

情報通信審議会 情報通信技術分科会
新世代モバイル通信システム委員会報告
概要

「新世代モバイル通信システムに関する技術的条件」のうち
「第5世代移動通信システム（5G）の技術的条件」

新世代モバイル通信システム委員会

- 1 . 検討の背景
- 2 . 5 G 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 . 5 G NR (New Radio)
- 5 . 5 G の導入
- 6 . 5 G の技術的条件

1．検討の背景

2．5 G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

4．5 G NR (New Radio)

5．5 Gの導入

6．5 Gの技術的条件

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

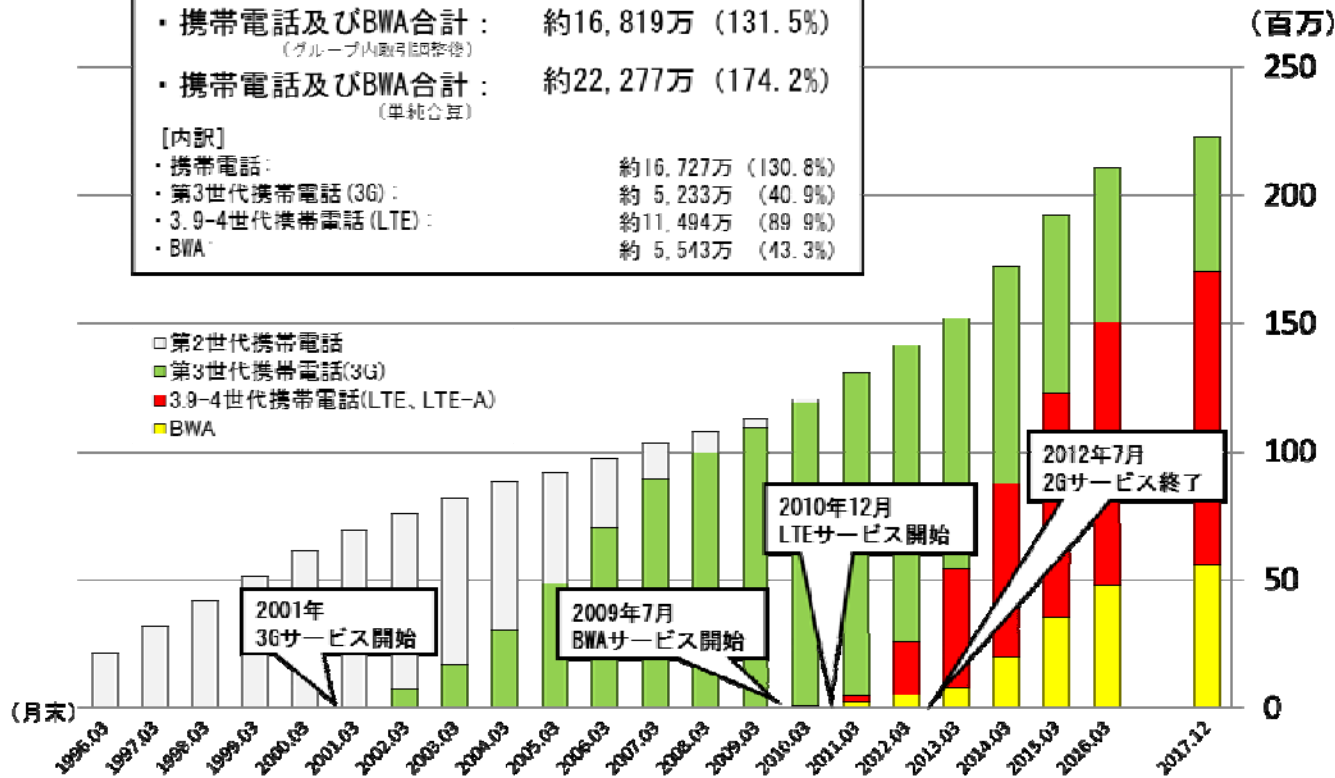
- ✓ 携帯電話は、音声通話、ブロードバンドによるデータ通信を中心に、人と人がコミュニケーションを行うためのツールとして広く普及しており、携帯電話等の加入数は、1億6千万以上に達している(2017年9月末現在)。
- ✓ 移動通信トラフィックは、直近1年で637Gbps(約1.4倍)増加。コンテンツの多様化やIoTの進展等により、こうした移動通信トラフィックの増加傾向は、今後もしばらく継続すると予測。

2017年12月末現在 契約数(人口普及率※)
※人口総数約12,481万人に対する契約数の割合

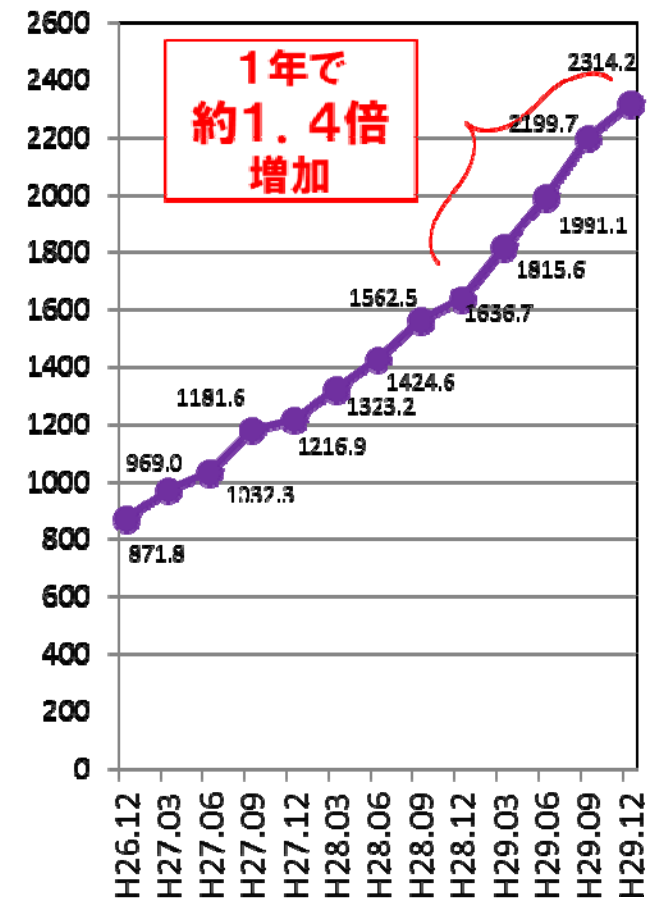
- ・携帯電話及びBWA合計： 約16,819万 (131.5%)
(グループ内取引回線控除)
- ・携帯電話及びBWA合計： 約22,277万 (174.2%)
(単純合算)

[内訳]

- ・携帯電話： 約16,727万 (130.8%)
- ・第3世代携帯電話(3G)： 約5,233万 (40.9%)
- ・3.9-4世代携帯電話(LTE)： 約11,494万 (89.9%)
- ・BWA： 約5,543万 (43.3%)



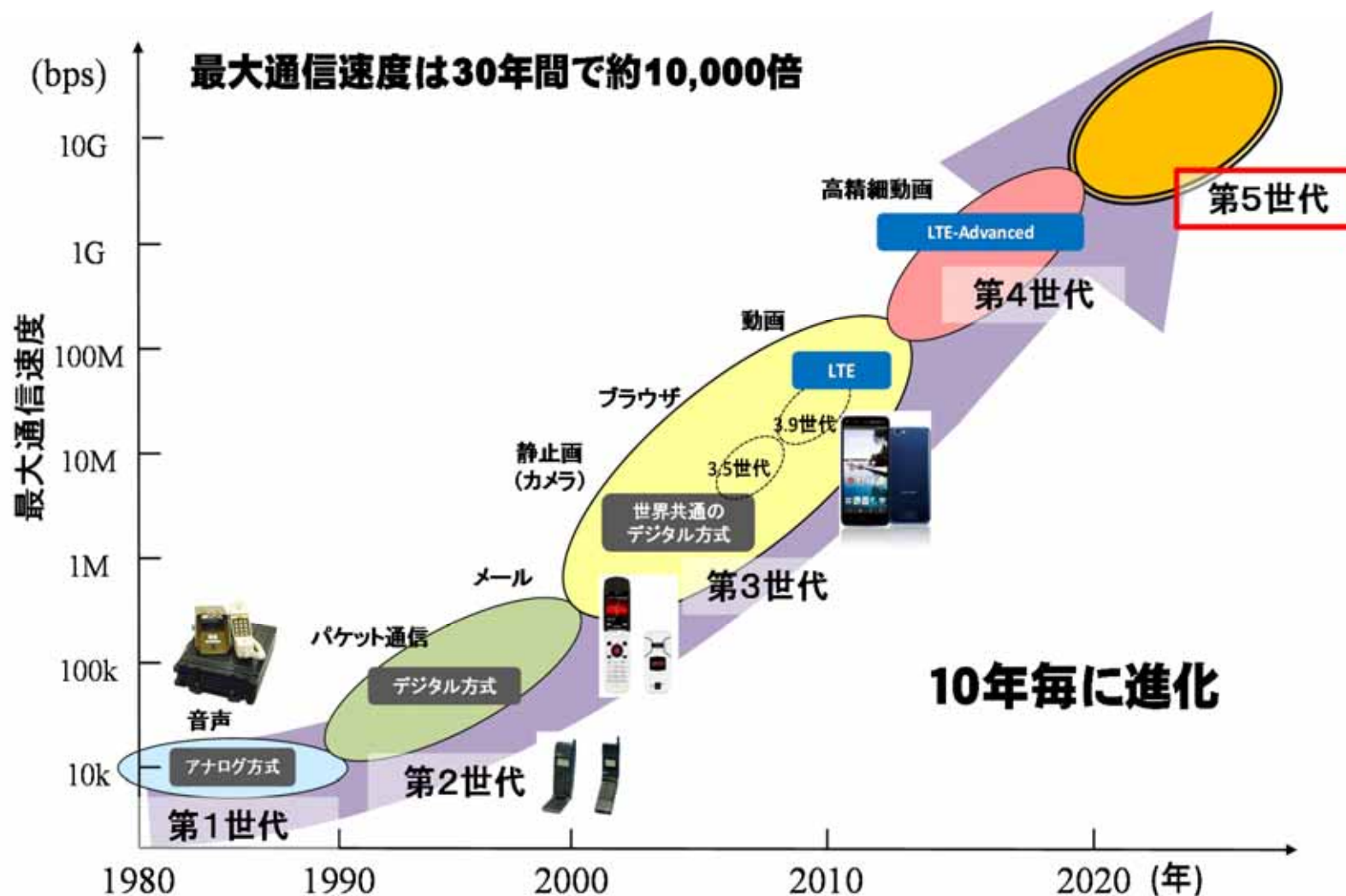
月間平均トラフィック (Gbps)



※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

移動通信システムの進化 (第1世代 ~ 第5世代)

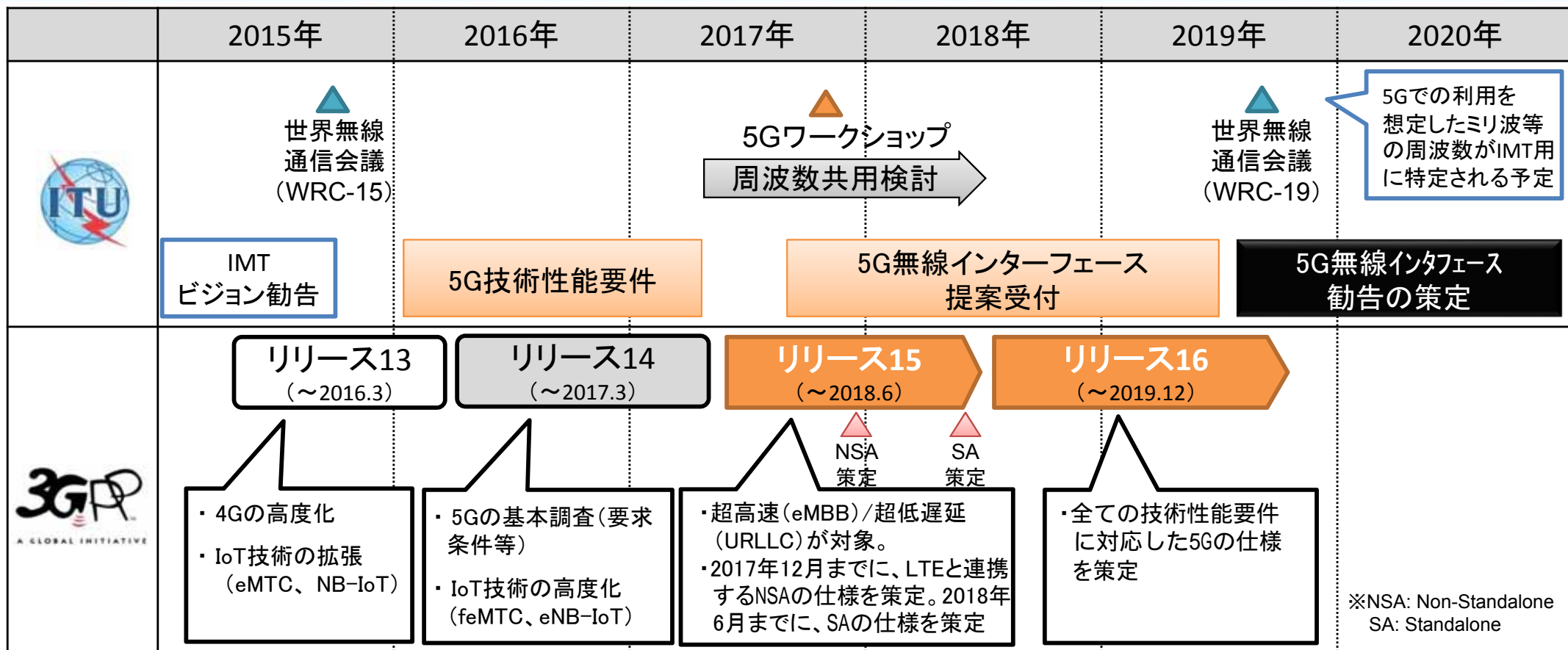
- ✓ 移動通信システムは、1980年代に第1世代が登場した後、2000年に第3世代、2010年に第4世代につながるLTE方式が導入されるなど、10年毎に進化。最大通信速度は30年間で約10,000倍に高速化。
- ✓ 2020年には、次世代の移動通信システムである「第5世代移動通信システム(5G)」の実現が期待。



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。



※NSA: Non-Standalone
SA: Standalone

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:200bit/s、上り:100bit/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:0.2bit/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:3.75bit/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(O-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	移動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

※ITU-R報告 M.2410、ITU-R M.2412より作成

1 . 検討の背景

2 . 5 G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 . 5 G NR (New Radio)

5 . 5 Gの導入

6 . 5 Gの技術的条件

5 G とは何か

5 G とは、4 G 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

5 G は、IoT時代のICT基盤

超低遅延

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

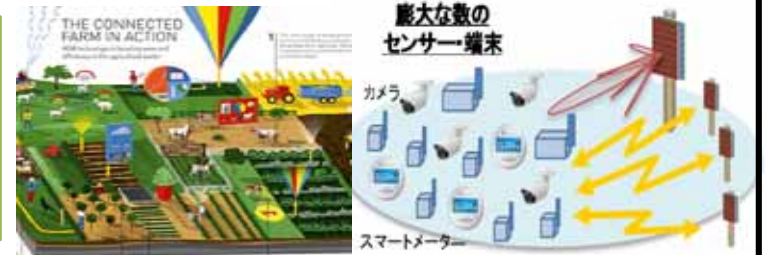


ロボットを遠隔制御

ヘリ内で緊急手術

⇒ 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



膨大な数のセンサー端末

カメラ

スマートメーター

⇒ 自宅部屋内の約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）

移動体無線技術の高速・大容量化路線

2G

3G

4G

5 G

多数同時接続

社会的なインパクト大

5Gの基本コンセプト

- ✓ 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）

- 4G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
- 5G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

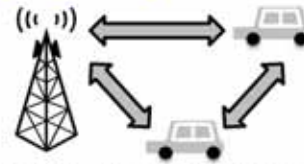
拡張モバイルブロードバンド
enhanced
Mobile BroadBand



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



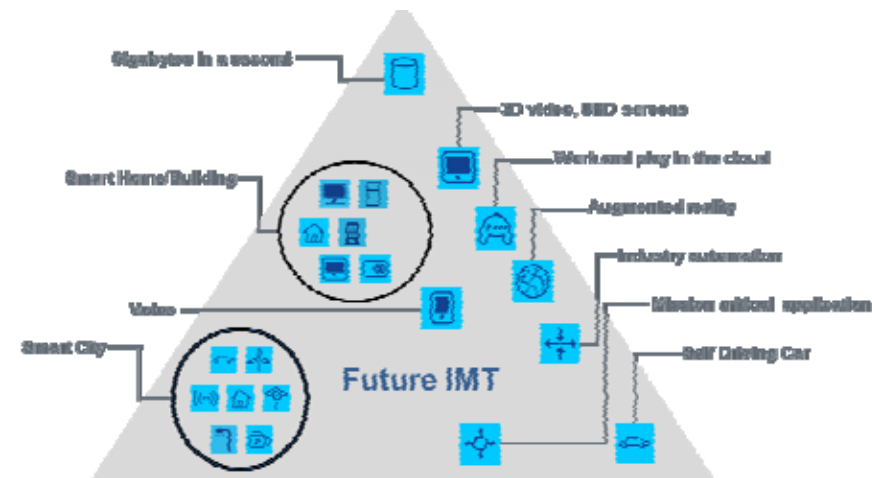
<5Gの利用シナリオ>

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)

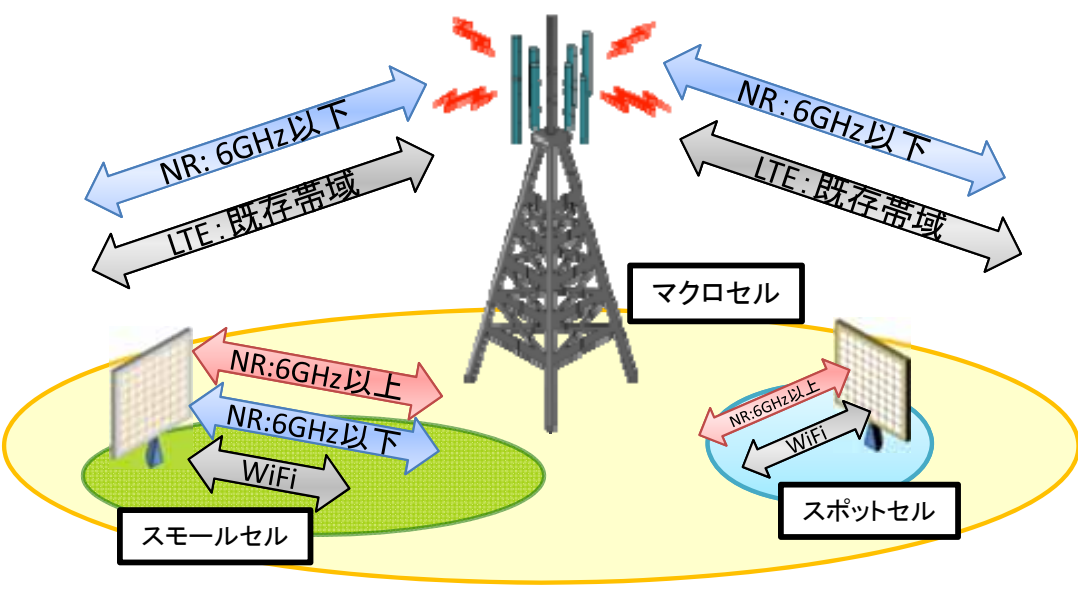
5Gの基本コンセプト

- ✓ 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

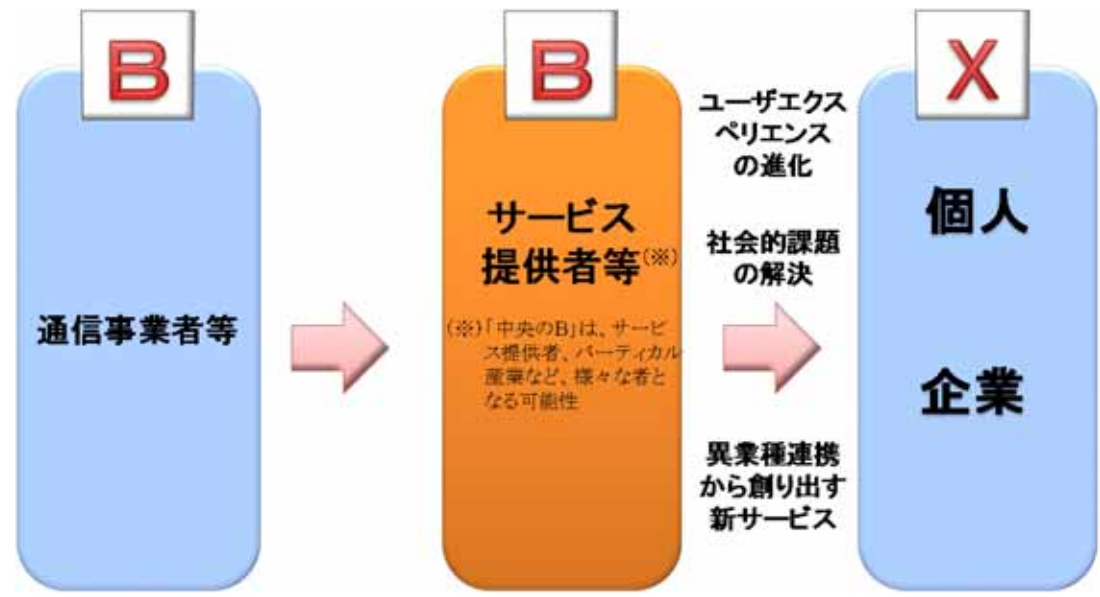
無線技術：NR、LTE、WiFiなど様々な無線技術で構成



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

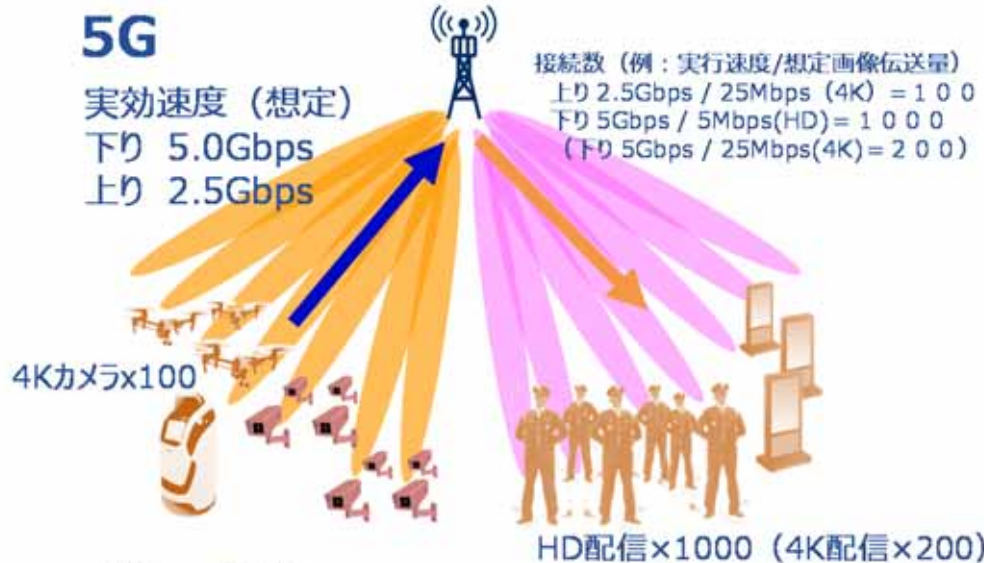
幅広いエリアカバレッジを持つとともに、5Gでは1msの低遅延を実現することから、自動車分野への応用が期待。

