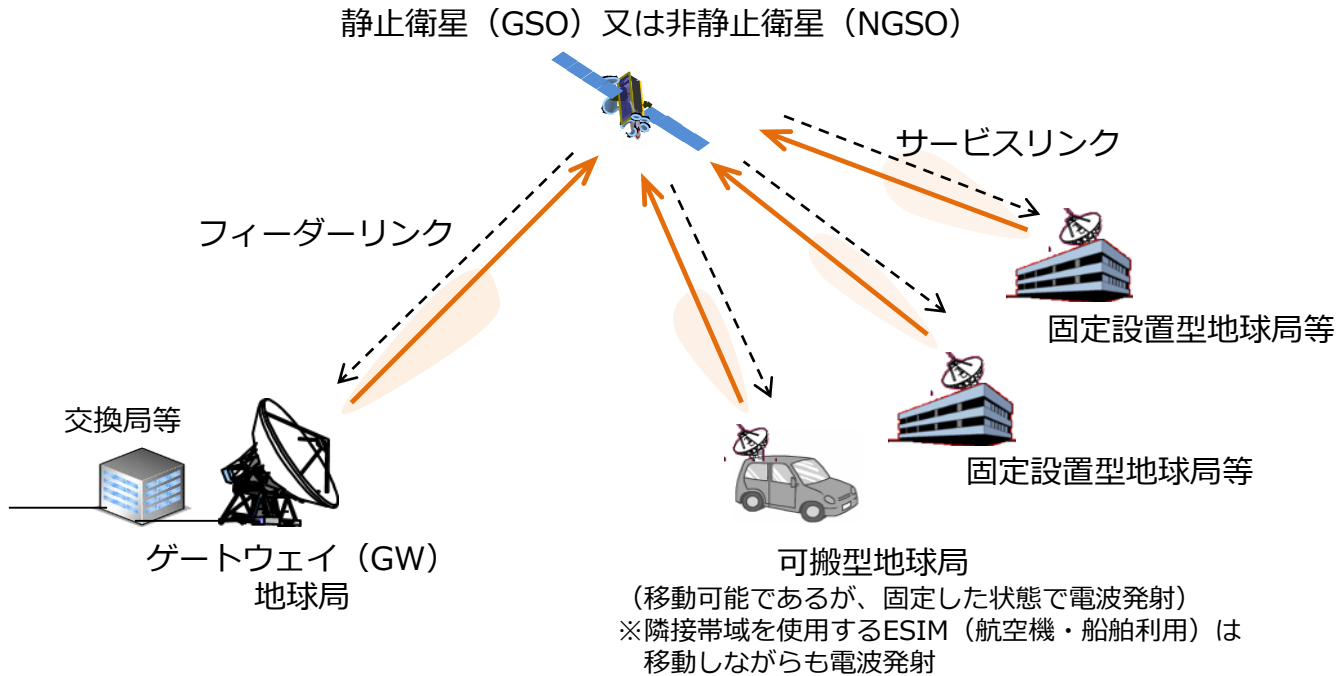


共用検討の組合せ

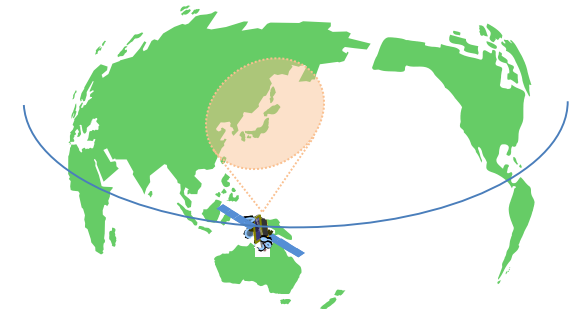
| 5G候補周波数 | 対象システム | 同一/隣接 | 与干渉→被干渉 |
|--------------------------|---------------|-------------|---|
| 27.5-29.5GHz (28GHz帯) | 電気通信業務(固定衛星↑) | 同一周波数、隣接周波数 | 5G→人工衛星局(固定衛星アップリンク受信) 地球局(衛星アップリンク送信)→5G |
| | 小電力データ通信システム | 隣接周波数 | 5G→小電力データ通信システム 小電力データ通信システム→5G |
| | 固定無線アクセスシステム | 隣接周波数 | 5G→固定無線アクセスシステム 固定無線アクセスシステム→5G |
| | 衛星間通信 | 隣接周波数 | 5G→人工衛星局(衛星間通信アップリンク受信) 地球局(衛星アップリンク送信)→5G |
| | 5G | 隣接周波数 | 5G→5G |