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



【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

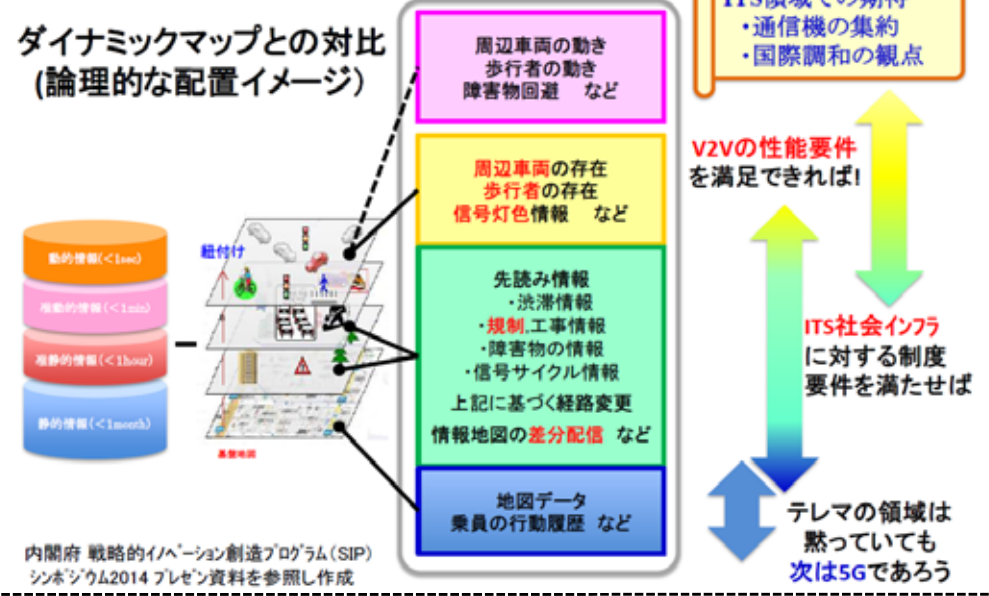
5Gサービスへの期待

- ・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



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

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)

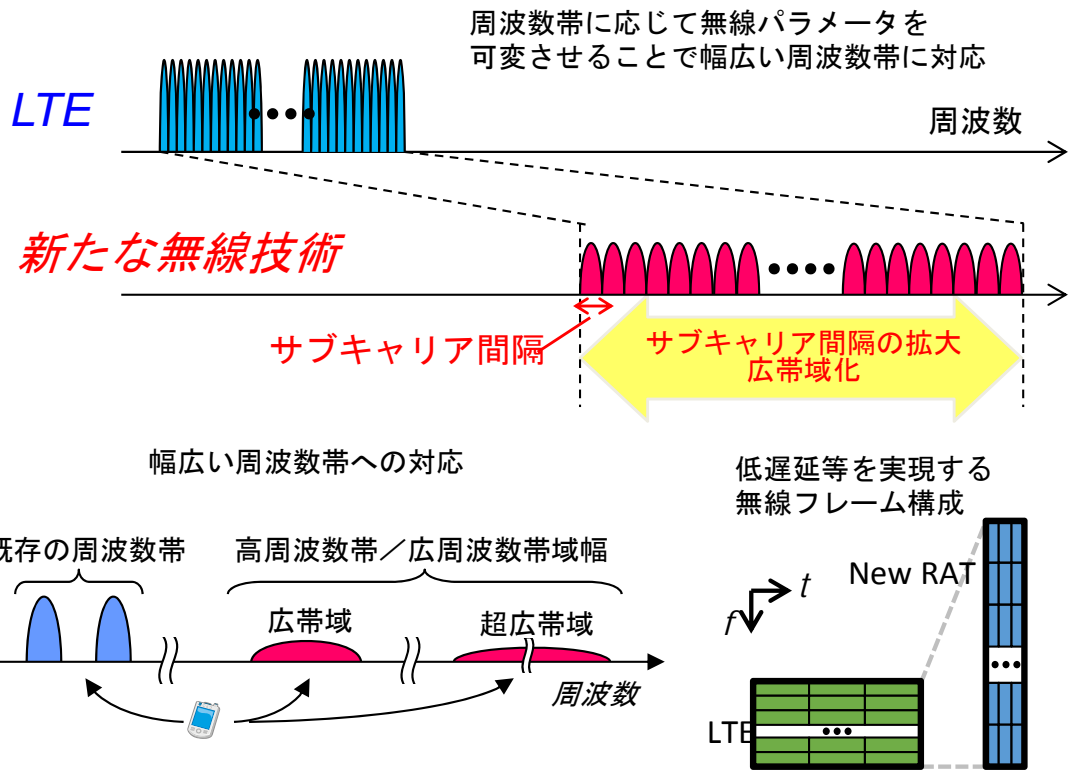
VR内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) シンポジウム2014 プレゼン資料を参照し作成

5Gのネットワーク構成

- ✓ 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

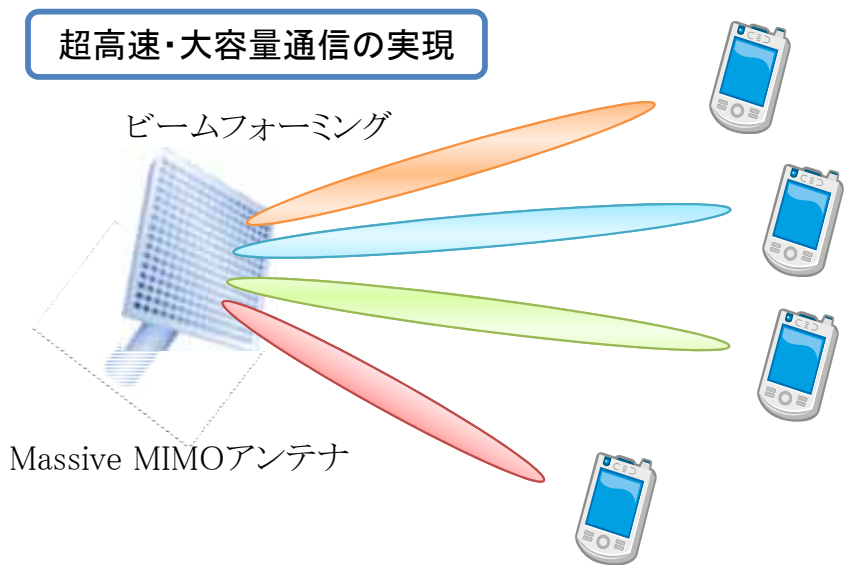
5Gの新たな無線技術 (5G NR)

- 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

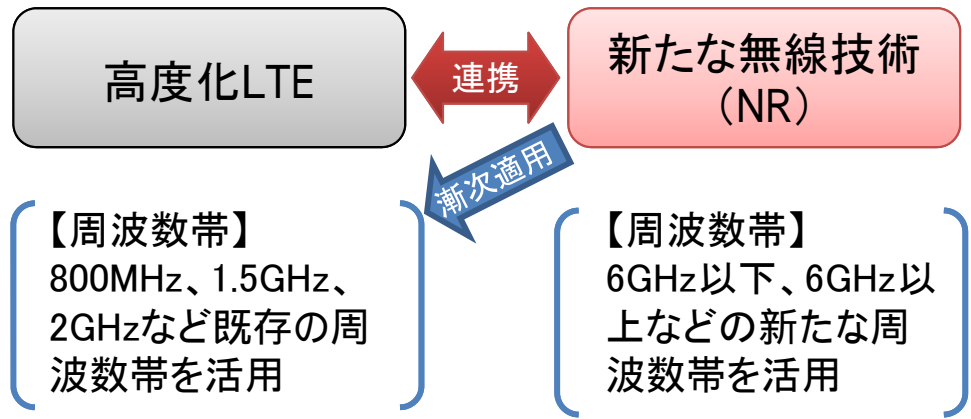


5Gのネットワーク構成

- ✓ 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

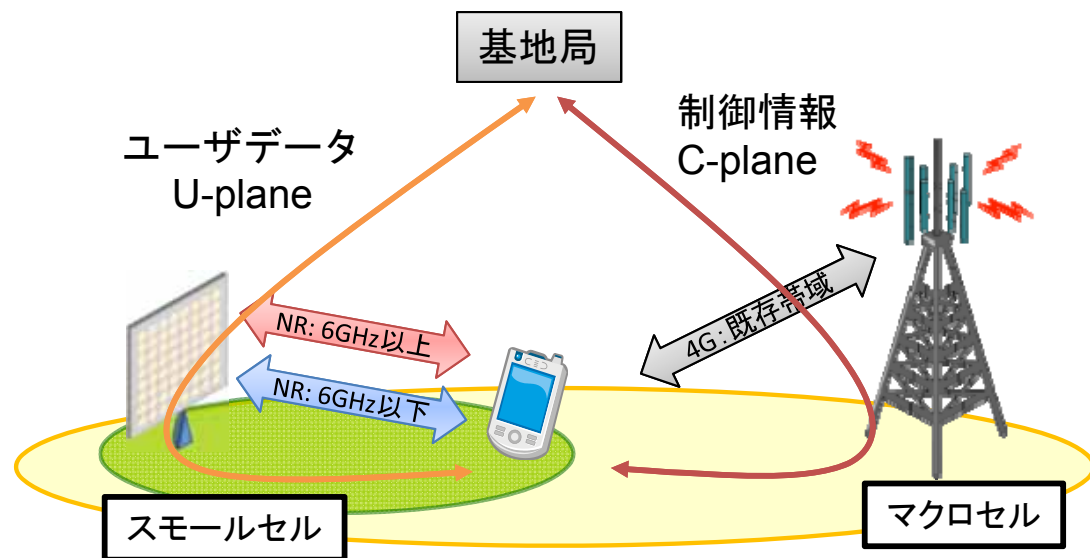


※ 導入当初の5Gは、LTEとの連携を前提としたNSA (Non-Standalone) 構成となり、高度化LTEとの連携が必須

※ 3GPPでは、NRだけでなく、LTE及びその発展系を含め、リリース15以降の移動通信システムを「5G」と呼称することを決定

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データを提供 (U-plane)



5Gのネットワーク構成

- ✓ 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

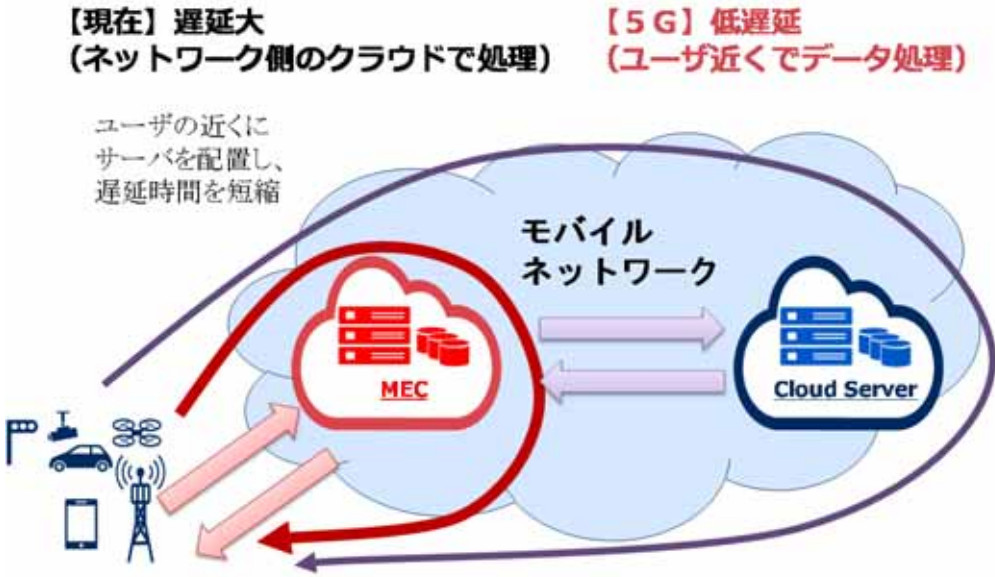
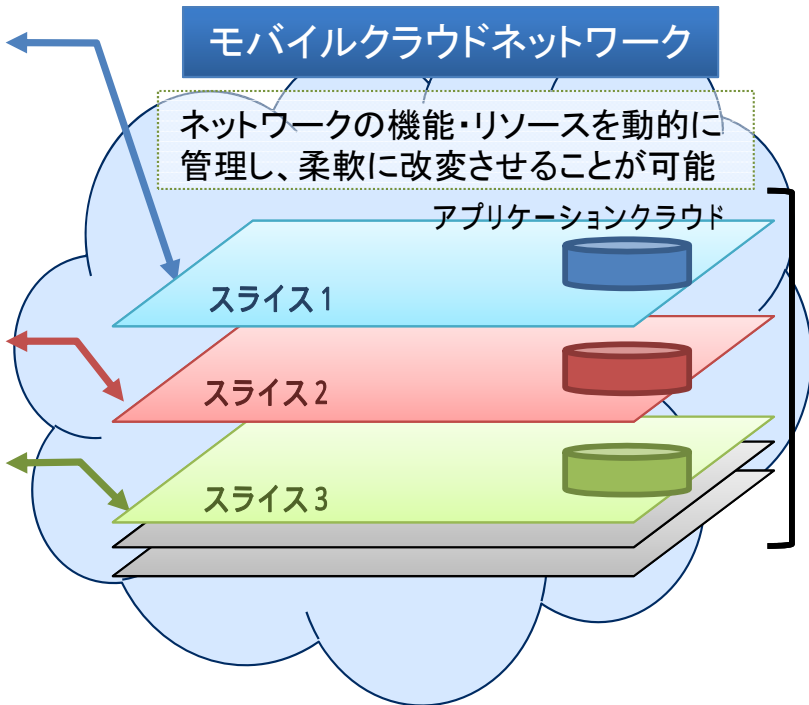
超高速 (eMBB)

多数接続 (mMTC)

数多くのセンサーやデバイスがネットワークに接続している様子。

超低遅延 (URLLC)

遠方の病院の専門医がヘリ内の医師に指示を出しながら遠隔で手術。



※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

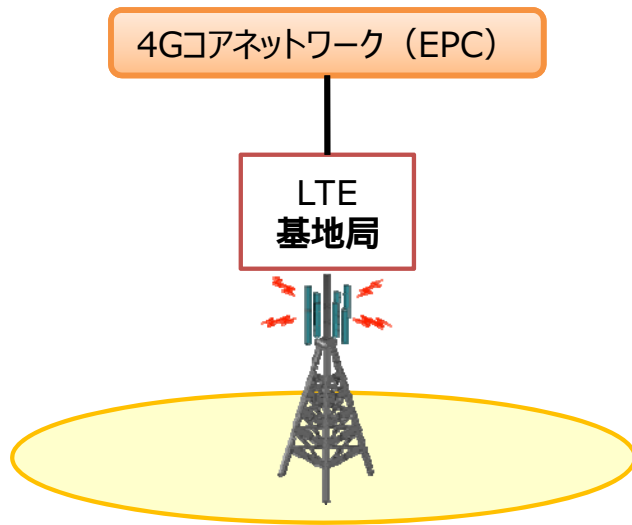
4Gから5Gへの移行

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。

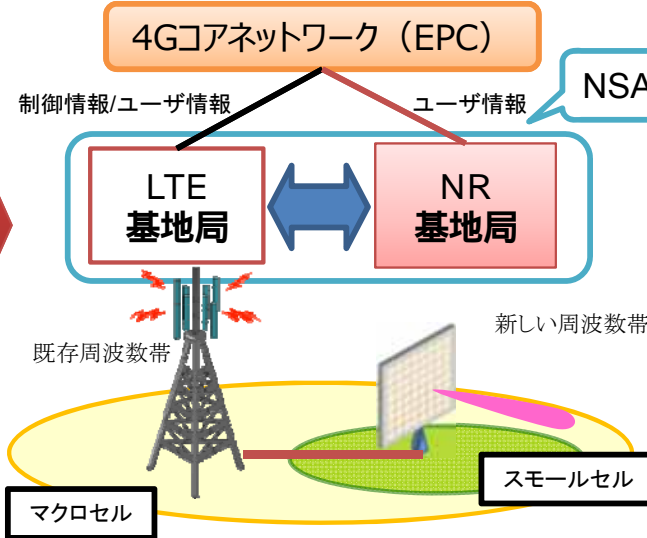
【202X年】 ネットワークスライシング等に対応した5Gコアネットワークが導入されるとともに、SA(Standalone)構成のNR基地局の運用が開始され、既存周波数帯域へのNR導入が進展。超高速、多数同時接続、高信頼・低遅延などの要求条件に対応した5Gサービスの提供が開始。

現在【LTEの面展開】



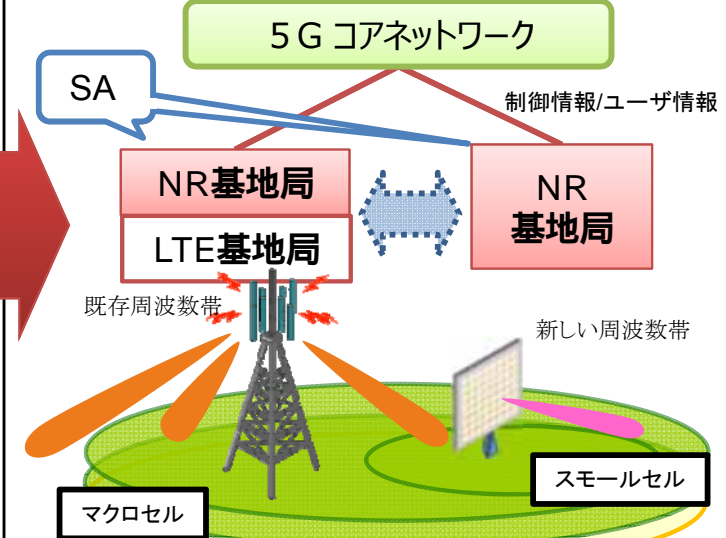
- LTE、LTE-Advancedをベースとしたネットワーク構成であり、3GPPでの検討状況を踏まえ、上りCAの導入や256QAM導入などの高度化
- 800MHz、2GHzなどの周波数帯を用いて、スマートフォン向けサービスを念頭に、高いスループットを実現する面的なサービスエリアを展開
- NB-IoTやeMTCなどのワイドエリア、省電力を特徴としたIoT技術を先行導入

2020年【5G導入当初】



- 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

202X年【5G普及期】



- 「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 . 5 G 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 . 5 G NR (New Radio)

5 . 5 G の導入

6 . 5 G の技術的条件

5G用周波数の国際的な検討状況

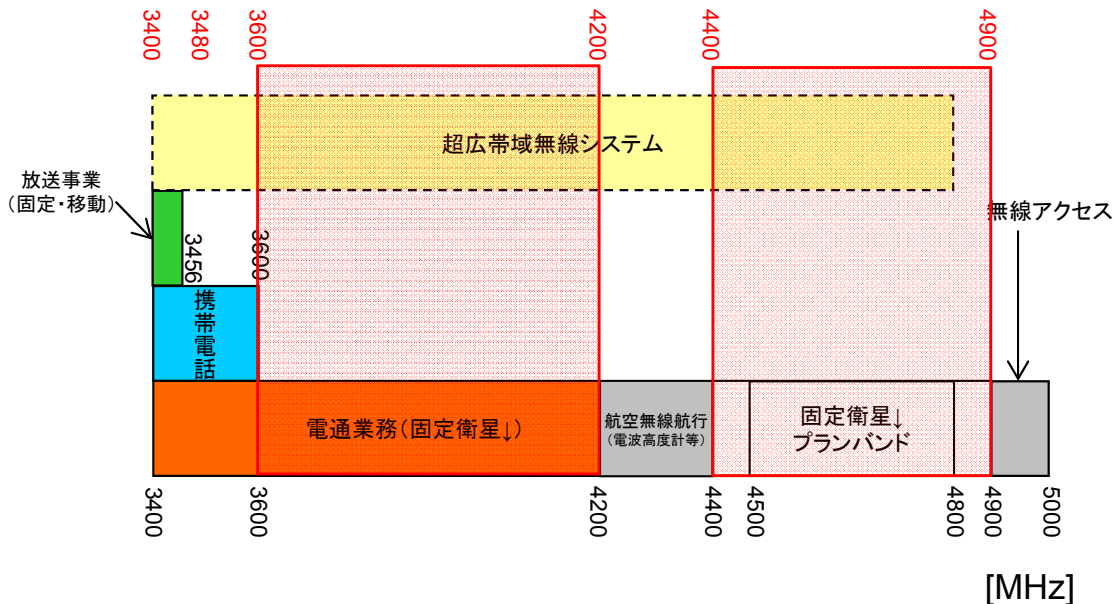
	6GHz以下	6GHz以上
<p>米国</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 600MHz ⇒インセンティブ・オークションを実施 ● 3.55-3.7GHz ⇒市民ブロードバンド無線サービス (CBRS)での活用を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-28.35GHz ⇒2018年11月に、周波数オークションを実施 ● WRC-19候補周波数帯 ⇒24.25-24.45、24.75-25.25、37-38.6、38.6-40、47.2-48.2、64-71GHzの割当てを公表(2016年7月、2017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、37-42.5、66-76、81-86GHzを推進
<p>韓国</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.4-3.7GHz ⇒2018年までに確保 うち、3.42-3.7GHzは2018年6月に周波数オークションを実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 27.5-29.5GHz ⇒2018年6月に、27.5-28.9GHzの周波数オークションを実施 2021年までに、28.9-29.5GHz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2018年6月に周波数オークションを実施
<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 ※3.4-3.6GHz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 うち、27.0-27.5GHzについて、既存無線局との共用検討 <p>※現在LTE等で利用している周波数帯についても5G導入を検討</p>

携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

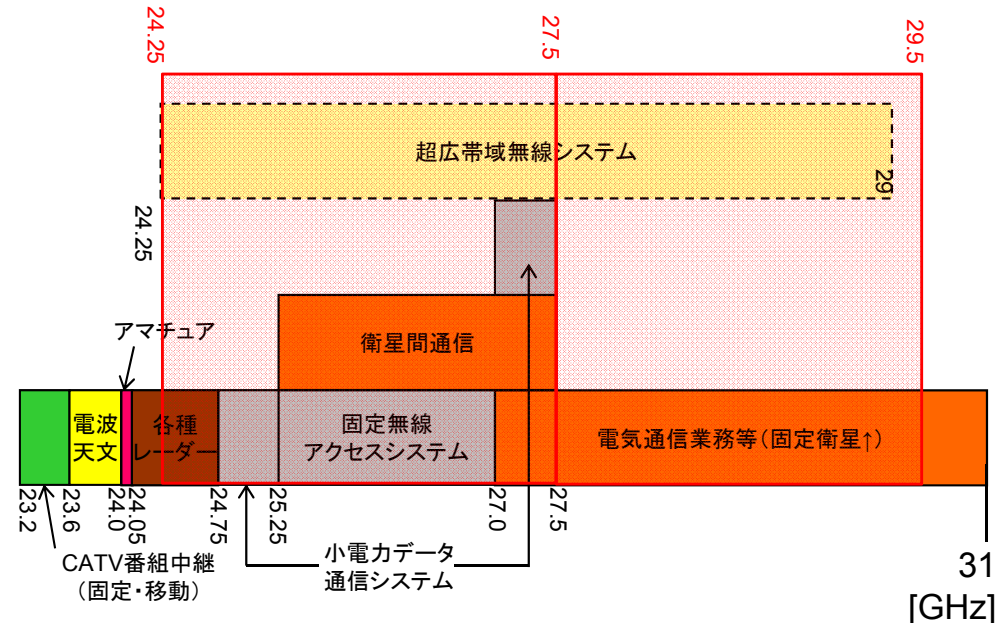
- 2020年の5G実現に向けて、
 - ✓ 3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯の2018年度末頃までの周波数割当てを目指し、2018年夏頃までに技術的条件を策定する
 - ✓ 他の無線システムとの共用検討の結果を踏まえ、28GHz帯で最大2GHz幅、3.7GHz帯及び4.5GHz帯で最大500MHz幅を確保することを目指す
 - ✓ WRC-19議題1.13の候補周波数である43.5GHz以下の帯域のうち、27.0-27.5GHzについては、我が国の5G用の周波数需要を踏まえ、27.5-29.5GHzの帯域と合わせて確保することを目指す。

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、韓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 ● 他の無線システムとの共用検討の結果を踏まえ、3.7GHz帯及び4.5GHz帯で最大500MHz幅を確保することを目指す
4.4-4.9GHz <small>※一部帯域は、中国等と連携できる可能性</small>	
27.5-29.5GHz <small>※一部帯域は、米国、韓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 ● 他の無線システムとの共用検討の結果を踏まえ、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 ● 43.5GHz以下の帯域のうち、27.0-27.5GHzについては、我が国の5G用の周波数需要を踏まえ、27.5-29.5GHzの帯域と合わせて確保することを目指す <p style="font-size: 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</p>

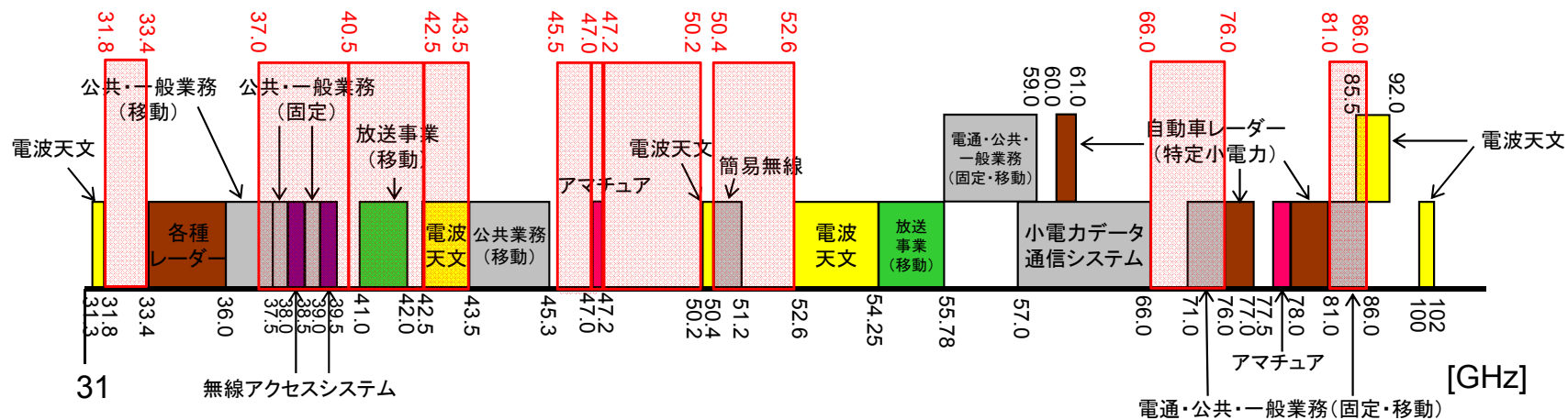
1. 3.4-4.9GHz周辺の使用状況



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

1 . 検討の背景

2 . 5 G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 . 5 G NR (New Radio)

5 . 5 Gの導入

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

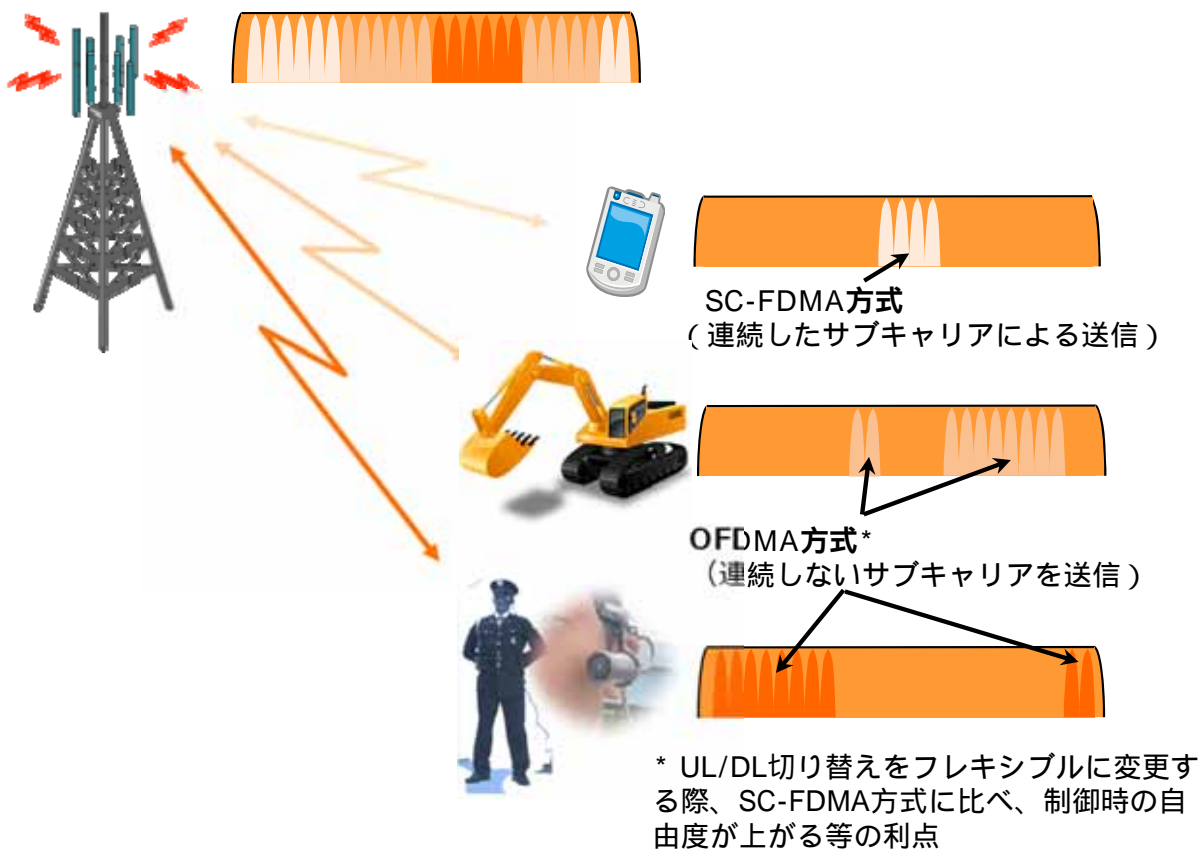


表 : 国内 5 G 候補周波数帯に関連する3GPP Band

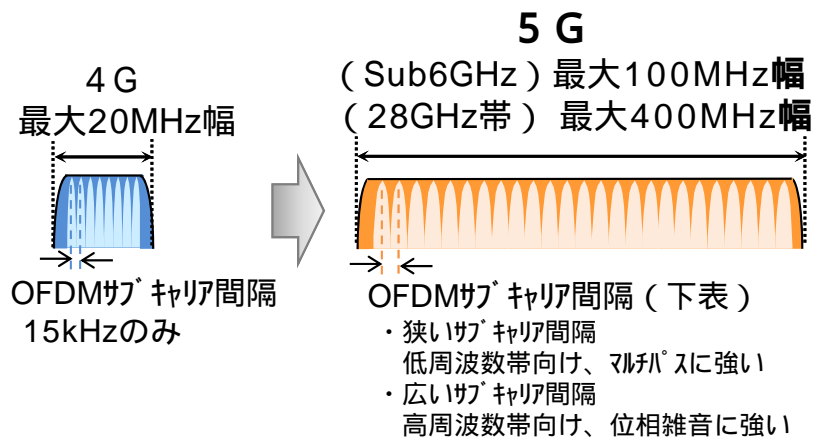
3GPP Band (TDD周波数帯)	
Sub 6GHz	3.3GHz ~ 4.2GHz Band n77 Band n78
	3.3GHz ~ 3.8GHz
28GHz帯	4.4GHz ~ 5.0GHz Band n79
	26.5GHz ~ 29.5GHz Band n257

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

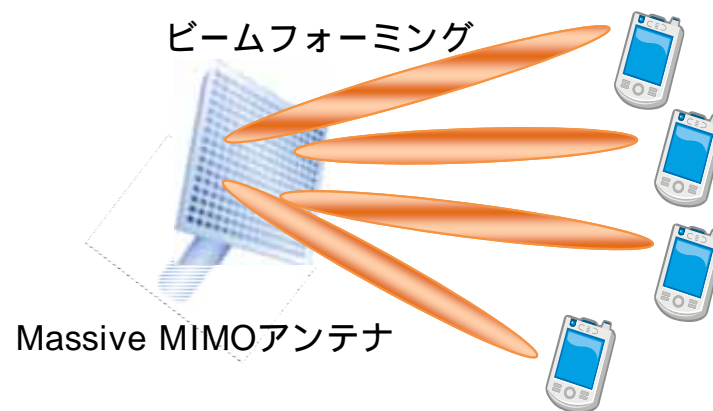
5 G NR (New Radio) : eMBB (超高速) を実現する技術

- ✓ 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



3GPP Band		サブキャリア間隔 [kHz]	1 CC (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	✓	✓	✓	✓*	✓	✓	✓	✓*	✓	✓	✓			
		60	✓	✓	✓	✓*	✓	✓	✓	✓*	✓	✓	✓			
	n78	3.3GHz ~ 3.8GHz	15					✓	✓							
		4.4GHz ~ 5.0GHz	30					✓	✓	✓		✓		✓		
			60					✓	✓	✓		✓		✓		
28GHz帯	26.5GHz ~ 29.5GHz	60							✓				✓	✓		
		120							✓				✓	✓	✓	

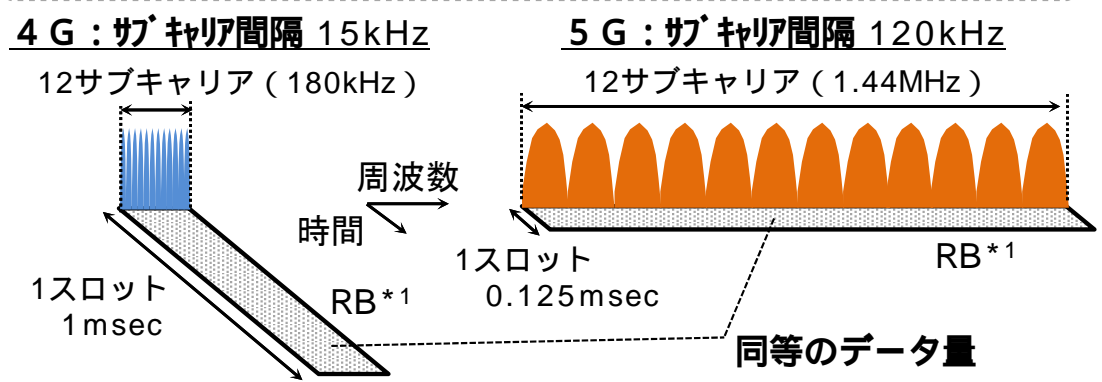
* 30MHz/70MHzはBand n77/n78における基地局側のみ使用可能

✓ 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)

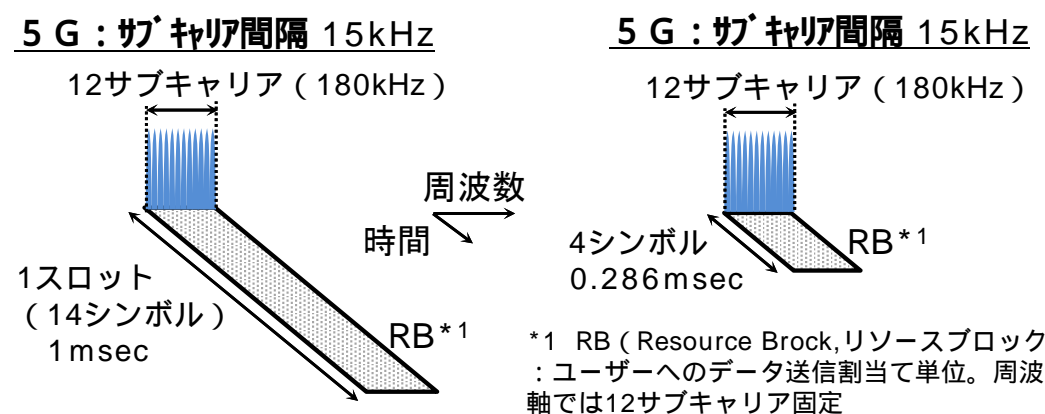
サブキャリア間隔を広くする (スロット単位で割当て)

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



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



*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

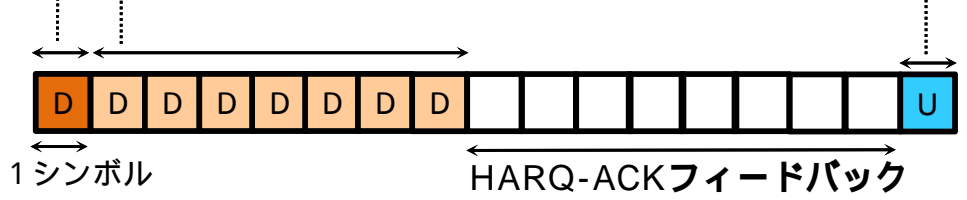
Fast HARQ-ACK (高速再送制御)

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

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)



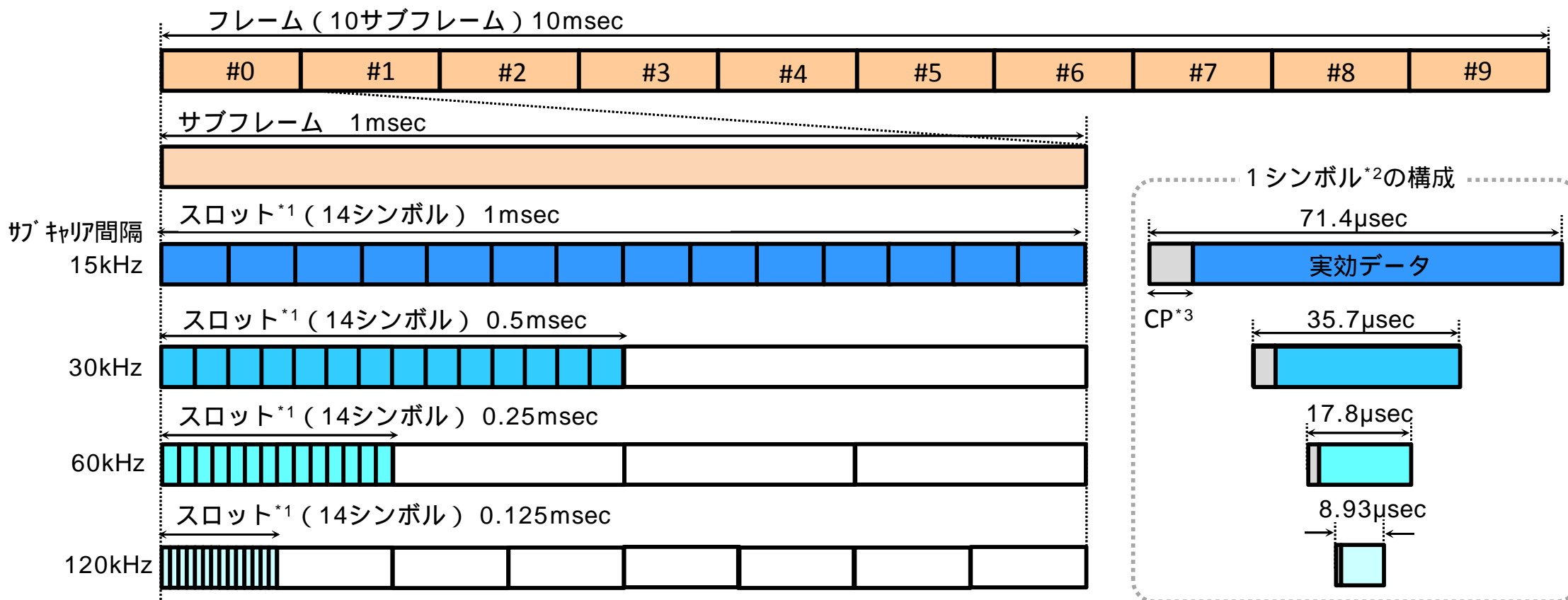
サブキャリア間隔	最短HARQ-ACK フィードバックシンボル数*3
15kHz	8シンボル (0.572msec) or 13シンボル (0.930msec)
30kHz	10シンボル (0.358msec) or 13シンボル (0.465msec)
60kHz	17シンボル (0.304msec) or 20シンボル (0.358msec)
120kHz	20シンボル (0.179msec) or 24シンボル (0.215msec)