他の無線システムの概要

■ K aバンド固定衛星業務 (↑ : 地球から宇宙)

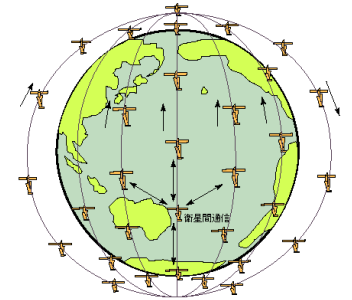


図： Kaバンド固定衛星業務 (アップリンク) の利用イメージ



図： 静止衛星(GSO)*1利用イメージ

*1 赤道上空約36,000km の軌道にあって地球の自転と同じ周回周期を持つため、地球上からは赤道上空に静止して見える衛星



図： 非静止衛星(NGSO)*2利用イメージ

*2 地球の自転周期と一致せず地球を周回する衛星
近年、多数の衛星を一体的に運用しサービス提供を行う「衛星コンステレーション」が活発化

| 周波数帯 | 利用/計画状況 (概要) |
|--------------|--|
| 27.0-31.0GHz | <ul style="list-style-type: none"> ● 静止衛星 (GSO) 向けのフィーダリンクのほか、サービスリンクとして各種情報伝送で利用 ● 国内免許は、ゲートウェイ地球局 2 箇所のほか、サービスリンクで利用中の固定設置型地球局、可搬型地球局等 ● 今後、静止衛星 (GSO) 向けのフィーダリンクとしての利用、また非静止衛星 (NGSO) 向けのフィーダリンクやサービスリンク等での利用計画がある |

28GHz帯の利用/計画状況②

■ 27GHz帯小電力データ通信システム

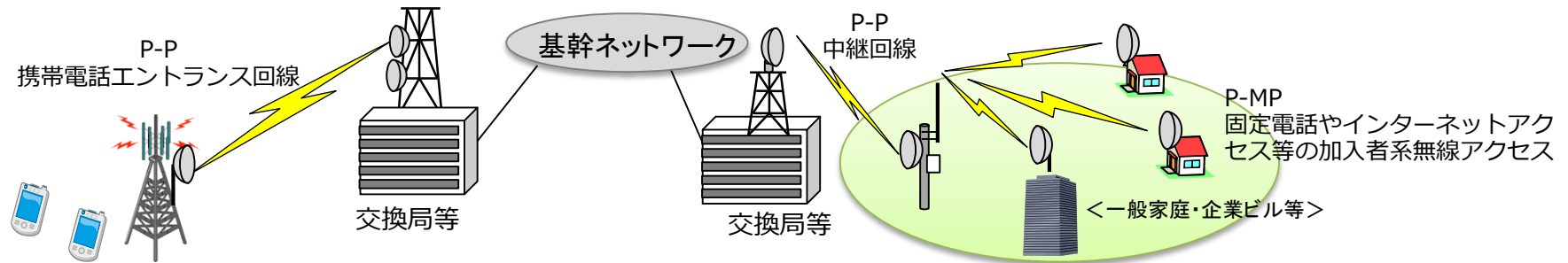


図：25GHz帯小電力データ通信システムの利用イメージ*（※27GHz帯は製品化は行われていない）

*出典：日本無線ホームページ <http://www.jrc.co.jp/jp/product/lineup/ntg2501/system.html>

| 周波数帯 | 利用/計画状況（概要） |
|--------------|--|
| 27.0-27.5GHz | ● 免許不要局として技術基準が策定済。現時点で、27GHz帯（27.0-27.5GHz）小電力データ通信システムの製品化は行われていない。25GHz帯（24.75-25.25GHz）小電力データ通信システムと同様な利用用途が想定 |