*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

✓ 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

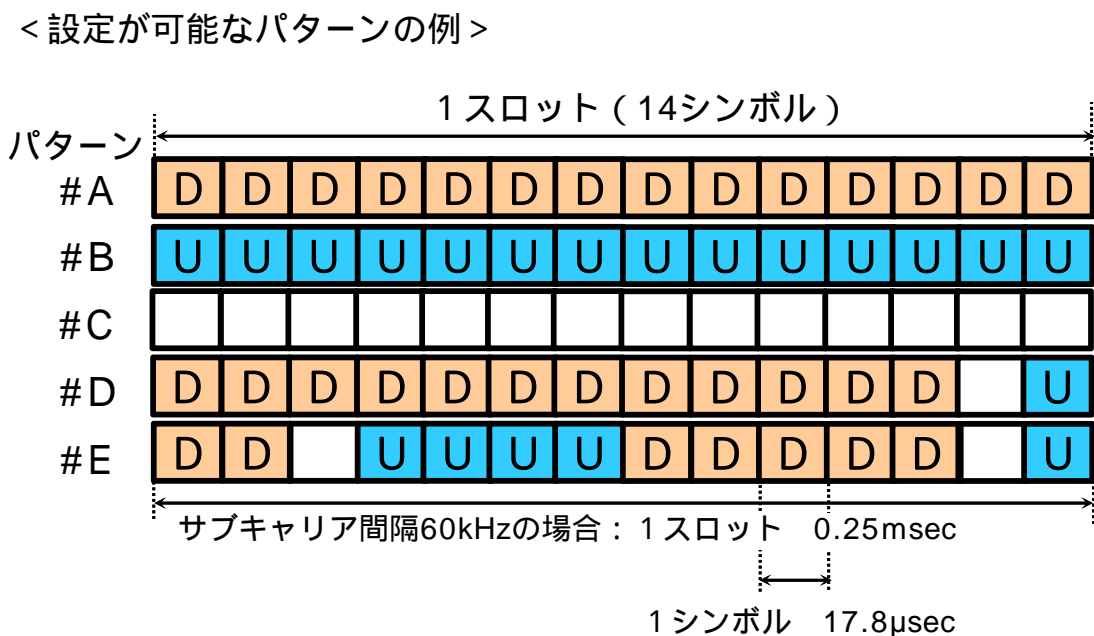
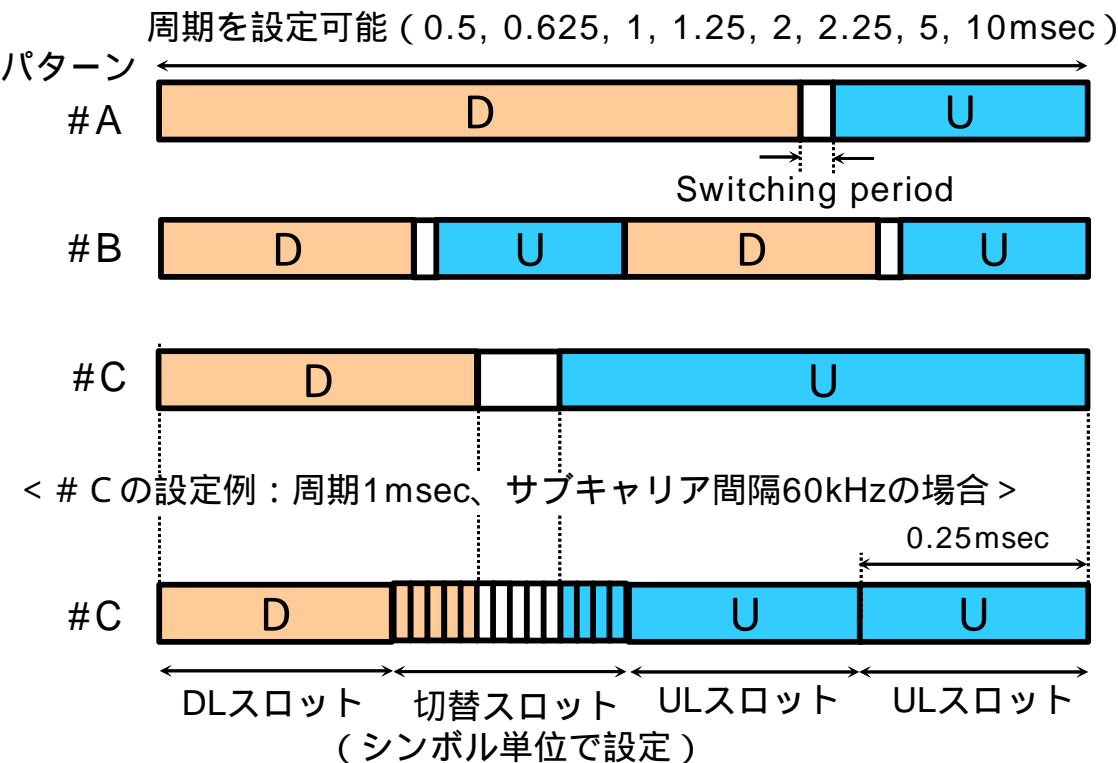
3GPPで詳細検討中。今後変更される可能性有

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)

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



D: Downlink
U: Uplink

✓ 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 (セルスループット) 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 復調用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

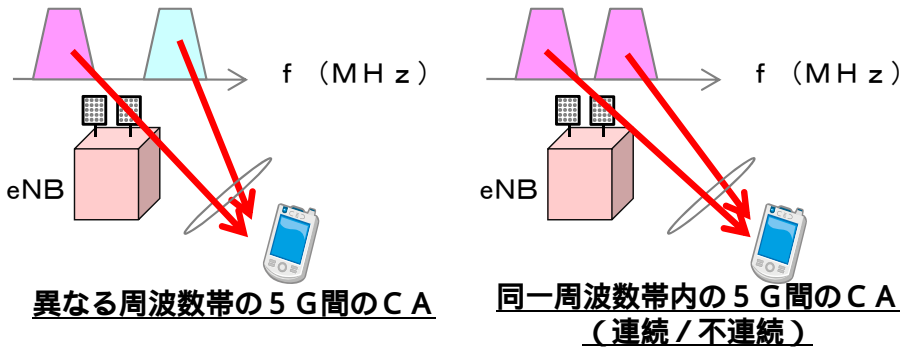
	サブキャリア間隔 [kHz]	1CC (コンポーネントキャリア) 幅 [MHz]あたりのリソースブロック (RB) 数												
		10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	200	400
Sub-6	15	52	79	106	160	216	270	-	-	-	-	-	-	-
	30	24	38	51	78	106	133	162	189	217	245	273	-	-
	60	11	18	24	38	51	65	79	93	107	121	135	-	-
28GHz帯	60	-	-	-	-	-	66	-	-	-	-	132	264	-
	120	-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

NRにおけるキャリアアグリゲーション(CA)

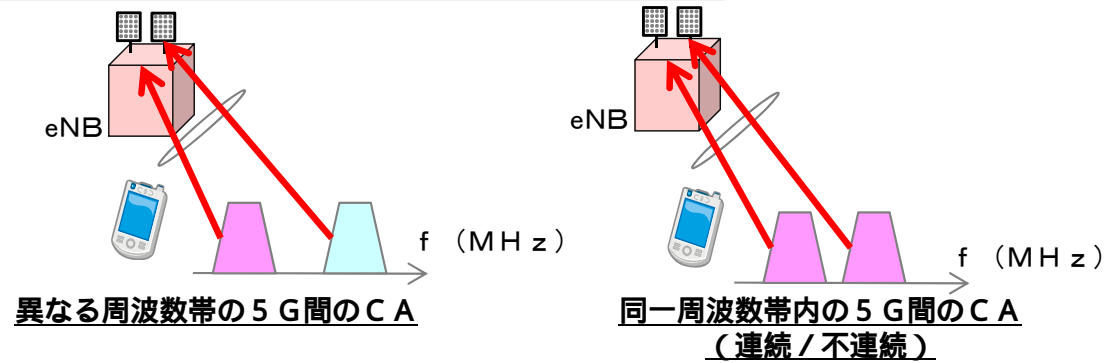
- ✓ 5G内の下り/上りCA : Sub6GHz+Sub6GHz, Sub6GHz+28GHz, 28GHz+28GHz (同じ周波数帯内ではキャリアが連続する場合、連続しない場合を含む)。キャリアが連続する場合、上りはSub6GHzで最大200MHz、28GHzで最大800MHz。下りは1CC(Component Carrier)毎に規定し、Sub6GHzで最大100MHz、28GHzで最大400MHz*1。
- ✓ LTE又はBWAと5G間のCA : LTE又はBWAでC-Plane/U-Plane、5GでU-Planeの通信を実施(NSA)。
- ✓ 上りCA時の移動局の空中線電力 : LTE又はBWAを含むSub6GHz内のCAにおいては合計電力が23dBm、Sub6GHz+28GHz帯のCAにおいては、Sub6GHz内の全キャリアの合計が23dBm、28GHz帯の全キャリアの合計が23dBm。

*1 3GPPにおいて、CAの組合せとしてSub6GHzで最大200MHz、28GHzで最大800MHzまで定義有

DL CAの組合せ



UL CAの組合せ

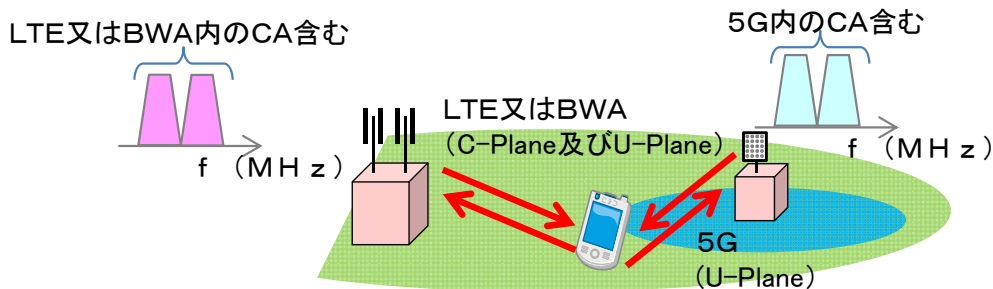


* DLは1キャリア毎の帯域幅で規定:(Sub6GHz) 10MHz、15MHz、20MHz、30MHz、40MHz、50MHz、60MHz、70MHz、80MHz、90MHz、100MHz (28GHz帯) 50MHz、100MHz、200MHz、400MHz

表 同一周波数帯内における連続する5G間のUL CAの帯域幅

Single/CA	帯域幅	
Sub6GHz	Single	10MHz、15MHz、20MHz、40MHz、50MHz、60MHz、80MHz、90MHz、100MHz
	連続するCA	110MHz、120MHz、130MHz、140MHz、150MHz、160MHz、180MHz、200MHz
28GHz	Single	50MHz、100MHz、200MHz、400MHz
	連続するCA	450MHz、500MHz、600MHz、650MHz、800MHz

LTE又はBWAと5G間のCA



LTE又はBWAと5G間のCA (NSA / Dual connectivity)

表 UL CAの組合せと最大空中線電力の規定

CA 組合せ	最大空中線電力規定	条件
Inter-band UL CA(Sub6GHz+Sub6GHz)	23dBm	キャリア*の合計
Inter-band UL CA(Sub6GHz+28GHz)	23dBm	Sub6GHz内キャリア*の合計/ 28GHz内キャリアの合計
Inter-band UL CA(28GHz+28GHz)	23dBm	キャリアの合計
Intra-band UL CA	23dBm	キャリアの合計

* Sub6GHz内キャリアには、LTE又はBWAと5G間(Sub6GHz)の上りキャリアアグリゲーションの場合も含む

OTA (Over The Air) 測定法

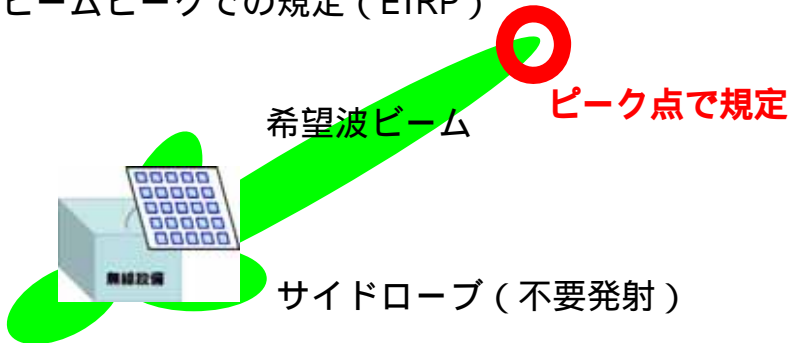
- ✓ 3.7GHz及び4.5GHz帯の基地局、並びに28GHz帯の基地局及び移動局のアクティブアンテナにおいて、空中線端子がないものについてはOTA (Over The Air) による測定を行う必要がある
- ✓ OTA測定法として、測定目的に応じて送信規定について2つ、受信規定について1つの測定法が定義されており、技術基準に応じて使用する測定法が異なっている
 - (1) 実効輻射電力 (EIRP: Equivalent Isotropic Radiated Power) : 送信電力とアンテナ利得の合成
 - (2) 総合放射電力 (TRP: Total Radiated Power) : 空間に放射される電力の合計値
 - (3) 等価等方感度 (EIS: Equivalent Isotropic Sensitivity) : アンテナが設置される場所 (空間) における受信電力。空中線端子視点では、アンテナ利得を含めた性能規定となる (EIRP同様にピーク方向で規定)

基地局及び移動局の周波数別測定法

周波数帯	基地局			移動局		
	Sub 6GHz (FR1)		28GHz (FR2)	Sub 6GHz (FR1)	28GHz (FR2)	
アンテナ種別	ノーマル	アクティブ		アクティブ	ノーマル	アクティブorノーマル
空中線端子有無	あり	あり	なし	なし	あり	なし
測定法	conducted	conducted	OTA	OTA	conducted	OTA

OTA測定法

(1) ビームピークでの規定 (EIRP)

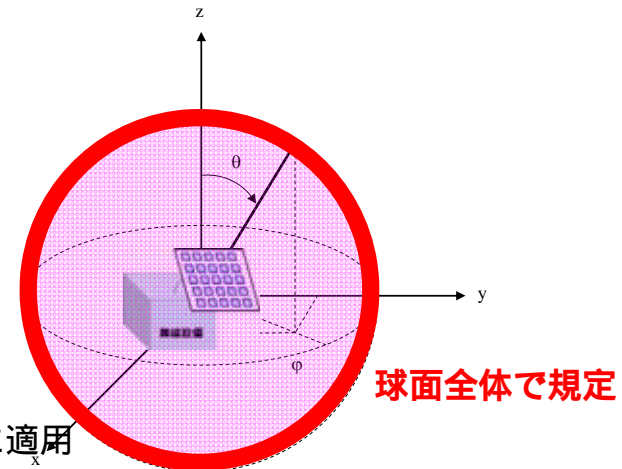


主に、全放射電力で評価する必要のない規定に適用 (周波数の許容偏差、占有周波数帯幅等)

(2) 全方位での規定 (TRP)

(総合放射電力)

$$TRP = \oint U(\theta, \phi) d\Omega$$



主に、不要発射の強度を確認する規格に適用 (従来のConducted規格と同等)

1 . 検討の背景

2 . 5 G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 . 5 G NR (New Radio)

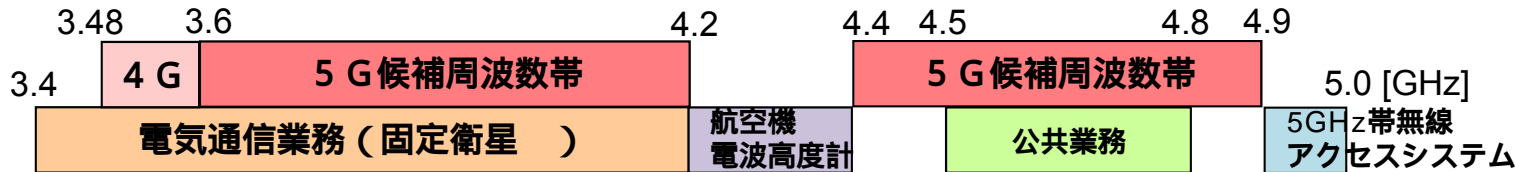
5 . 5 Gの導入

6 . 5 Gの技術的条件

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、公共業務用無線局の利用計画あり

3.7GHz、4.5GHz帯の利用 / 計画状況

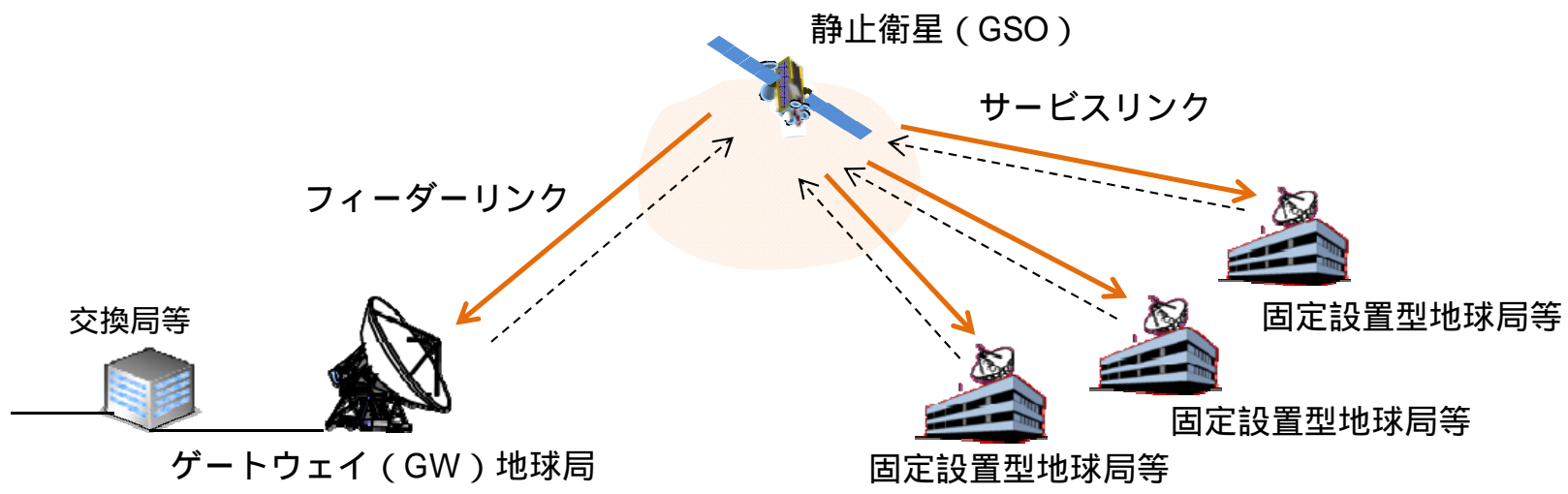


共用検討の組合せ

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
	公共業務用無線局	同一周波数	5G 公共業務用無線局 公共業務用無線局 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

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)

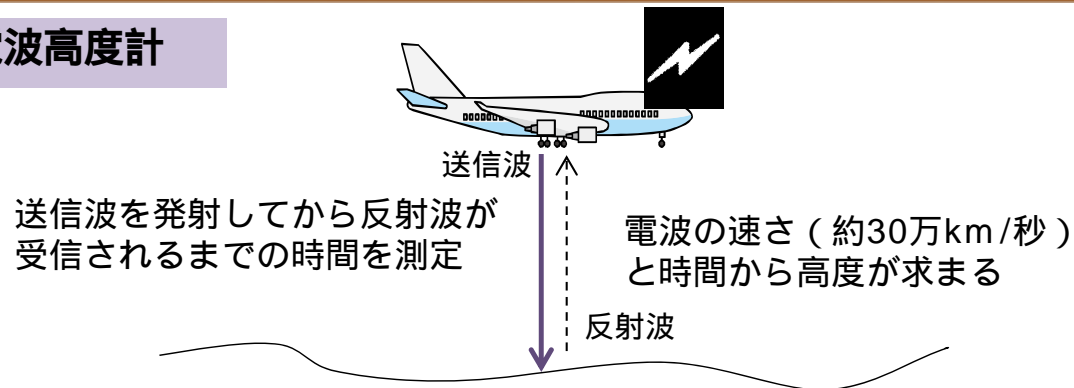


図：Cバンド固定衛星業務 (ダウンリンク) の利用イメージ

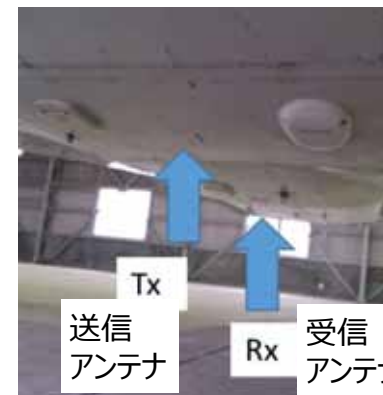
周波数帯	利用/計画状況 (概要)
3.4-4.2GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 国内通信 (フィーダリンクのほか、サービスリンクとして離島向け、各種情報配信)、国際通信 (直接通信、中継サービス)、衛星管制・監視等に利用。 ● 国内免許の地球局は56局 (常設ではなく将来にわたり不定期に短期間開設される可能性がある地球局5局、計画中の地球局12局を含む)。その他、国内外の免許による固定衛星、海外衛星放送配信を受信する受信専用設備も存在

3.7GHz帯、4.5GHz帯の利用 / 計画状況

航空機電波高度計



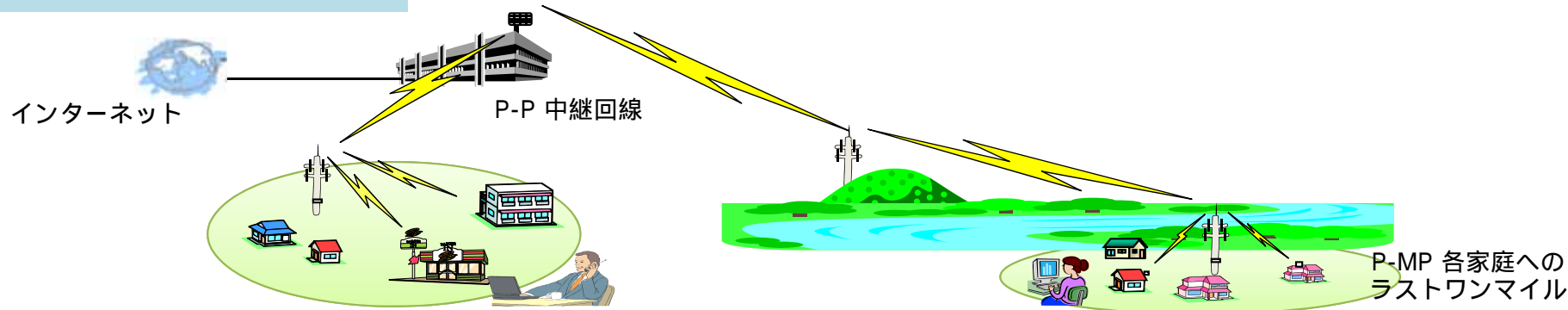
図：電波高度計の利用イメージ



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)

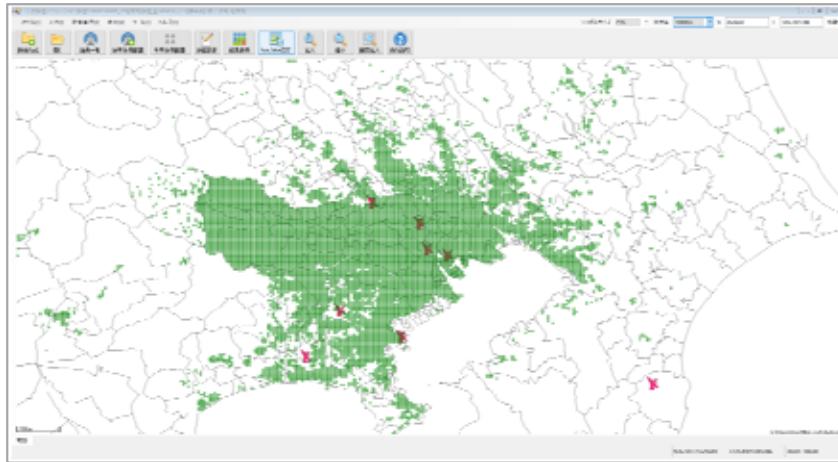
- ✓ 基地局設置の需要が高いと想定される三大都市圏(首都圏、中京圏、近畿圏)において、地球局等との共存を実現しつつ、どの程度の基地局数が設置可能かを評価
- ✓ 三大都市圏の中には、いくつかの地球局等が既に設置・運用されていることから、共用の可能性がより高いと想定されるスモールセル基地局(低出力、低アンテナ高)のパラメータを用いて設置可能な基地局数を算出
- ✓ また5Gのエリア展開については、マクロセル基地局が必要なケースもあると考えられるため、どの程度の離隔距離を確保すればマクロセル基地局と地球局等の共存が可能があるかについての評価を併せて実施

【前提条件】

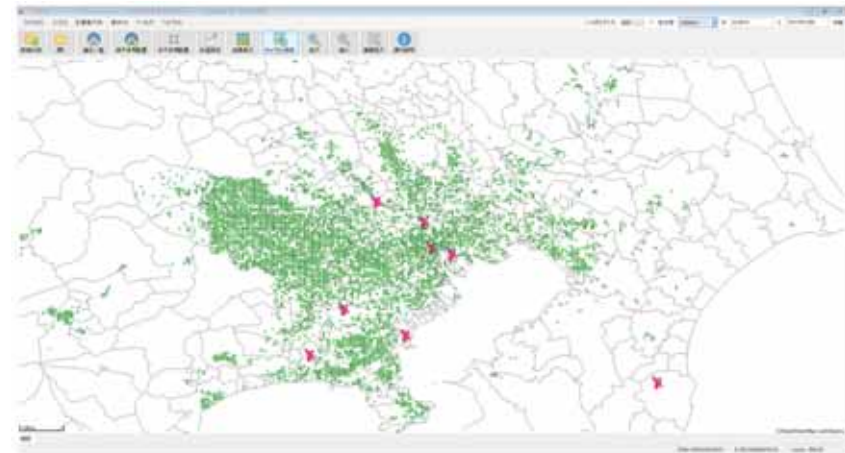
- ✓ 地球局等との共存を、同一周波数で実現する必要があるため、「地球局等に対する基地局及び陸上移動局からの信号レベルが十分小さくなる条件でのみ基地局を設置する」との条件が必要
- ✓ 具体的な基地局の設置条件は、基地局と地球局等との「位置関係(地形、周辺建物の状況含む)」、「空中線高や指向方向の設置条件」などに依存
- ✓ より多くの基地局設置を行うためには、下記を考慮することが必要
 - 低出力・低アンテナ高のスモールセル基地局や屋内基地局の活用
 - 地球局等が存在する方向への基地局の空中線利得の低減
 - 地球局等への干渉電力レベルが大きい場所への基地局設置の回避
 - 地形や建物による遮蔽効果を見込んだ干渉計算の実施 等

- ✓ 地球局等の許容干渉電力を満たすように基地局を配置
- ✓ 地球局等の近くに設置される基地局では、当該基地局に接続する陸上移動局からの干渉電力を無視できないケースがあり、地球局毎に最大で20km程度の離隔距離を設ける必要がある

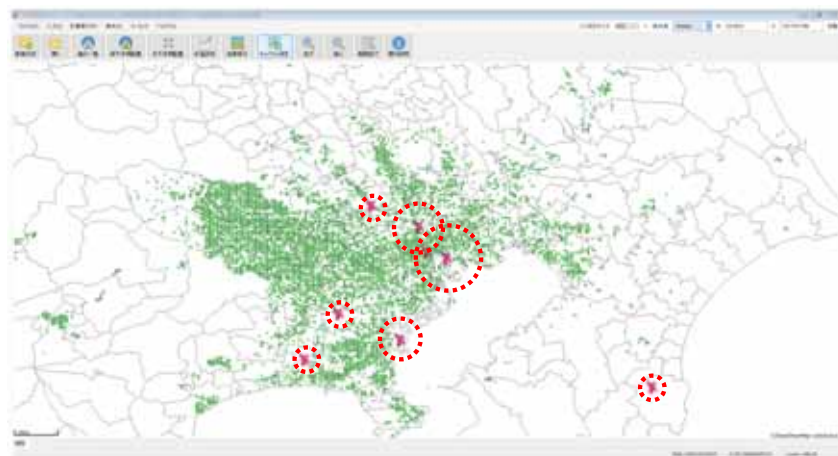
評価対象となる昼間人口の多いメッシュ



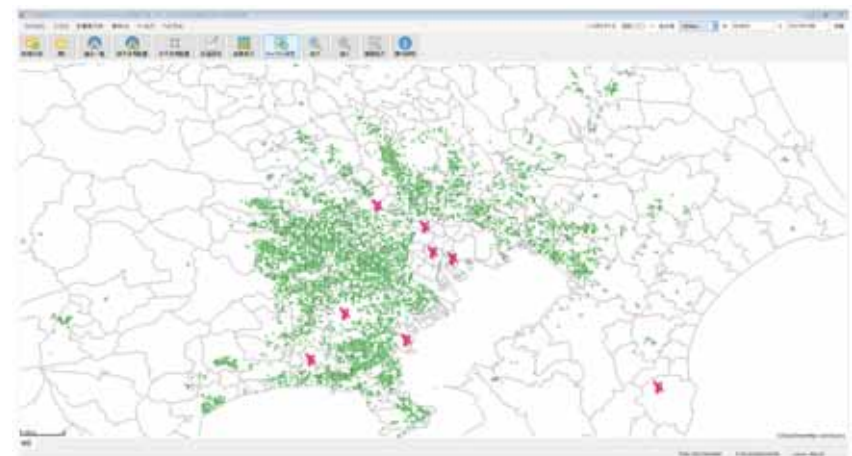
基地局からの累積干渉電力を考慮して
基地局設置可能性のあるメッシュを抽出 (ステップ①)



陸上移動局からの干渉影響の恐れがある
離隔距離を地球局毎に算出 (ステップ②)



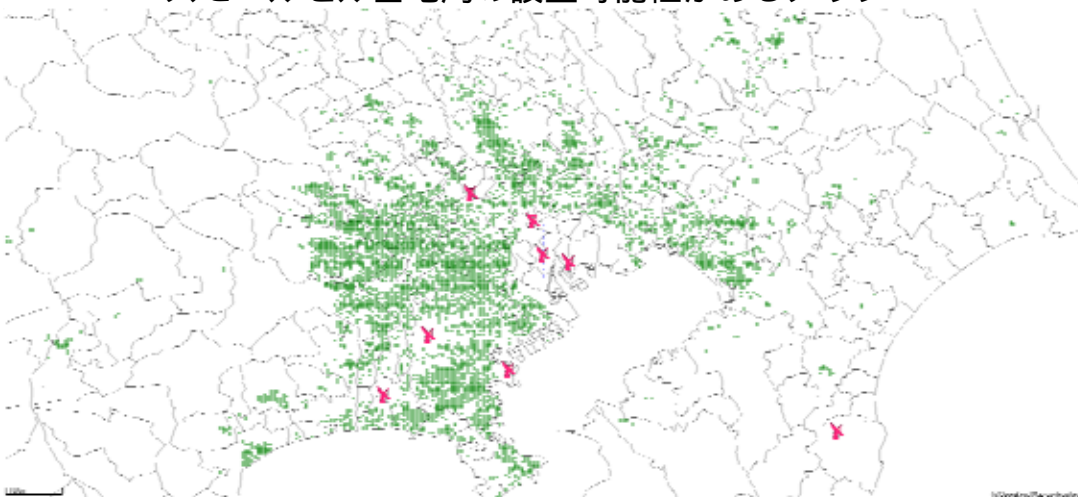
左記の離隔距離以内は基地局設置回避エリアとし、残りのメッシュから
陸上移動局からの累積干渉電力を考慮して
基地局設置可能性のあるメッシュを抽出 (ステップ③)



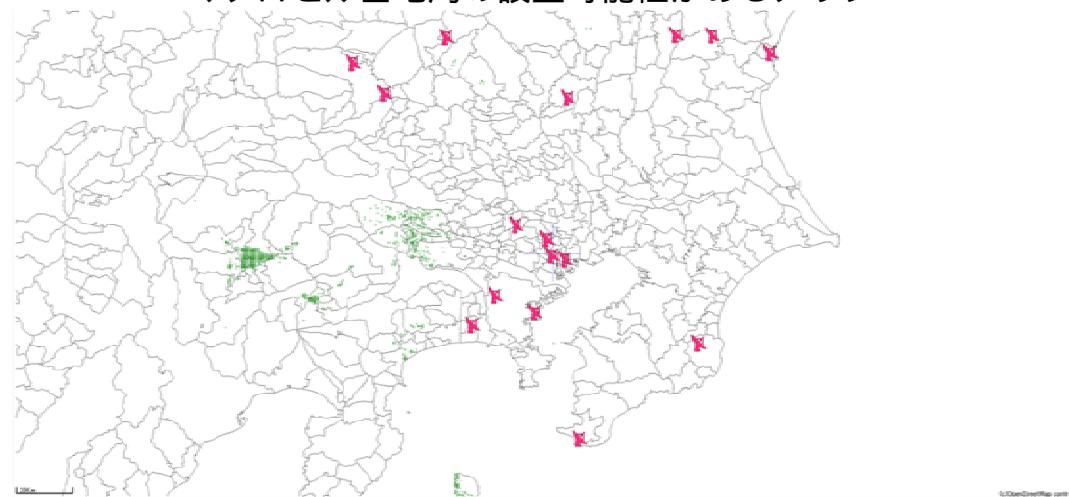
✓ 首都圏、近畿・中京圏におけるスモールセル基地局及びマクロセル基地局の設置可能性があるメッシュは以下の通り

首都圏

スモールセル基地局の設置可能性があるメッシュ

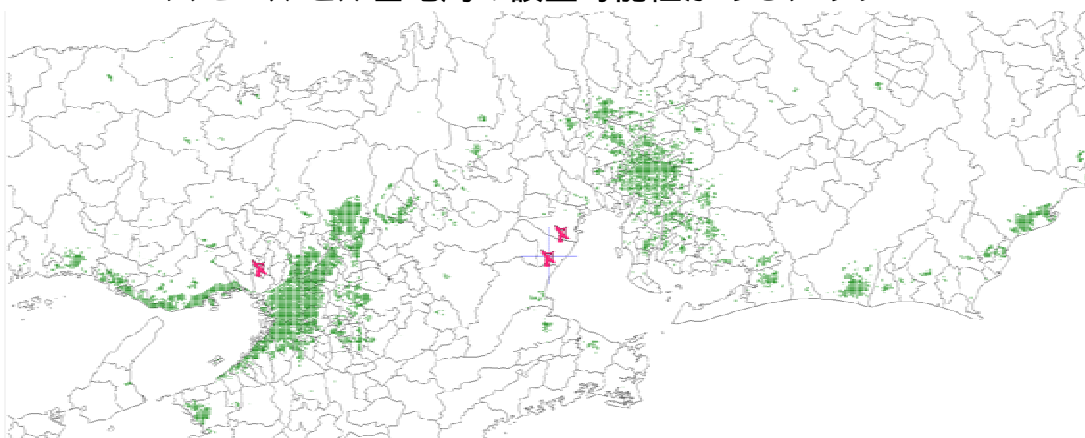


マクロセル基地局の設置可能性があるメッシュ



近畿・中京圏

スモールセル基地局の設置可能性があるメッシュ



マクロセル基地局の設置可能性があるメッシュ



固定衛星システムとの干渉検討結果

(スモールセル基地局の設置可能性)

- ✓ 地球局等への干渉電力レベルが大きくなる場所には基地局の設置を回避するため、長時間干渉に基づく干渉電力の除外しきい値を設け、陸上移動局からの干渉を考慮して地球局等の周辺には一定の離隔距離を考慮して算出した、スモールセル基地局の設置可能数は右表の通り

エリア	周波数ブロック当たりのスモールセル基地局の設置可能数		
	除外しきい値 -140dBm/MHz	除外しきい値 -150dBm/MHz	除外しきい値 -160dBm/MHz
首都圏	4,065局	5,376局	4,084局
中京圏	2,921局	3,834局	4,690局
近畿圏	4,901局	5,518局	7,556局

(マクロセル基地局の設置可能性)

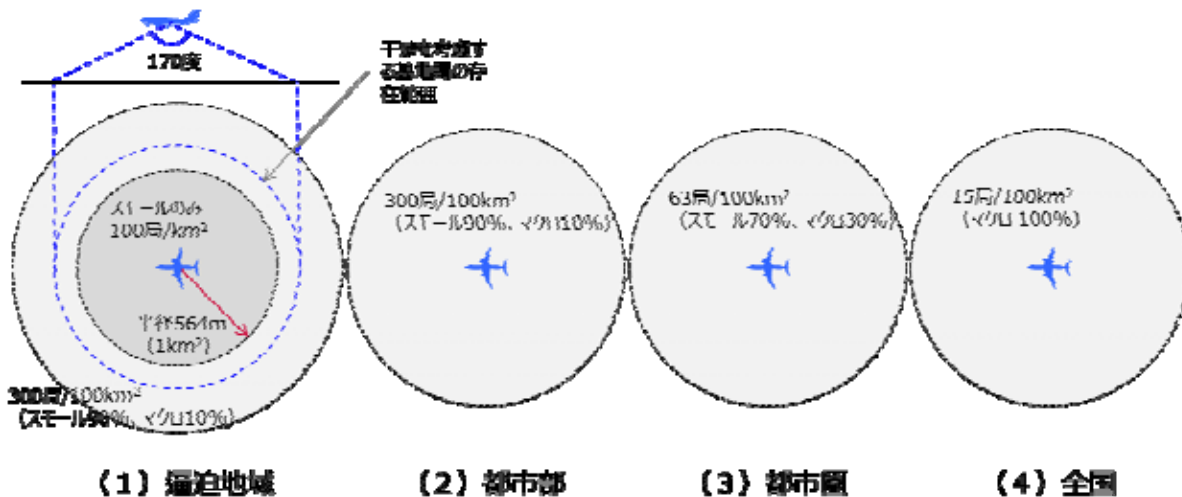
- ✓ 地球局等や基地局の設置場所周辺の地形や建物等の状況に依存するが、地球局等から少なくとも10km程度以上、多くのケースでは数十km以上離れた地点で設置の可能性はある。
- ✓ 基地局の設置を回避すべきメッシュの評価から、首都圏の中心部ではマクロセル基地局の設置は非常に難しい状況。中京・近畿圏でも設置の難しいメッシュが多数存在する。

(実際に5G基地局を設置する場合)

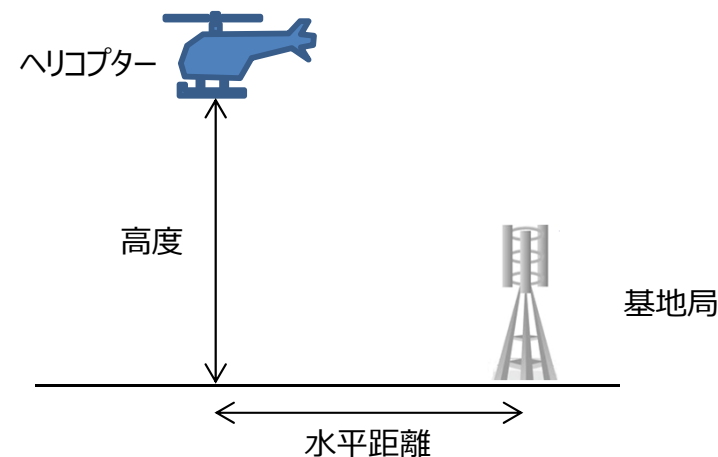
- ✓ 基地局を設置する事業者と地球局等を運用する事業者との間で事前に調整をし、個別の基地局の設置可否を判断する必要がある。
- ✓ 調整においては、基地局等の実際の諸元、地球局近傍への基地局設置への注意、陸上移動局からの干渉影響の可能性の厳密な評価や干渉基準への一定のマージンの設定等を考慮することが必要