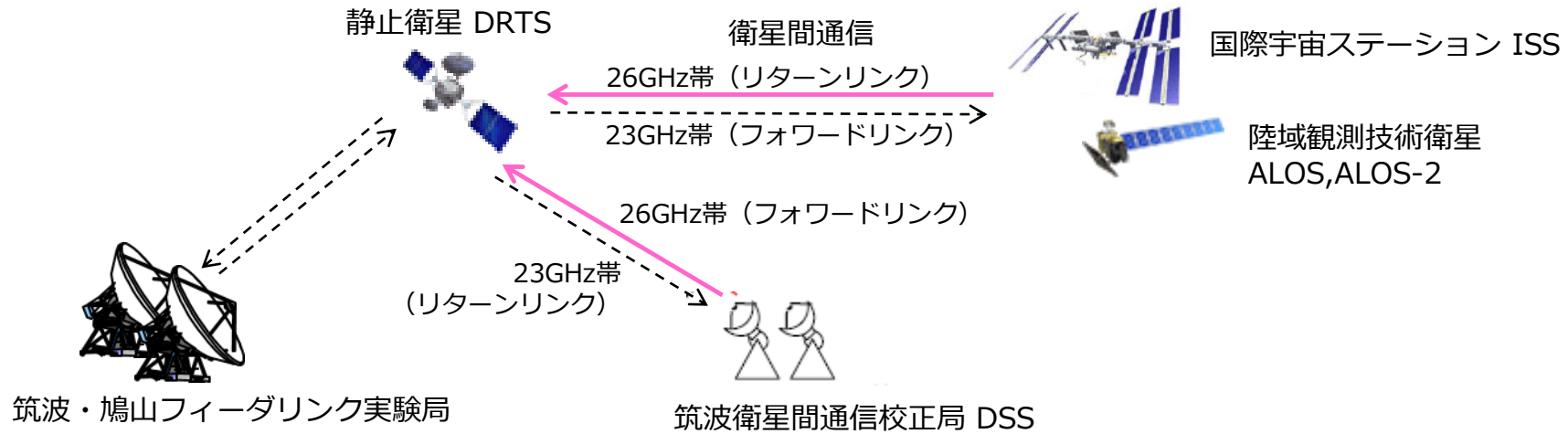
■ 26GHz帯固定無線アクセスシステム



図：26GHz帯固定無線アクセスシステムの利用イメージ

| 周波数帯 | 利用/計画状況（概要） |
|---------------|---|
| 25.25-27.0GHz | <ul style="list-style-type: none"> ● 1対1のP-P方式（Point to point）により、携帯電話事業者が基地局へのエントランス回線や中継回線として利用。また、1対多のP-MP方式（Point to Multipoint）により、電気通信事業者の交換等設備とオフィス・一般世帯との間を接続する加入者系無線アクセスシステムにも利用 ● 国内の免許局は6,150局（平成27年度電波利用状況調査結果） |

■衛星間通信システム

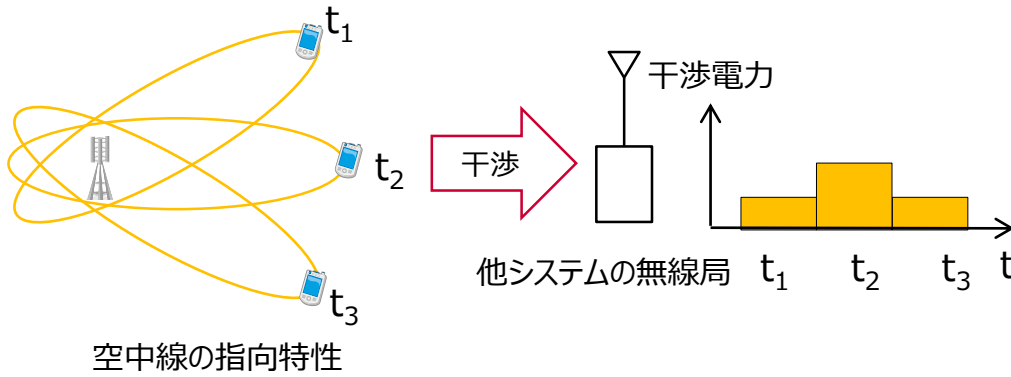


図：衛星間通信システムの利用イメージ

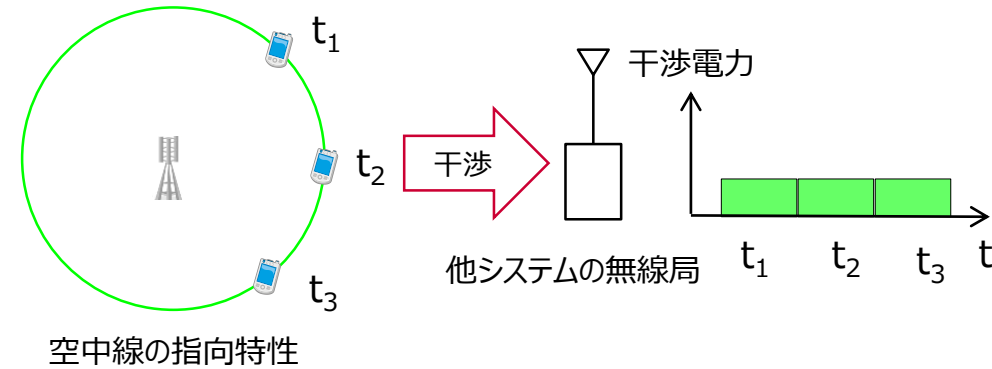
| 周波数帯 | 利用/計画状況（概要） |
|---------------|---|
| 25.25-27.0GHz | <ul style="list-style-type: none"> ● 国際宇宙ステーションISS(International Space Station、JEM)から静止衛星DRTS (Data Relay Test Satellite) 陸域観測技術衛星ALOS (Advanced Land Observing Satellite)から静止衛星DRTS (Data Relay Test Satellite) 筑波衛星間通信校正局DSS(Dummy Satellite Station、地上局)から静止衛星DRTS (Data Relay Test Satellite) 向けに利用がなされていた（DRTSの運用は平成29年8月に終了）。今後も同様な用途で使用される可能性がある。 |