航空機電波高度計との干渉検討

- ✓ 航空機の直下の基地局配置について、4パターンを考慮して干渉検討を実施
 - 陸上移動局からの干渉は、基地局に比較して小さいため、基地局からの干渉が支配的であるとして評価を実施
- ✓ ヘリコプターがヘリポートに着陸するケースを想定した干渉検討として、下記のモデルを用いて検討を実施
 - ヘリコプターの”高度”と基地局設置位置との”水平距離”をパラメータとする
 - 周波数離調毎に、航空機電波高度計の許容干渉電力に対する所要改善量(帯域内/帯域外干渉)を算出



図：航空機が空港に着陸するケース



図：ヘリコプターがヘリポートに着陸するケース

(航空機電波高度計への干渉: 航空機が着陸するケース)

- ✓ 空港周辺(1km程度)の航空機の進入経路の周囲200m程度の範囲で基地局の設置制限を行い、航空機電波高度計との周波数離調100MHz程度を確保して基地局へのフィルタ挿入を行うことにより、共用可能

(航空機電波高度計への干渉: ヘリコプターが着陸するケース)

- ✓ ヘリコプターが着陸する地点から基地局との間に確保される離隔距離を加味することにより、航空機電波高度計との周波数離調100MHz程度を確保して基地局へのフィルタ挿入を行うことにより、共用可能
 - ・ 帯域外干渉については、航空機電波高度計の耐干渉性の実力値を加味
 - ・ 上記の離隔距離を確保するため、ヘリポートとして認識される場所については、同一／隣接の敷地となる場所への基地局設置は回避する等の対策を行うことが必要

スモールセル基地局: 20~30m程度以上、マクロセル基地局: 50~90m程度以上

(航空機電波高度計からの干渉)

- ✓ 100MHz程度の離調を考慮した場合の電波高度計の不要発射の実力値や、基地局・陸上移動局の耐干渉性の実力値を考慮すれば、共用可能

(5GシステムとLTE-Advancedとの干渉検討)

- ✓ 3.7GHz帯、4.5GHz帯を利用する5Gシステムの標準仕様は、TDDを用いる複信方式のみの検討が進められており、3.5GHz帯のTDDを用いるLTE-Advancedシステムと3.7GHz帯のTDDを用いる5Gシステムの間でネットワーク同期を行えば、ガードバンド0MHzにより共用可能
- ✓ 一方、LTE-Advancedシステムとは異なる下り／上りリンクの時間比率を5Gシステムで用いる場合(非同期運用)、干渉回避のためのガードバンドが必要となる
- ✓ 非同期運用における具体的かつ現実的なガードバンド幅を算出するためには、基地局や陸上移動局の不要発射の強度に関する実力値等の情報が必要になる

(5Gシステム同士の干渉検討)

- ✓ LTE-Advancedシステムに対する場合と同様に、TDD同士の5Gシステムを隣接周波数で運用する際にネットワーク同期を実現すれば、ガードバンド0MHzにより共用可能
- ✓ 一方、複数の5Gシステムが異なる下り／上りリンクの時間比率を用いる場合(非同期運用)、干渉回避のためのガードバンドが必要となる
- ✓ 非同期運用における具体的かつ現実的なガードバンド幅を算出するためには、基地局や陸上移動局の不要発射の強度に関する実力値等の情報が必要になる

表 公共業務用無線局の許容干渉電力を超過する場所率の一例(マクロセル基地局(注3)の場合)

干渉形態	基地局配置	フィルタ減衰	方位角①	方位角②	方位角③
同一周波数	周囲100kmの範囲に基地局を配置	-	17.7%	13.6%	10.4%
	昼間人口の多いメッシュに基地局を配置	-	24.7%	30.5%	22.5%
隣接周波数 帯域内干渉	周囲100kmの範囲に基地局を配置	なし	3.1%	1.0%	0.7%
		10dB (注1)	1.1%	0.2%	0.1%
		20dB (注1)	0.3%	0.1%	0.0%
		30dB (注1)	0.1%	0.0%	0.0%
	昼間人口の多いメッシュに基地局を配置	なし	2.9%	3.9%	2.0%
		10dB (注1)	0.8%	1.1%	0.7%
		20dB (注1)	0.3%	0.3%	0.2%
		30dB (注1)	0.1%	0.1%	0.1%
隣接周波数 帯域外干渉	周囲100kmの範囲に基地局を配置	なし	0.9%	0.2%	0.1%
		10dB (注2)	0.2%	0.1%	0.0%
		20dB (注2)	0.1%	0.0%	0.0%
		30dB (注2)	0.0%	0.0%	0.0%
	昼間人口の多いメッシュに基地局を配置	なし	0.7%	0.9%	0.6%
		10dB (注2)	0.3%	0.3%	0.2%
		20dB (注2)	0.1%	0.1%	0.1%
		30dB (注2)	0.0%	0.0%	0.0%

(注1) 基地局の送信フィルタ、(注2) 公共業務用無線局の受信フィルタ、(注3) 基地局の空中線指向特性は平均パターンを利用

表 基地局の許容干渉電力を超過する場所率の一例(マクロセル基地局(注3)の場合)

干渉形態	基地局配置	フィルタ減衰	方位角①	方位角②	方位角③
同一周波数	周囲100kmの範囲に基地局を配置	-	35.1%	36.2%	33.9%
	昼間人口の多いメッシュに基地局を配置	-	56.3%	66.1%	60.5%
隣接周波数 帯域内干渉	周囲100kmの範囲に基地局を配置	なし	9.4%	5.6%	3.7%
		10dB (注1)	0.6%	0.1%	0.1%
		20dB (注1)	0.2%	0.0%	0.0%
		30dB (注1)	0.0%	0.0%	0.0%
	昼間人口の多いメッシュに基地局を配置	なし	0.0%	0.0%	0.0%
		10dB (注1)	10.7%	13.3%	9.4%
		20dB (注1)	0.5%	0.7%	0.5%
		30dB (注1)	0.2%	0.2%	0.1%
隣接周波数 帯域外干渉	周囲100kmの範囲に基地局を配置	なし	6.1%	3.0%	1.8%
		10dB (注2)	2.9%	0.9%	0.7%
		20dB (注2)	1.0%	0.2%	0.1%
		30dB (注2)	0.3%	0.1%	0.0%
	昼間人口の多いメッシュに基地局を配置	なし	0.1%	0.0%	0.0%
		10dB (注2)	7.2%	8.9%	5.5%
		20dB (注2)	2.7%	3.6%	1.8%
		30dB (注2)	0.7%	1.0%	0.7%

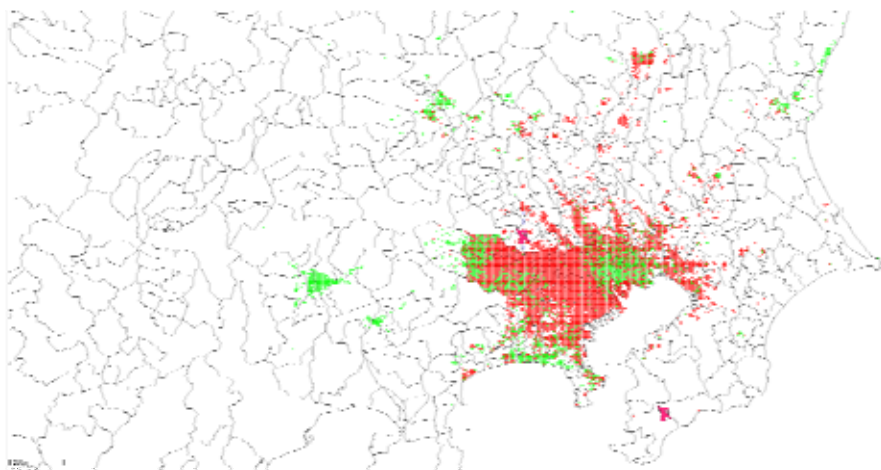
(注1) 公共業務用無線局の送信フィルタ、(注2) 基地局の受信フィルタ、(注3) 基地局の空中線指向特性は平均パターンを利用

- ✓ 関東地方(2か所)、中部地方(1か所)の公共業務用無線局からの干渉影響により、基地局の許容干渉電力を超過する地点(昼間人口の多い地点(緑色)→影響のある地点(赤色))は以下の通り
- ✓ 公共業務用無線局は下記で評価した場所以外での設置が予定されるとともに、様々な利用形態が存在する

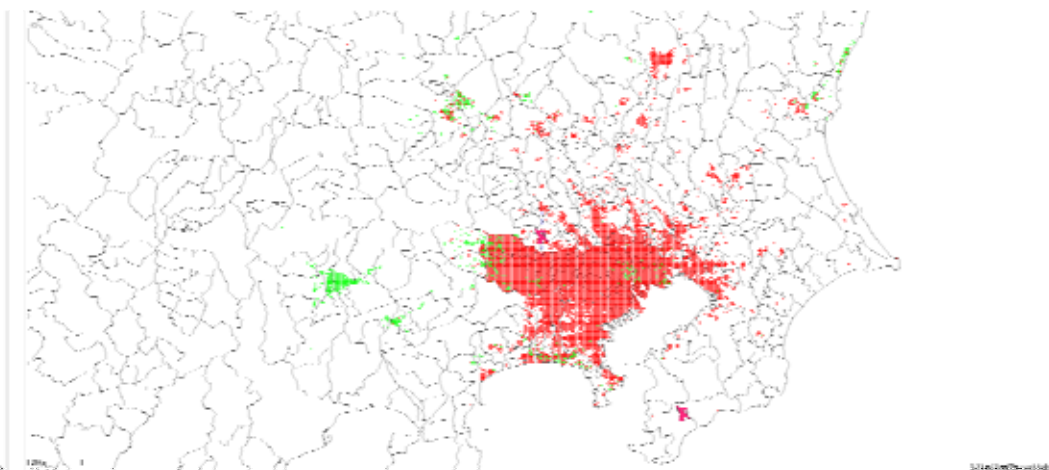
首都圏

関東地方の公共業務用無線局(2地点×3方向)から基地局への干渉影響の一例
※昼間人口の多いメッシュに基地局を設置することを想定すると、赤い地点において基地局の許容干渉電力を超過

スモールセル基地局の設置可能性があるメッシュ

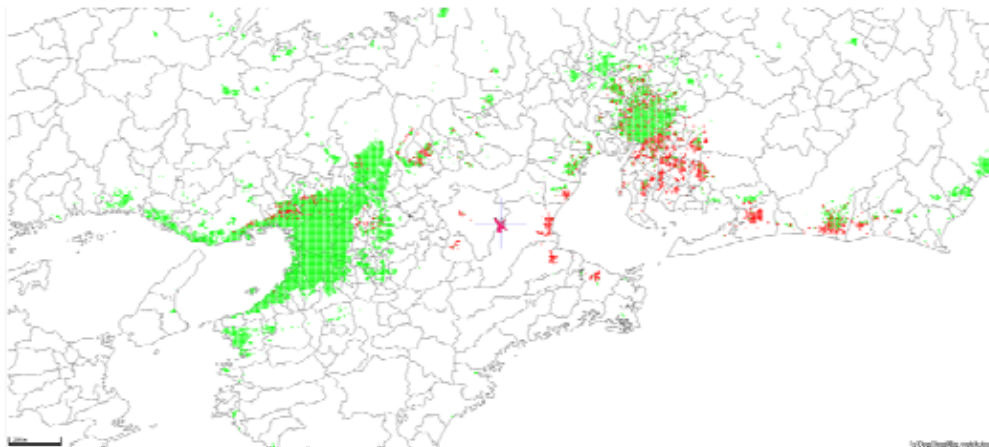


マクロセル基地局の設置可能性があるメッシュ

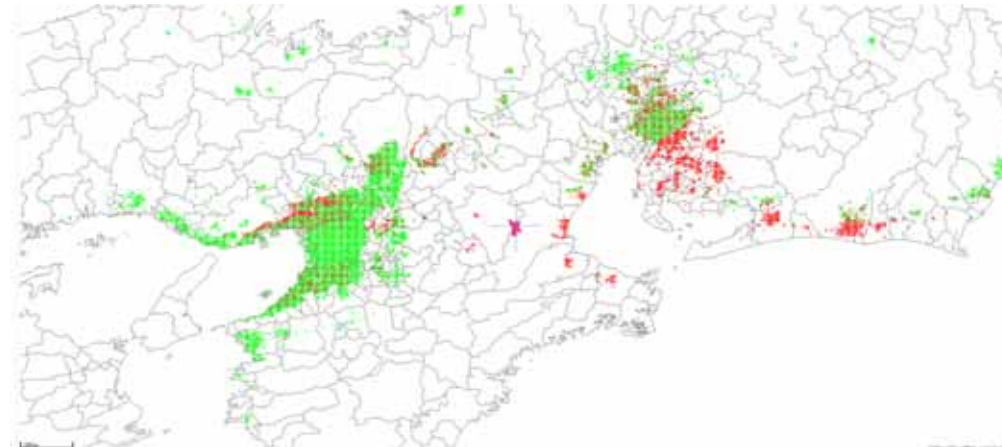


中部地方

スモールセル基地局の設置可能性があるメッシュ



マクロセル基地局の設置可能性があるメッシュ

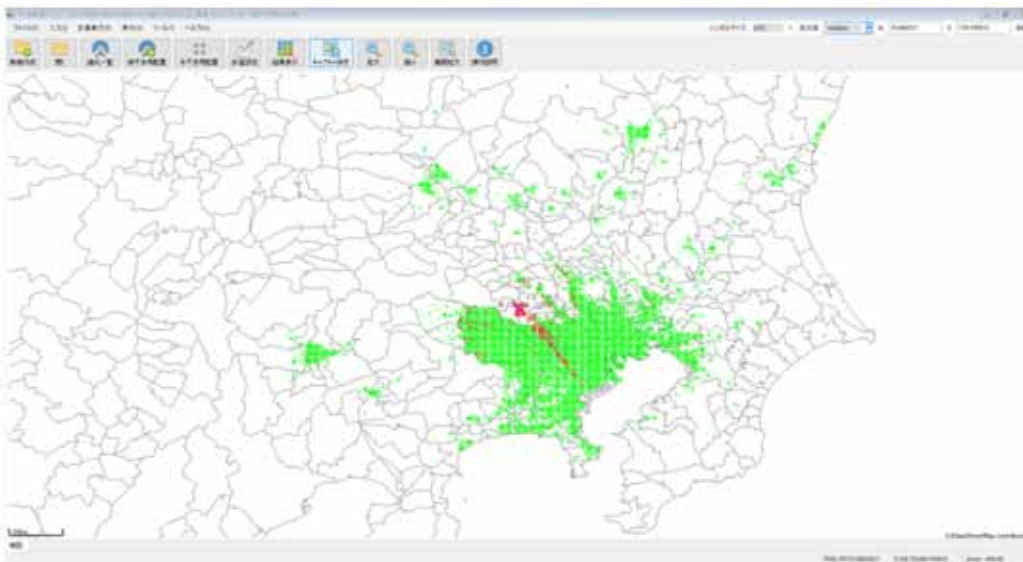


- ✓ そこで、同一周波数での共存の方策として、5Gシステムが屋内で利用するシナリオを想定し、屋内基地局と公共業務用無線局との間の干渉影響について追加評価を実施
 - 干渉電力を低減させる効果がある建物侵入損の値については、勧告ITU-R P.2109の式を利用
 - 屋内で天井に設置される基地局を想定し、屋外方向の受信空中線利得は十分に小さいもとして-20dBiの条件を仮定

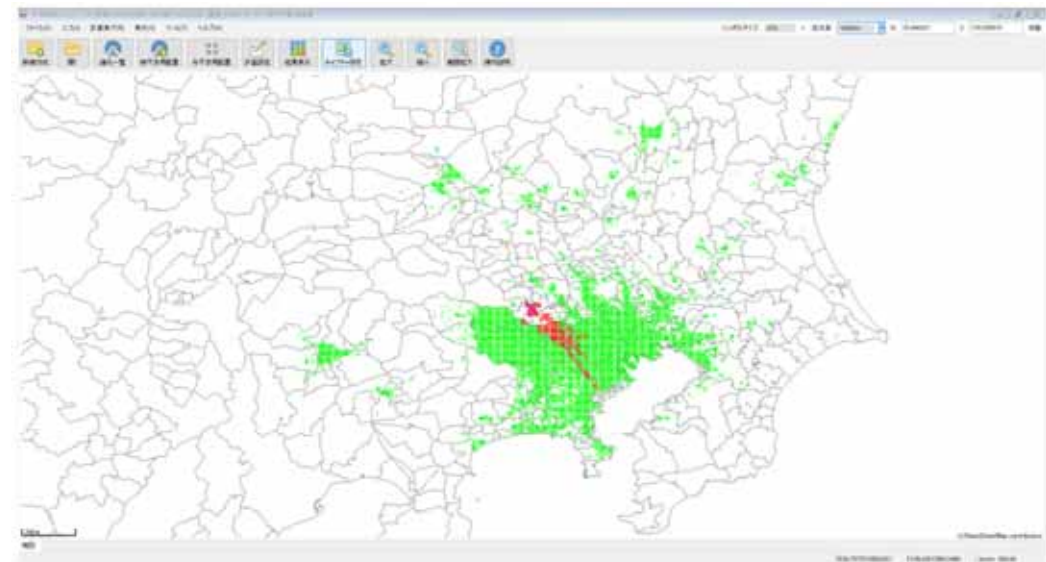
<干渉検討の結果：公共業務用無線局から屋内基地局への干渉>

- 基地局の許容干渉電力を超過する場所の割合は数%程度(赤い地点)

建物種別Traditional、低層階 (5m)



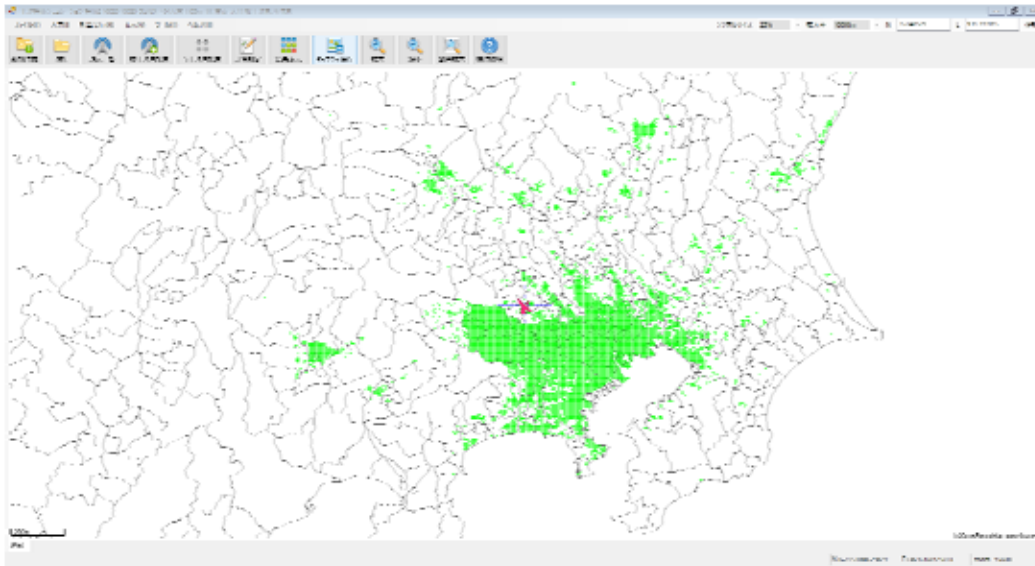
建物種別Thermally-efficient、高層階 (50m)



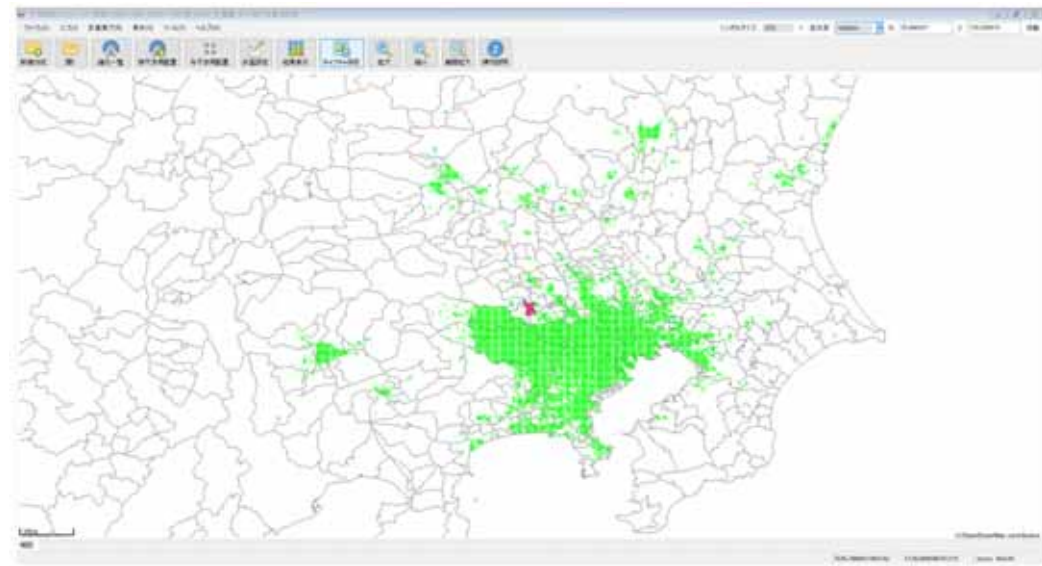
＜干渉検討の結果：屋内基地局から公共業務用無線局への干渉＞

- 基地局の許容干渉電力を超過する場所の割合は0.0%以下

建物種別Traditional、低層階（5m）



建物種別Thermally-efficient、高層階（50m）



- ✓ 基地局を屋内設置とすることで、公共業務用無線局又は基地局の許容干渉電力を超過する場所率を大幅に低減可能であり、以下の条件を満たせば共用の可能性がある
 - 公共業務用無線局の周辺や空中線指向方向への基地局設置を避ける
 - 建物侵入損の値が小さくなるような材質の建物内や窓際には基地局を設置しない
 - 建物の開口部方向に対して基地局の空中線利得が大きくなるように空中線を配置する、等