- ✓ 5Gにおいてビームフォーミングアンテナを適用した場合、基地局と移動局との位置関係によって、**空中線の指向特性が動的に変化**するため、共用検討の対象となる他システムの無線局方向への空中線利得や**干渉電力が変動**
- ✓ 従って、**干渉電力の変動の影響を考慮した評価が必要**
- ✓ **共用検討において、ビームフォーミングアンテナの指向特性のモデル化**を行い、検討を実施、

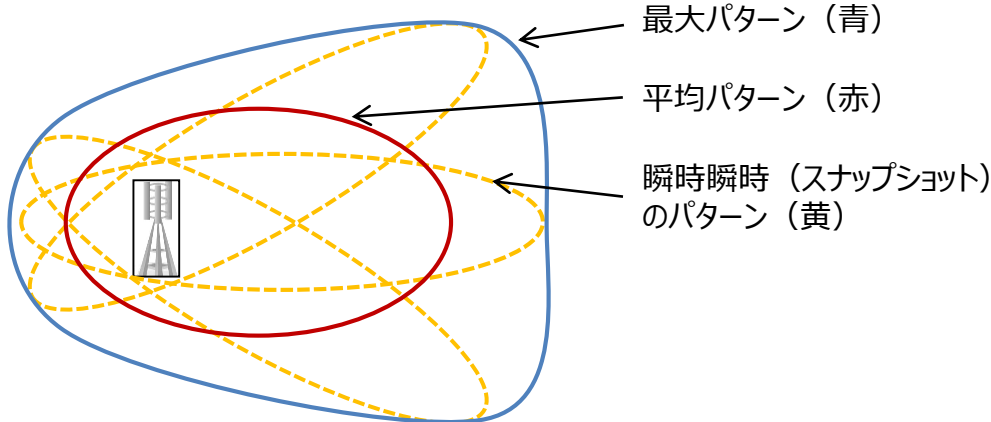
ビームフォーミングアンテナを用いる基地局



(参考) ビームフォーミングアンテナを用いない基地局



ビームフォーミングアンテナ指向特性のモデル化



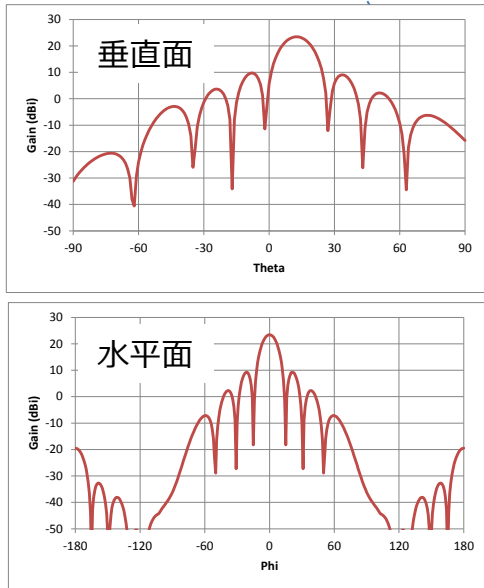
ビームフォーミングアンテナによる干渉電力の変動を考慮するため、以下の方法で統計データを取得し、空中線の指向特性をモデル化

- ① **最大パターン**
移動局をセル内に配置し、メインビームを移動局に指向させる空中線特性を生成
上記のパターンに基づき、多数のスナップショットを用いて、任意方向の空中線利得の**最大値 (包絡線)**を統計的に算出する
- ② **平均パターン**
移動局をセル内に配置し、メインビームを移動局に指向させる空中線特性を生成
上記のパターンに基づき、多数のスナップショットを用いて、任意方向の空中線利得の**平均値**を統計的に算出する

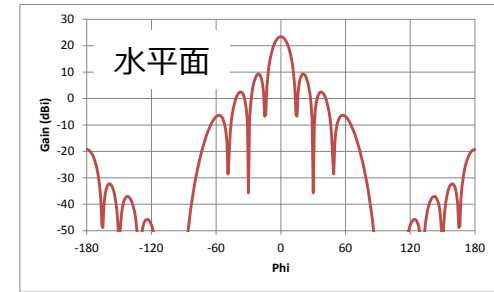
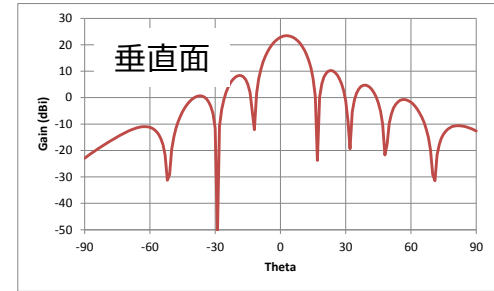
(参考) 移動局の位置に応じた基地局の空中線指向特性

- 勧告ITU-R M.2101*に基づいて作成

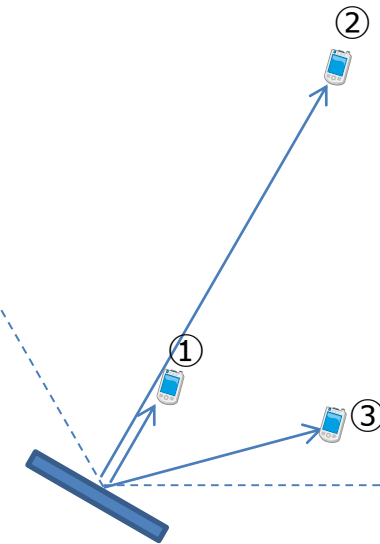
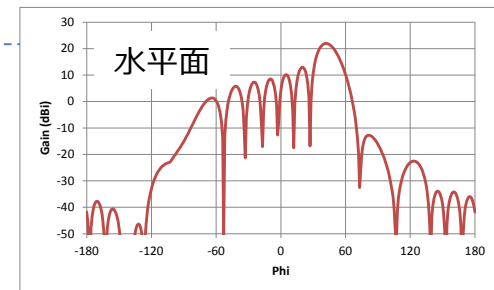
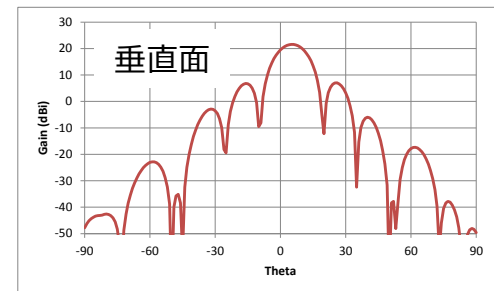
移動局の位置①



移動局の位置②



移動局の位置③



基地局
空中線高6m
機械チルト10度

*勧告ITU-R M.2101 "Modelling and simulation of IMT networks and systems for use in sharing and compatibility studies"

(参考) 5Gの共用検討パラメータ

3.7/4.5GHz帯5Gスモールセル基地局（送信）

| | 5Gスモールセル基地局 | 備考 | (参考) LTE-Advanced スモールセル基地局 |
|------------------------|--|----------|--|
| 空中線電力 | 5 dBm/MHz | EIRPから算出 | 20dBm/MHz |
| 空中線利得 | 23dBi (素子あたり利得 5 dBi、素子数 8 x 8 を想定) | (注1) | 5 dBi |
| 給電線損失等 | 3 dB | (注1) | 0 dB |
| 等価等方輻射電力 (EIRP) | 25dBm/MHz | LTE-Aと同じ | 25dBm/MHz |
| 空中線指向特性 (水平) | 勧告ITU-R M.2101 | (注1) | 無指向性 |
| 空中線指向特性 (垂直) | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) | 勧告 ITU-R F.1336等 |
| 機械チルト | 10° | (注1) | 0°等 |
| 送信空中線高 | 10m | LTE-Aと同じ | 10m |
| 送信帯域幅 | 100、200、…、600MHz (3.7GHz帯) 100、200、…、500MHz (4.5GHz帯) | | 40、80、120、160MHz |
| 隣接チャンネル漏えい電力 | 下記または-16dBm/MHzの高い値 -44.2dBc (チャンネル帯域幅 MHz離調) -44.2dBc (2×チャンネル帯域幅 MHz離調) ※参照帯域幅は当該チャンネル帯域幅の最大実効帯域幅 | 3GPP準拠 | 下記または-13dBm/MHzの高い値 -44.2dBc (20MHz離調)、 -44.2dBc (40MHz離調) ※参照帯域幅は18MHz |
| スプリアス領域における 不要発射の強度 | -4dBm/100kHz (30MHz- 1 GHz) -4dBm/MHz (1 GHz以上) (周波数帯の端から40MHz以上の範囲に適用) | 3GPP準拠 | -13dBm/100kHz (30MHz- 1 GHz) -13dBm/MHz (1 GHz-18GHz) (周波数帯の端から10MHz以上の範囲に適用) |