- ✓ 基地局から4.5GHz帯公共業務用無線局への干渉影響について、複数の基地局からの累積干渉(アグリゲート干渉)の影響評価を実施。関東地方に設置される公共業務用無線局(2局)を対象に、どの程度の数の基地局設置が関東地方において可能かを算出。
 - 同一周波数: 屋内基地局からの影響
 - 隣接周波数: 屋外基地局(マクロセル/スモールセル)からの影響

<屋内基地局からの影響評価>

- 関東地方において数千局程度以上の屋内基地局が設置可能
- 公共業務用無線局への干渉電力が大きくなる地点には屋内基地局を設置しない等の工夫を行うと、さらに基地局の設置可能数を増やすことが可能

<屋外基地局からの影響評価>

- 公共業務用無線局への干渉電力が大きくなる地点には基地局を設置しないとの工夫や、基地局の不要発射の実力値を考慮すると、関東地方においてマクロセル基地局では数百~1,000局、条件によっては数千局程度、スモールセル基地局では1,000~数千局程度の設置が可能

(基地局と公共業務用無線局との干渉検討)

同一周波数帯

- ✓ 同一周波数の条件においては、離隔距離を数十 km以上確保した場合でも、広い範囲で公共業務用無線局又は基地局の許容干渉電力を超過する結果となった。
 - 関東地方(2か所)の公共業務用無線局からの干渉影響により、マクロセル基地局では88.2%、スモールセル基地局では70.1%の場所率で、基地局の許容干渉電力を超過
 - 中部地方(1か所)の公共業務用無線局からの影響については、マクロセル基地局では22.5%、スモールセル基地局では12.9%の場所率で、基地局の許容干渉電力を超過
 - 公共業務用無線局は、上記で評価した場所以外での設置が予定されるとともに、様々な利用形態が存在する
- ✓ これらの点を踏まえると、同一周波数での共存には課題があると考えられる。
- ✓ 同一周波数で共用を行うためには、5Gシステムを屋内限定で利用する等の方策が必要である
- ✓ 複数基地局からの干渉影響を検討した場合、関東地方において数千局程度以上の屋内基地局が設置可能。公共業務用無線局への干渉電力が大きくなる地点には屋内基地局を設置しない等の工夫を行うと、さらに基地局の設置可能数を増やすことが可能

隣接周波数帯

- ✓ 周波数離調が20MHz程度未満の条件では、13%程度の場所率で、公共業務用無線局又は基地局の許容干渉電力を超過する可能性があり、共用には一定の制限がかかる
- ✓ 周波数離調が20MHz程度以上の条件では、公共業務用無線局、基地局の許容干渉電力が超過する可能性がある場所率は4%程度以下となり、より現実的に共用可能
 - 本条件では、公共業務用無線局、基地局のフィルタ特性等を考慮した実力値を加味することができると想定され、その場合には、許容干渉電力が超過する場所率はさらに減少
- ✓ 複数基地局からの干渉影響を検討した場合、公共業務用無線局への干渉電力が大きくなる地点には基地局を設置しないとの工夫や、基地局の不要発射の実力値を考慮すると、関東地方においてマクロセル基地局では数百～1,000局、条件によっては数千局程度、スモールセル基地局では1,000～数千局程度の設置が可能

(陸上移動局と公共業務用無線局との干渉検討)

隣接周波数帯

- ✓ 基地局の評価結果を踏まえ、隣接周波数の条件において、モンテカルロ・シミュレーションにより干渉影響を評価
- ✓ 公共業務用無線局から陸上移動局への干渉影響のため、共用を実現するためには、周波数離調として20MHz程度を確保し、公共業務用無線局の周囲150m程度以内で陸上移動局を利用しないことを想定すれば、共用可能

5GHz帯無線アクセスシステムとの干渉検討

与干渉局	被干渉局	所要改善量	
		帯域内干渉	帯域外干渉
マクロセル基地局	5GHz帯無線アクセスシステム	70dB程度	40～50dB程度
スモールセル基地局	5GHz帯無線アクセスシステム	65dB程度	20～30dB程度
5GHz帯無線アクセスシステム	マクロセル基地局	27～32dB程度	30dB程度
5GHz帯無線アクセスシステム	スモールセル基地局	24～29dB程度	25dB程度
陸上移動局	5GHz帯無線アクセスシステム	最大6dB程度	0dB以下
5GHz帯無線アクセスシステム	陸上移動局	最大10dB程度	0dB以下

(基地局と5GHz帯無線アクセスシステムとの干渉検討)

- ✓ 上記検討は、アンテナ同士が正対する条件でなされており、実際の設置条件における両システムの空中線指向特性を考慮すれば、所要改善量は改善
 - ⇒ 例えば、5GHz帯無線アクセスシステムでは、最大利得を含むメインローブ方向を避ければ、空中線利得(水平面)が20～30dB程度低減、基地局も空中線の正面方向を避ければ、空中線利得(水平面)が20～30dB程度低減する
- ✓ 各システムの不要発射強度の実力値を考慮すると、所要改善量は更に改善する
- ✓ 以上を考慮すると、帯域内干渉、帯域外干渉とも所要改善量を0dB以下にすることができ、共用可能である

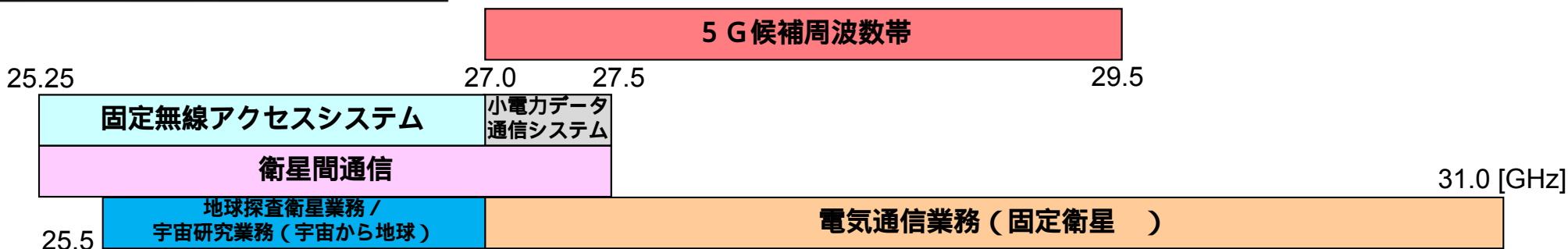
(陸上移動局と5GHz無線アクセスシステムとの干渉検討)

- ✓ 帯域内干渉について、5GHz帯無線アクセスシステムの許容干渉電力の実力値(10dB程度改善)や、不要発射の強度の実力値(10～20dB程度改善)を考慮すると、所要改善量を0dB以下とすることができる
- ✓ 以上を考慮すると、帯域内干渉、帯域外干渉とも所要改善量を0dB以下にすることができ、共用可能である

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)、27GHz帯小電力データ通信システムの技術基準が策定済み、また隣接帯域において固定無線アクセスシステムが利用、衛星間通信及び地球探査衛星業務 / 宇宙研究業務(宇宙から地球)の利用計画あり

28GHz帯の利用 / 計画状況

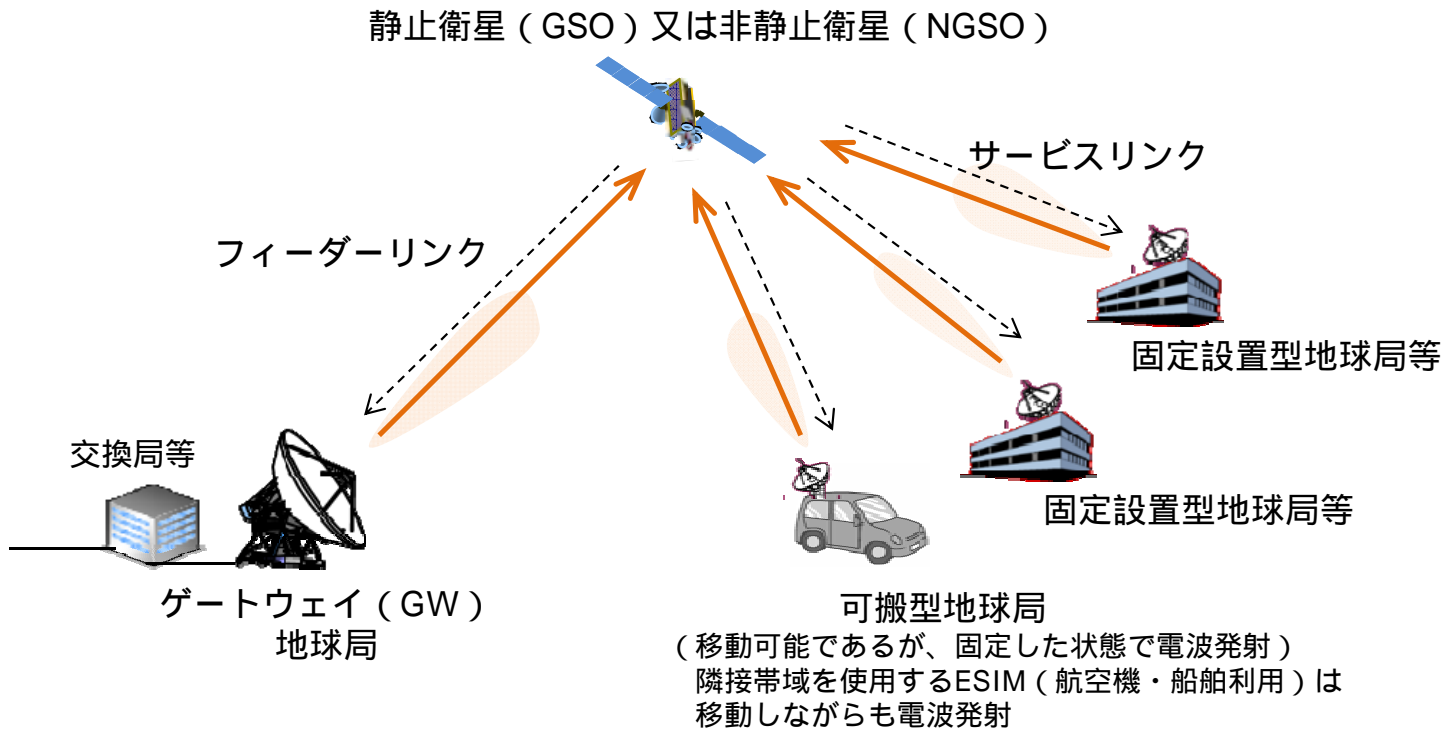


共用検討の組合せ

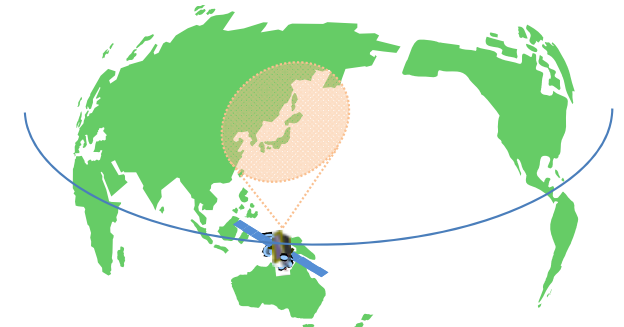
5G候補周波数	対象システム	同一 / 隣接	与干渉 → 被干渉
27.0-29.5GHz (28GHz帯)	電気通信業務 (固定衛星 ↑)	同一周波数、 隣接周波数	5G → 人工衛星局 (固定衛星アップリンク受信) 地球局 (衛星アップリンク送信) → 5G
	小電力データ通信システム	同一周波数、 隣接周波数	5G → 小電力データ通信システム 小電力データ通信システム → 5G
	固定無線アクセスシステム	隣接周波数	5G → 固定無線アクセスシステム 固定無線アクセスシステム → 5G
	衛星間通信	同一周波数、 隣接周波数	5G → 人工衛星局 (衛星間通信アップリンク受信) 地球局 (衛星アップリンク送信) → 5G
	地球探査衛星業務 / 宇宙研究業務 (宇宙から地球)	隣接周波数	5G → 地球局
	5G	隣接周波数	5G → 5G

他の無線システムの概要

Kaバンド固定衛星業務 (: 地球から宇宙)

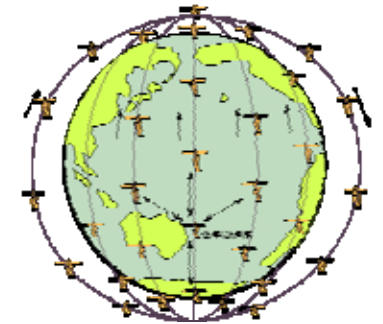


図： Kaバンド固定衛星業務 (アップリンク) の利用イメージ



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に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

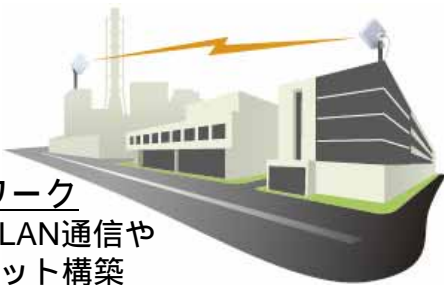
周波数帯	利用/計画状況 (概要)
27.0-31.0GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 静止衛星 (GSO) 向けのフィーダリンクのほか、サービスリンクとして各種情報伝送で利用 ● 国内免許は、ゲートウェイ地球局 2 箇所のほか、サービスリンクで利用中の固定設置型地球局、可搬型地球局等 ● 今後、静止衛星 (GSO) 向けのフィーダリンクとしての利用、また非静止衛星 (NGSO) 向けのフィーダリンクやサービスリンク等での利用計画がある

28GHz帯の利用 / 計画状況

27GHz帯小電力データ通信システム

工場内ネットワーク

有線を敷設できない場所に工場内のLAN通信や画像監視システムなどのイントラネット構築



線路や河川等の横断通信

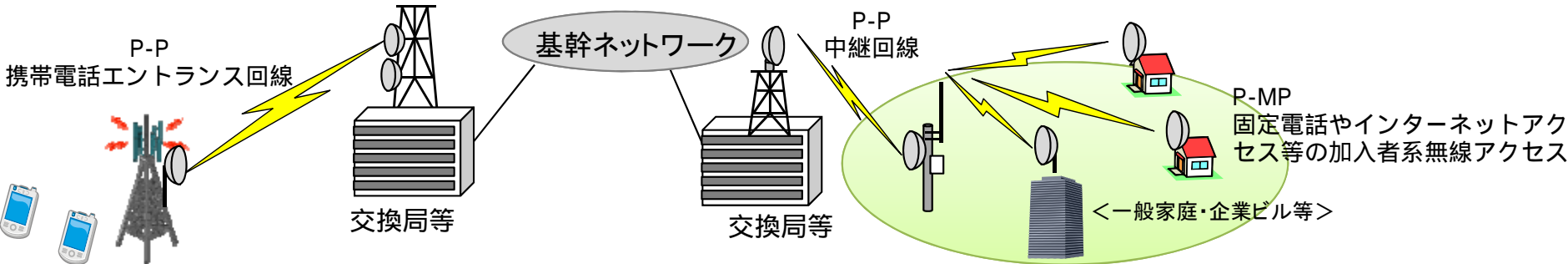
専用線が不要なため、有線と比較し工事コストの削減が可能

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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

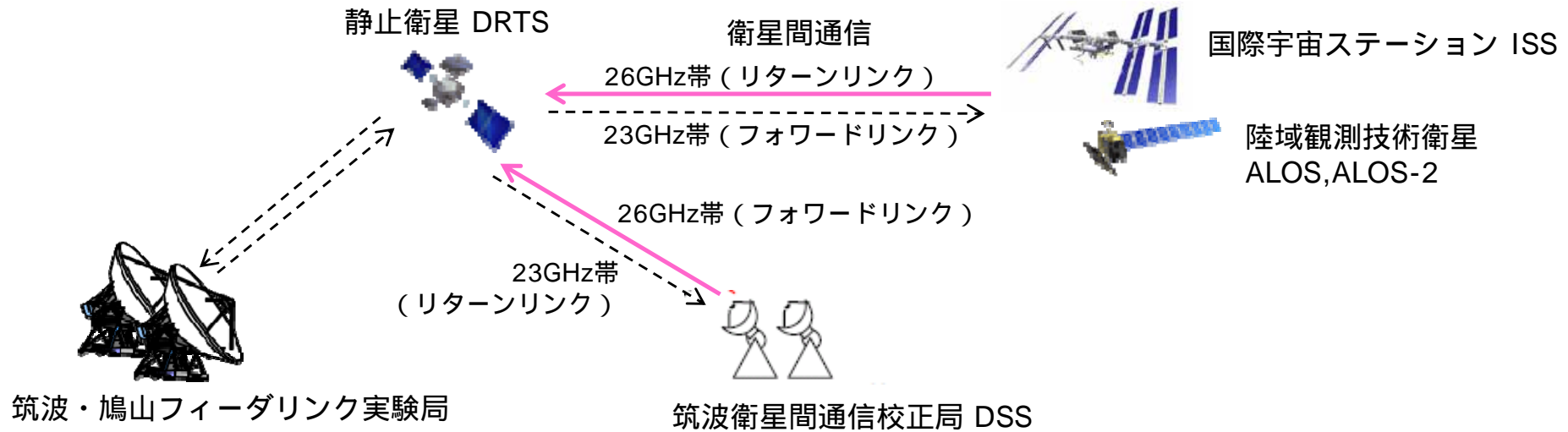
26GHz帯固定無線アクセスシステム



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

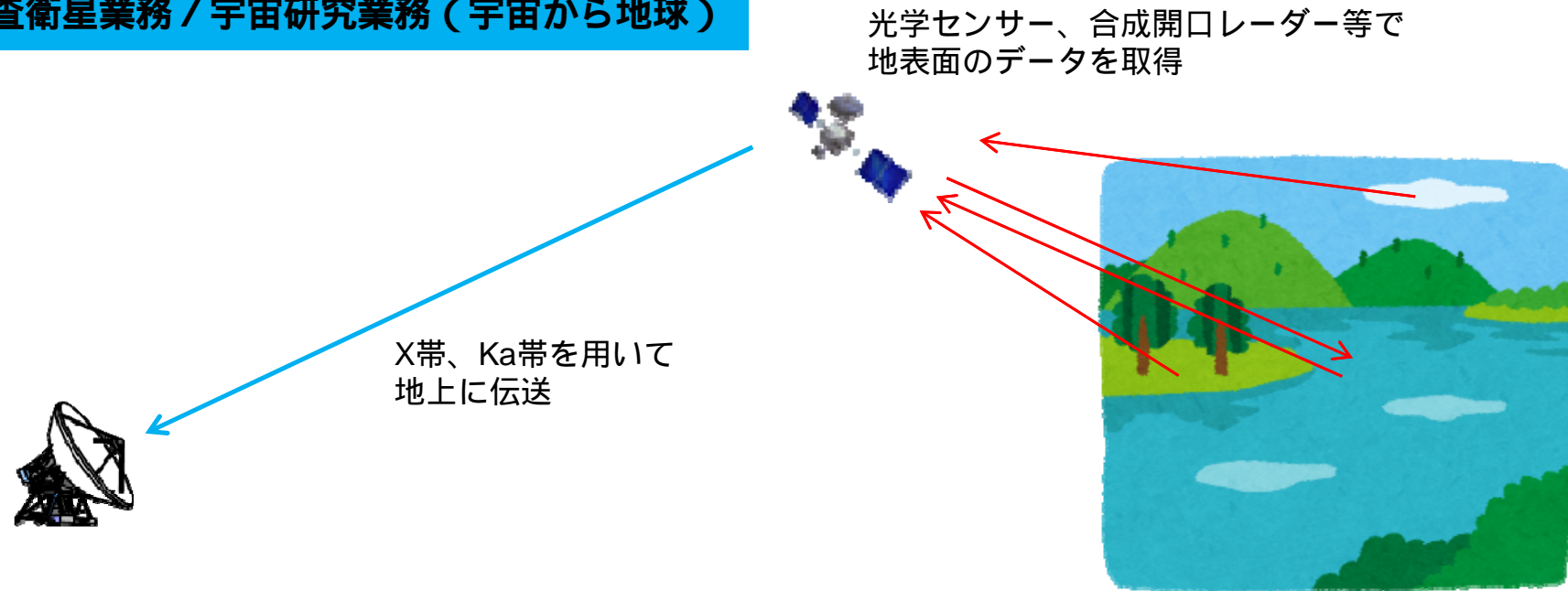
周波数帯

利用/計画状況 (概要)