(注1) ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータに基づく (Document 5-1/36-E)

3.7/4.5GHz帯5Gスモールセル基地局（受信）

| | 5Gスモールセル基地局 | 備考 | (参考) LTE-Advanced スモールセル基地局 |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 許容干渉電力 (帯域内干渉) | -110dBm/MHz (I/N=-6dB、NF=10dB) | I/Nは Rep. ITU-R M.2292 | -114dBm/MHz (I/N=-10dB、NF=10dB) |
| 許容感度抑圧電力 (帯域外干渉) | -47dBm (隣接20MHz幅) -38dBm (上記以外) | 3GPP準拠 | -43dBm |
| 空中線利得 | 23dBi (素子あたり利得5dBi、素子数8x8を想定) | (注1) | 5dBi |
| 給電線損失等 | 3dB | (注1) | 0dB |
| 空中線指向特性 (水平) | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) | 無指向性 |
| 空中線指向特性 (垂直) | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) | 勧告 ITU-R F.1336 |
| 機械フィルタ | 10° | (注1) | 0°等 |
| 空中線高 | 10m | LTE-Aと同じ | 10m |

(注1) ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータに基づく (Document 5-1/36-E)

4.5GHz帯5Gマクロセル基地局(送信)

| | 5Gマクロセル基地局 | 備考 | (参考) LTE-Advanced スモールセル基地局 |
|------------------------|--|----------|--|
| 空中線電力 | 28dBm/MHz | EIRPから算出 | 36dBm/MHz |
| 空中線利得 | 23dBi (素子あたり利得 5 dBi、素子数 8 x 8 を想定) | (注1) | 17dBi |
| 給電線損失等 | 3 dB | (注1) | 5 dB |
| 等価等方輻射電力 (EIRP) | 48dBm/MHz | LTE-Aと同じ | 48dBm/MHz |
| 空中線指向特性 (水平) | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) | セクタアンテナパターン |
| 空中線指向特性 (垂直) | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) | セクタアンテナパターン |
| 機械チルト | 6° | LTE-Aと同じ | 6° |
| 送信空中線高 | 40m | LTE-Aと同じ | 40m |
| 送信帯域幅 | 100、200、・・・、500MHz | | 40、80、120、160MHz |
| 隣接チャネル漏えい電力 | 下記または-4dBm/MHzの高い値 -44.2dBc (チャネル帯域幅 MHz離調) -44.2dBc (2×チャネル帯域幅 MHz離調) ※参照帯域幅は当該チャネル帯域幅の最大実効帯域幅 | 3GPP準拠 | 下記または-13dBm/MHzの高い値 -44.2dBc (20MHz離調)、 -44.2dBc (40MHz離調) ※参照帯域幅は18MHz |
| スプリアス領域における 不要発射の強度 | -4dBm/100kHz (30MHz- 1 GHz) -4dBm/MHz (1 GHz以上) (周波数帯の端から40MHz以上の範囲に適用) | 3GPP準拠 | -13dBm/100kHz (30MHz- 1 GHz) -13dBm/MHz (1 GHz-18GHz) (周波数帯の端から10MHz以上の範囲に適用) |

(注1) ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータに基づく (Document 5-1/36-E)

4.5GHz帯5Gマクロセル基地局(受信)

| | 5Gマクロセル基地局 | 備考 | (参考) LTE-Advanced スモールセル基地局 |
|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 許容干渉電力 (帯域内干渉) | -115dBm/MHz (I/N=-6 dB、NF= 5 dB) | I/Nは Rep. ITU-R M.2292 | -119dBm/MHz (I/N=-10dB、NF= 5 dB) |
| 許容感度抑圧電力 (帯域外干渉) | -52dBm (隣接20MHz幅) -43dBm (上記以外) | 3GPP準拠 | -43dBm |
| 空中線利得 | 23dBi (素子あたり利得 5 dBi、素子数 8×8を想定) | (注1) | 17dBi |
| 給電線損失等 | 3 dB | (注1) | 5 dB |
| 空中線指向特性 (水平) | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) | セクタアンテナパターン |
| 空中線指向特性 (垂直) | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) | セクタアンテナパターン |
| 機械チルト | 6° | LTE-Aと同じ | 6° |
| 空中線高 | 40m | LTE-Aと同じ | 40m |

(注1) ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータに基づく (Document 5-1/36-E)

3.7/4.5GHz帯5G陸上移動局（送信）

| | 5G陸上移動局 | 備考 | (参考) LTE-Advanced陸上移動局 |
|------------------------|--|----------------|---|
| 空中線電力 | 23dBm | LTE-Aと同じ | 23dBm |
| 空中線利得 | 0 dBi | LTE-Aと同じ | 0 dBi |
| 給電線損失等 | 0 dB | LTE-Aと同じ | 0 dB |
| 空中線指向特性（水平） | 無指向性 | LTE-Aと同じ | 無指向性 |
| 空中線指向特性（垂直） | 無指向性 | LTE-Aと同じ | 無指向性 |
| 送信空中線高 | 1.5m | LTE-Aと同じ | 1.5m |
| 送信帯域幅 | 100、200MHz（3.7GHz帯） 100、200MHz（4.5GHz帯） | （注1） | 40、80、120、160MHz |
| 隣接チャンネル漏えい電力 | 下記または-50dBm/3.84MHz の高い値 -33dBc（チャンネル帯域幅/2+2.5MHz離調） -36dBc（チャンネル帯域幅/2+7.5MHz離調） 下記または-50dBm/チャンネル帯域幅MHzの 高い値 -30dBc（チャンネル帯域幅MHz離調） | 3GPP準拠 （注2） | 下記または-50dBm/3.84MHzの高い値 -33dBc（チャンネル帯域幅/2+2.5MHz離調） -36dBc（チャンネル帯域幅/2+7.5MHz離調） 下記または-50dBm/チャンネル帯域幅MHz の高い値 -30dBc（チャンネル帯域幅MHz離調） |
| スプリアス領域における 不要発射の強度 | -36dBm/ 1 kHz（9 KHz-150KHz） -36dBm/10kHz（150KHz-30MHz） -36dBm/100kHz（30MHz- 1 GHz） -30dBm/MHz（1 GHz- ） | 3GPP準拠 （注3） | -36dBm/ 1 kHz（9 KHz-150KHz） -36dBm/10kHz（150KHz-30MHz） -36dBm/100kHz（30MHz- 1 GHz） -30dBm/MHz（1 GHz-18GHz） |
| その他損失 | 8 dB（人体吸収損） | | 8 dB（人体吸収損） |

（注1） 2キャリアまでのキャリアアグリゲーションを考慮

（注2） 絶対値既定の-50dBmは3GPPでの暫定値

（注3） -30dBm/MHzの上限は送信帯域上端の5倍波まで

3.7/4.5GHz帯5G陸上移動局（受信）

| | 5G陸上移動局 | 備考 | (参考) LTE-Advanced陸上移動局 |
|---------------------|----------------------------------|----------------|---|
| 許容干渉電力 (帯域内干渉) | -111dBm/MHz (I/N=-6dB、NF=9dB) | LTE-Aと同じ | -111dBm/MHz (I/N=-6dB、NF=9dB) |
| 許容感度抑圧電力 (帯域外干渉) | -40dBm (チャネル帯域幅と同一幅の隣接干渉波) | 3GPP準拠 (注1) | -56dBm (チャネル帯域幅/ 2 + 7.5MHz離調) -44dBm (チャネル帯域幅/ 2 + 12.5MHz離調) |
| 空中線利得 | 0 dBi | LTE-Aと同じ | 0 dBi |
| 給電線損失等 | 0 dB | LTE-Aと同じ | 0 dB |
| 空中線指向特性 (水平) | 無指向性 | LTE-Aと同じ | 無指向性 |
| 空中線指向特性 (垂直) | 無指向性 | LTE-Aと同じ | 無指向性 |
| 空中線高 | 1.5m | LTE-Aと同じ | 1.5m |
| その他損失 | 8 dB (人体吸収損) | LTE-Aと同じ | 8 dB (人体吸収損) |

(注1) 3GPPでの暫定値

28GHz帯5G基地局（送信）

| | 5G基地局 | | 備考 |
|--------------------|---|-----------|--------|
| | 屋外 | 屋内 | |
| 空中線電力 | 5dBm/MHz | 0dBm/MHz | (注1) |
| 空中線利得 | 23dBi (素子あたり利得 5 dBi、素子数 8 x 8 を想定) | | (注1) |
| 給電線損失等 | 3 dB | | (注1) |
| 等価等方輻射電力 (EIRP) | 25dBm/MHz | 20dBm/MHz | (注1) |
| 空中線指向特性 (水平) | 勧告 ITU-R M.2101 | | (注1) |
| 空中線指向特性 (垂直) | 勧告 ITU-R M.2101 | | (注1) |
| 機械チルト | 10° | 90° | (注1) |
| 送信空中線高 | 6, 15m | 3m | (注1) |
| 送信帯域幅 | 400MHz、800MHz、…、2GHz | | (注1) |
| ネットワークロードファクタ | 20%, 50% | | (注1) |
| 基地局TDDアクティビティファクタ | 80% | | (注1) |
| 隣接チャネル漏えい電力 | 下記または-13dBm/MHzの高い値 -28dBc (チャネル帯域幅 MHz離調) ※参照帯域幅は当該チャネル帯域幅の最大実効帯域幅 | | 3GPP準拠 |
| スプリアス領域における不要発射の強度 | -13dBm/MHz | | (注1) |

(注1) ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータに基づく (Document 5-1/36-E)

28GHz帯5G基地局（受信）

| | 5G基地局 | | 備考 |
|---------------------|--|-----|---------------|
| | 屋外 | 屋内 | |
| 許容干渉電力 （帯域内干渉） | -110dBm/MHz (I/N=-6dB、NF=10dB) | | (注1) |
| 許容感度抑圧電力 （帯域外干渉） | TBD | | 3GPP にて検討中 |
| 空中線利得 | 23dBi (素子あたり利得 5 dBi、素子数 8 x 8 を想定) | | (注1) |
| 給電線損失等 | 3 dB | | (注1) |
| 空中線指向特性（水平） | 勧告 ITU-R M.2101 | | (注1) |
| 空中線指向特性（垂直） | 勧告 ITU-R M.2101 | | (注1) |
| 機械チルト | 10° | 90° | (注1) |
| 空中線高 | 6m, 15m | 3m | (注1) |

(注1) ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータに基づく (Document 5-1/36-E)

28GHz帯5G陸上移動局（送信）

| | 5G陸上移動局 | 備考 |
|--------------------|--|--------|
| 空中線電力 | 23dBm | 3GPP準拠 |
| 空中線利得 | 20dBi | 3GPP準拠 |
| 給電線損失等 | 0dB | 3GPP準拠 |
| 等価等方輻射電力（EIRP） | 17dBm/MHz（400MHz） 14dBm/MHz（800MHz） | 3GPP準拠 |
| 空中線指向特性（水平） | 勧告 ITU-R M.2101 | （注1） |
| 空中線指向特性（垂直） | 勧告 ITU-R M.2101 | （注1） |
| 送信空中線高 | 1.5m | （注1） |
| チャンネル帯域幅 | 400、800MHz | （注2） |
| 移動局TDDアクティビティファクタ | 20% | （注1） |
| 隣接チャンネル漏えい電力 | -17dBc | 3GPP準拠 |
| スプリアス領域における不要発射の強度 | -13dBm/MHz | （注1） |
| その他損失 | 4 dB（人体吸収損） | （注1） |

（注1） ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータに基づく（Document 5-1/36-E）

（注2） 2キャリアまでのキャリアアグリゲーションを考慮

28GHz帯5G陸上移動局（受信）

| | 5G陸上移動局 | 備考 |
|---------------------|-----------------------------------|---------------|
| 許容干渉電力 （帯域内干渉） | -110dBm/MHz (I/N=-6dB、NF=10dB) | (注1) |
| 許容感度抑圧電力 （帯域外干渉） | TBD | 3GPP にて検討中 |
| 空中線利得 | 20dBi | 3GPP準拠 |
| 給電線損失等 | 0dB | 3GPP準拠 |
| 空中線指向特性（水平） | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) |
| 空中線指向特性（垂直） | 勧告 ITU-R M.2101 | (注1) |
| 空中線高 | 1.5m | (注1) |
| その他損失 | 4 dB（人体吸収損） | (注1) |

(注1) ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータに基づく（Document 5-1/36-E）

1. 検討の背景

2. 5Gの基本コンセプト

3. 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

4. 5G NR (New Radio)

5. 共用検討

6. 今後の主な検討事項

- 5G候補周波数帯 (Sub6、28G帯) の**5Gの利用イメージを念頭においた、共用検討の実施**
- 3GPPの検討状況や共用検討も踏まえ、**5Gの技術的条件を策定**
- 技術的条件の策定にあたっては、高周波部と空中線系が一体となり、測定端子がない**送信装置のOTA(Over the Air)測定法の検討を実施**
等