25.25-27.5GHz

- 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。

地球探査衛星業務 / 宇宙研究業務 (宇宙から地球)



図：地球探査衛星の利用イメージ

周波数帯

利用/計画状況 (概要)

25. 5-27.0GHz

- 地球を周回する衛星上の能動検知器又は受動検知器を用いて取得した、地球の特性及びその自然現象に関する情報を関係通信網の地球局に配布するため、衛星が電波を発射して行う無線通信業務であり、JAXA及び民間事業者が本業務を実施する。
- 1990年代後半から現在まで、国内外の衛星がこの業務を行い、今後も各種の地球探査衛星が計画されている。X帯の周波数がしばしば使用されており、Ka帯の利用も検討されている。

下記の4つのシナリオについて検討を実施

① 5G基地局→静止衛星

- ✓ 自由空間伝搬損失のみ、自由空間伝搬損失及び勧告ITU-R P.2108に基づくクラッタ損(場所率50%)の2パターンを考慮
- ✓ 国内の昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ順次配置し、複数の基地局からの累積干渉電力が、静止衛星の許容干渉電力を満たすかどうかを比較

② 静止衛星向け地球局→5G基地局

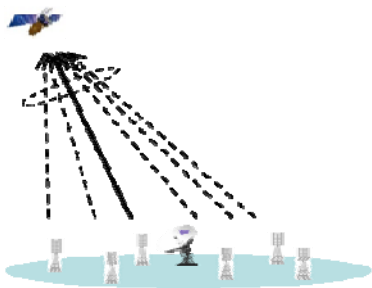
- ✓ 勧告ITU-R P.452(時間率20%)の伝搬モデルにおいて、標高に平均建物高を加算したプロファイルを利用
- ✓ 関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ配置し、各地球局からの干渉電力を基地局の許容干渉電力と比較

③ 5G基地局→非静止衛星

- ✓ 自由空間伝搬損失のみ、自由空間伝搬損失及び勧告ITU-R P.2108に基づくクラッタ損(場所率50%)の2パターンを考慮
- ✓ 国内の昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ順次配置し、複数の基地局からの累積干渉電力が、非静止衛星の許容干渉電力を満たすかどうかを比較

④ 非静止衛星向け地球局→5G基地局

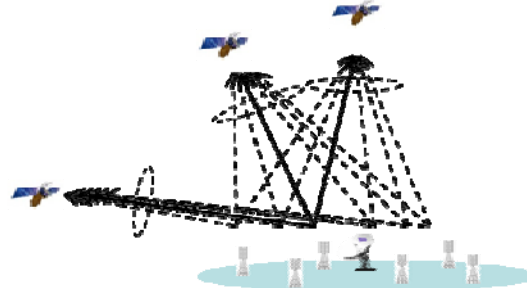
- ✓ 勧告ITU-R P.452(時間率20%)の伝搬モデルにおいて、標高に平均建物高を加算したプロファイルを利用
- ✓ 関東地方又は中国・四国・九州地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ配置し、各地球局からの干渉電力を基地局の許容干渉電力と比較



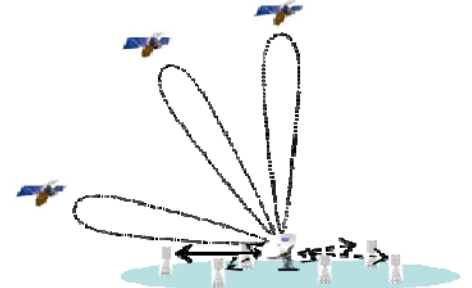
① 5G基地局→静止衛星 (GSO)



② 静止衛星向け地球局→5G基地局



③ 5G基地局→非静止衛星 (NGSO)



④ 非静止衛星向け地球局→5G基地局

<干渉検討の結果>

	設置可能基地局数 (注1、2)		
	静止衛星 1	静止衛星 2	静止衛星 3
自由空間伝搬損失のみ	50,000局以上 (約10dB)	50,000局以上 (約18dB)	50,000局以上 (約10dB)
自由空間伝搬損失+クラッタ損	50,000局以上 (約13dB)	50,000局以上 (約20dB)	50,000局以上 (約12dB)

(注1) 基地局の空中線指向特性について、平均パターンでモデル化した値を利用

(注2) () 内の数字は、約50,000局の基地局を配置した時点での静止衛星の許容干渉電力に対する残マージン

- ✓ 上記の結果から、十分な数の基地局数を設置することができ、基地局の設置状況を適切に管理していけば、静止衛星と共用可能である
- ✓ また、陸上移動局からの影響についても、基地局に比較して干渉影響が大幅に増加することはないものと考えられるため、共用可能である

<干渉検討の結果>

	地球局 1	地球局2-1、2-2	地球局3-1、3-2
概要	各種情報伝送向けに 利用中	フィーダリンク として利用中	フィーダリンク として計画中
設置形態・ 設置場所	固定設置型 及び可搬型	固定設置型 埼玉県秩父郡 千葉県南房総市	固定設置型 神奈川県横浜市 茨城県常陸大宮市
共用検討の結果	地球局と基地局の離隔 距離が60km程度の地 点でも、基地局の許容干 渉電力を超過するケー スがある	評価を行った関東地方の 昼間人口上位の約 14,000メッシュからは離 れた場所に地球局が設置 されており、全ての地点で 基地局の許容干渉電力 を満たす結果となった。 地球局の近傍での評価を 行った結果からは、地球 局の近傍（6km程度以 内の数地点）の条件を 除いて、基地局の許容干 渉電力を満たす結果と なった。	評価を行った関東地方の 昼間人口上位の約 14,000メッシュについては、 全ての地点で基地局の許 容干渉電力を満たす結 果となった。 地球局3-2の近傍での評 価を行った結果からは、地 球局の近傍（6km程度 以内の数地点）の条件 を除いて、基地局の許容 干渉電力を満たす結果と なった。

- ✓ 各種情報伝送向けに利用中の地球局1とは、同一周波数での共存には課題があるため、5Gシステムを隣接周波数で利用することや、屋内で利用する等の方策を検討する必要がある
- ✓ フィーダリンクで利用中／計画中の地球局については、地球局の近傍で必要な干渉調整を実施すれば、同一周波数の条件を含めて共用可能である

<干渉検討の結果>

	非静止衛星 1		非静止衛星 2	
	仰角	設置可能基地局数 (注1、2)	仰角	設置可能局数 (注1、2)
自由空間伝搬損失のみ	5度	約6,000局	15度	約8,100局
	30度	50,000局以上 (約6 dB)	30度	約32,000局
	60度	50,000局以上 (約16dB)	60度	50,000局以上 (約5 dB)
自由空間伝搬損失 +クラッタ損	5度	50,000局以上 (約17dB)	15度	50,000局以上 (約5 dB)
	30度	50,000局以上 (約11dB)	30度	50,000局以上 (約4 dB)
	60度	50,000局以上 (約12dB)	60度	50,000局以上 (約6 dB)

(注1) 基地局の空中線指向特性について、平均パターンでモデル化した値を利用

(注2) () 内の数字は、約50,000局の基地局を配置した時点での非静止衛星の許容干渉電力に対する残マージン

- ✓ 自由空間伝搬損失のみでは、低仰角の条件において基地局の設置可能局数に制限がかかるが、低仰角の条件では、一般にクラッタ損を期待することができる。その場合には、十分な数の基地局数を設置可能であり、基地局の設置状況を適切に管理していけば、共用可能である
- ✓ 陸上移動局からの影響についても、基地局に比較して干渉影響が大幅に増加することはないものと考えられるため、共用可能である

<干渉検討の結果>

	地球局1-1、1-2	地球局2
概要	フィーダリンクとして計画中	各種情報伝送向けに計画中
設置場所	茨城県、山口県 ※計画中の候補地	一例として東京都を想定
共用検討の結果	地球局の近傍での評価を行った結果からは、地球局の近傍（6 km程度以内の数地点）の条件を除いて、基地局の許容干渉電力を満たす結果となった。	地球局2の設置場所から数kmの範囲で、基地局の許容干渉電力を超過するケースがある

- ✓ フィーダリンクで計画中の地球局については、地球局の近傍で必要な干渉調整を実施すれば、同一周波数の条件を含めて共用可能である
- ✓ 各種情報伝送向けでの利用が予定されている非静止衛星地球局については、小型地球局 (Very Small Aperture Terminal) が5Gシステムの展開エリア内に潜在的に設置される可能性がある。したがって、同一周波数での共用には課題があり、個別の干渉調整の実現性の検討や、お互いに隣接周波数を利用して共用する、同一周波数で共用する場合には5Gシステムを屋内限定で利用する、等の方策を検討する必要がある。

(干渉検討の対象)

- ✓ 衛星間通信システムの静止衛星人工衛星局(データ中継技術衛星)及び地球局(衛星間通信校正局)との干渉検討を実施
- ✓ なお、検討を行ったデータ中継技術衛星の運用は2017年8月に終了しているが、同様な用途での利用を想定して検討を実施

(干渉検討の手法)

① 基地局から静止衛星への干渉影響の検討

- ✓ 自由空間伝搬損失のみ、自由空間伝搬損失及び勧告ITU-R P.2108に基づくクラッタ損(場所率50%)の2パターンを考慮
- ✓ 国内の昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ順次配置し、複数の基地局からの累積干渉電力が、静止衛星の許容干渉電力を満たすかどうかを比較

② 衛星間通信校正局から基地局への干渉影響の検討

- ✓ 勧告ITU-R P.452(時間率20%)の伝搬モデルにおいて、標高に平均建物高を加算したプロファイルを利用
- ✓ 関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ配置し、衛星間通信校正局からの干渉電力を基地局の許容干渉電力と比較

<干渉検討の結果>

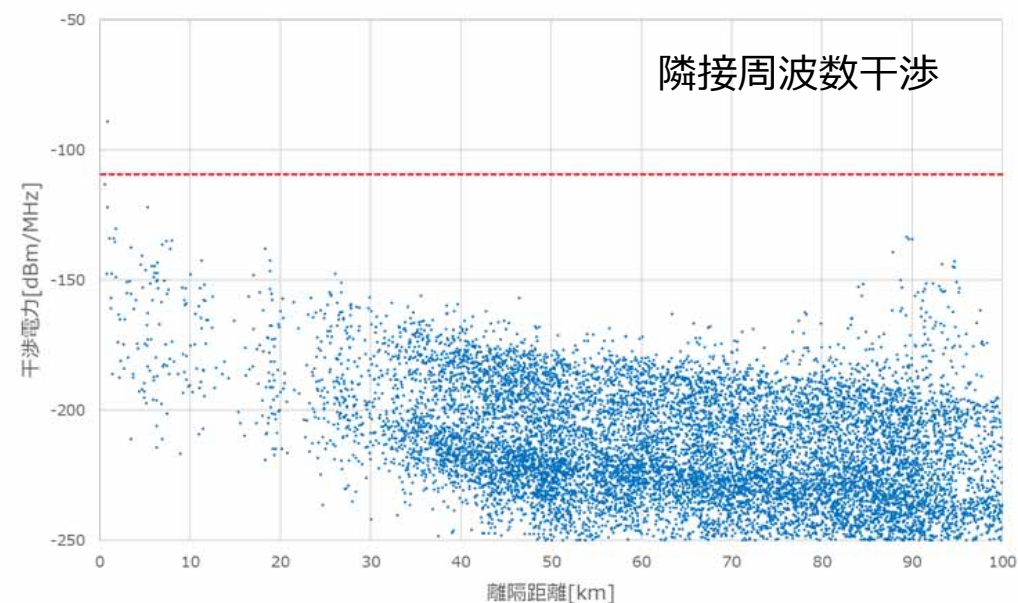
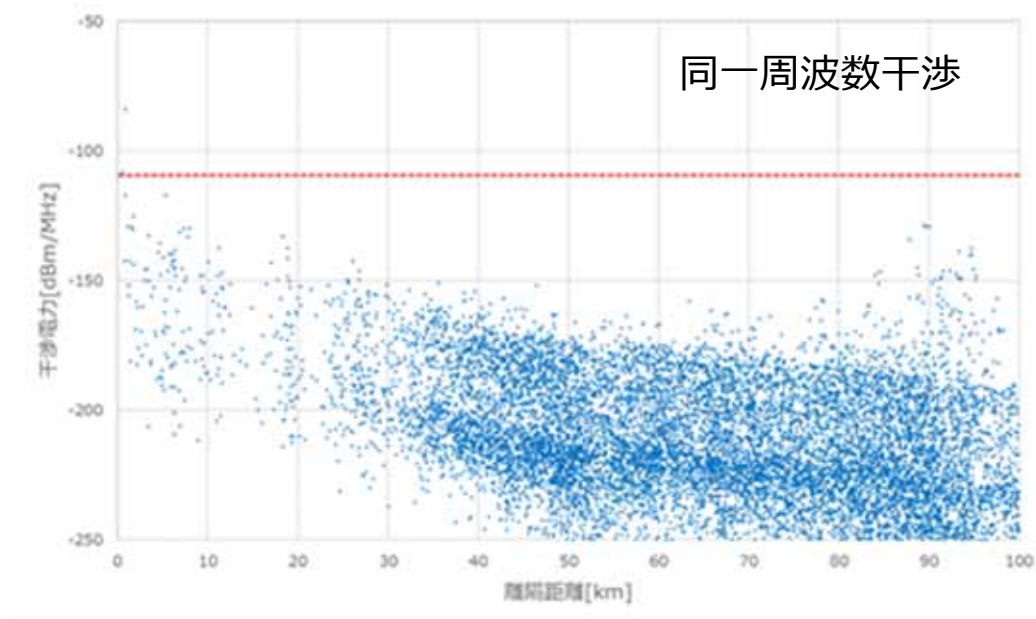
	設置可能基地局数 (注1、2)	
	同一周波数干渉	隣接周波数干渉
自由空間伝搬損失のみ	50,000局以上 (約5dB)	50,000局以上 (約20dB)
自由空間伝搬損失 +クラッタ損	50,000局以上 (約11dB)	50,000局以上 (約26dB)

(注1) 基地局の空中線指向特性について、平均パターンでモデル化した値を利用

(注2) () 内の数字は、約50,000局の基地局を配置した時点での静止衛星の許容干渉電力に対する残マージン

- ✓ 上記の結果より、十分な数の基地局数を設置することができ、基地局の設置状況を適切に管理していけば、データ中継技術衛星と共用可能
- ✓ 陸上移動局からの影響についても、基地局に比較して干渉影響が大幅に増加することはないものと考えられるため、共用可能

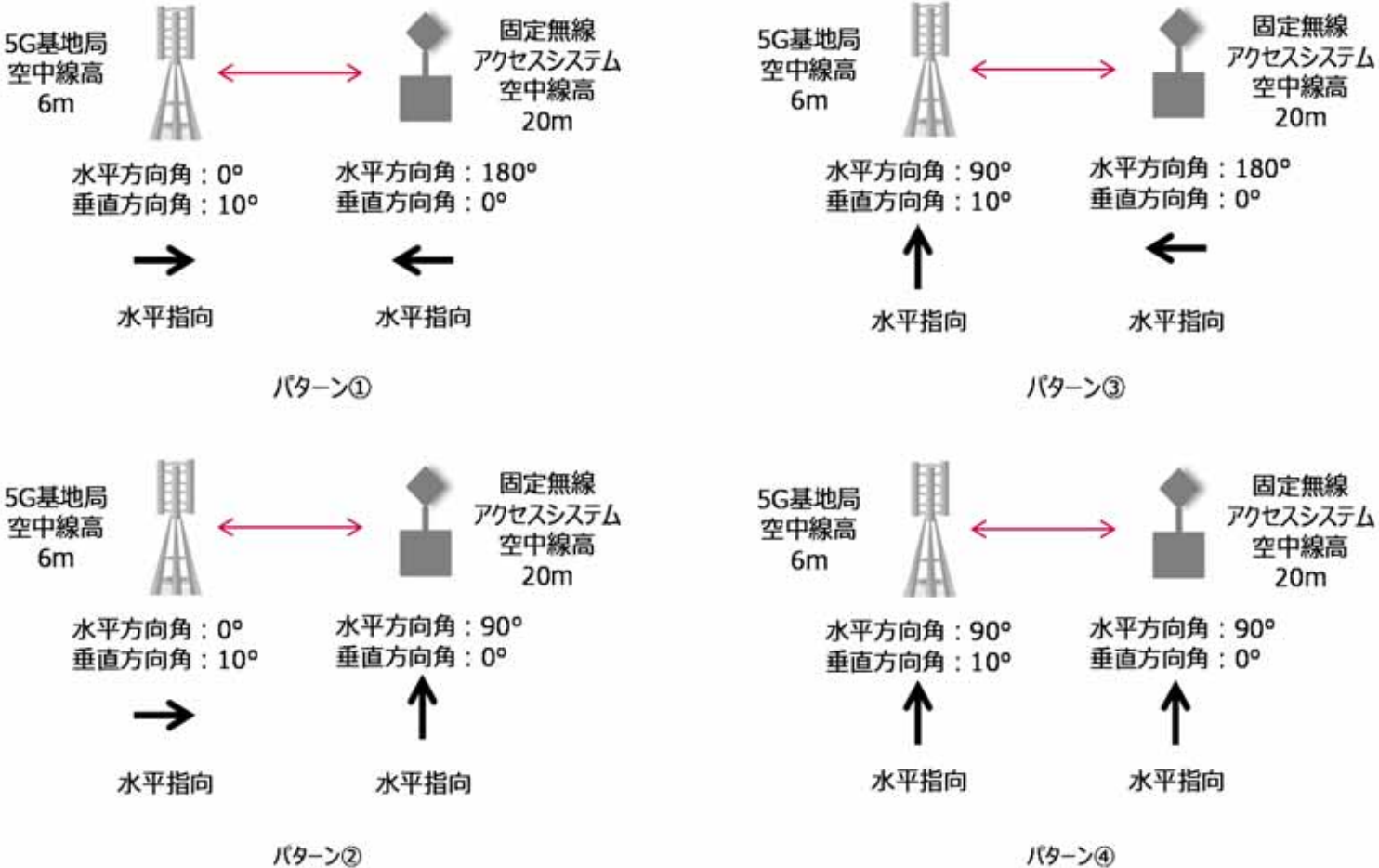
＜干渉検討の結果＞



- ✓ 同一周波数干渉及び隣接周波数干渉の条件とも、衛星間通信校正局の数km程度以内の離隔距離で、基地局の許容干渉電力を超過する可能性がある。したがって、衛星間通信校正局の近傍において干渉が大きくなる地点には基地局を設置しない等の必要な対策を取れば、共用可能である
- ✓ 基地局が設置されていなければ陸上移動局が衛星間通信校正局の近傍で通信を行うこともないことから、陸上移動局との共用可能である

固定無線アクセスシステムとの干渉検討

- ✓ 基地局との検討は1対1対向モデルを用いて実施
 - 与干渉局と被干渉局の間の離隔距離を考慮し、許容干渉レベルに対する所要改善量を算出
 - 空中線高、離隔距離に応じた空中線指向特性を考慮
- ✓ 基地局のビームフォーミングアンテナ特性として、平均パターンと最大パターンを用いる
- ✓ 陸上移動局との検討はモンテカルロシミュレーションを用いて実施



固定無線アクセスシステムとの干渉検討結果

< 基地局と固定無線アクセスシステムとの干渉検討の結果：隣接周波数干渉 >

与干渉局	被干渉局	所要改善量 (注1)			
		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④
基地局	固定無線アクセスシステム	36.1dB	-12.9dB	3.3dB	-45.7dB
固定無線アクセスシステム	基地局	26.3dB	-6.4dB	-22.7dB	-55.5dB

(注1) 基地局のビームフォーミングアンテナ特性について、平均パターンで計算される値を利用

- ✓ お互いの無線局が正対する条件(パターン①)を除いて、所要改善量は大幅に改善する
- ✓ 基地局、固定無線アクセスシステムの無線局の双方とも免許局であることを考慮すれば、サイトエンジニアリングにより後発の無線局の空中線指向方向を調整する対策や、各無線局の不要発射の強度・空中線指向特性の実力値を考慮した干渉調整を行えば、基地局と固定アクセスシステムの無線局は共用可能である

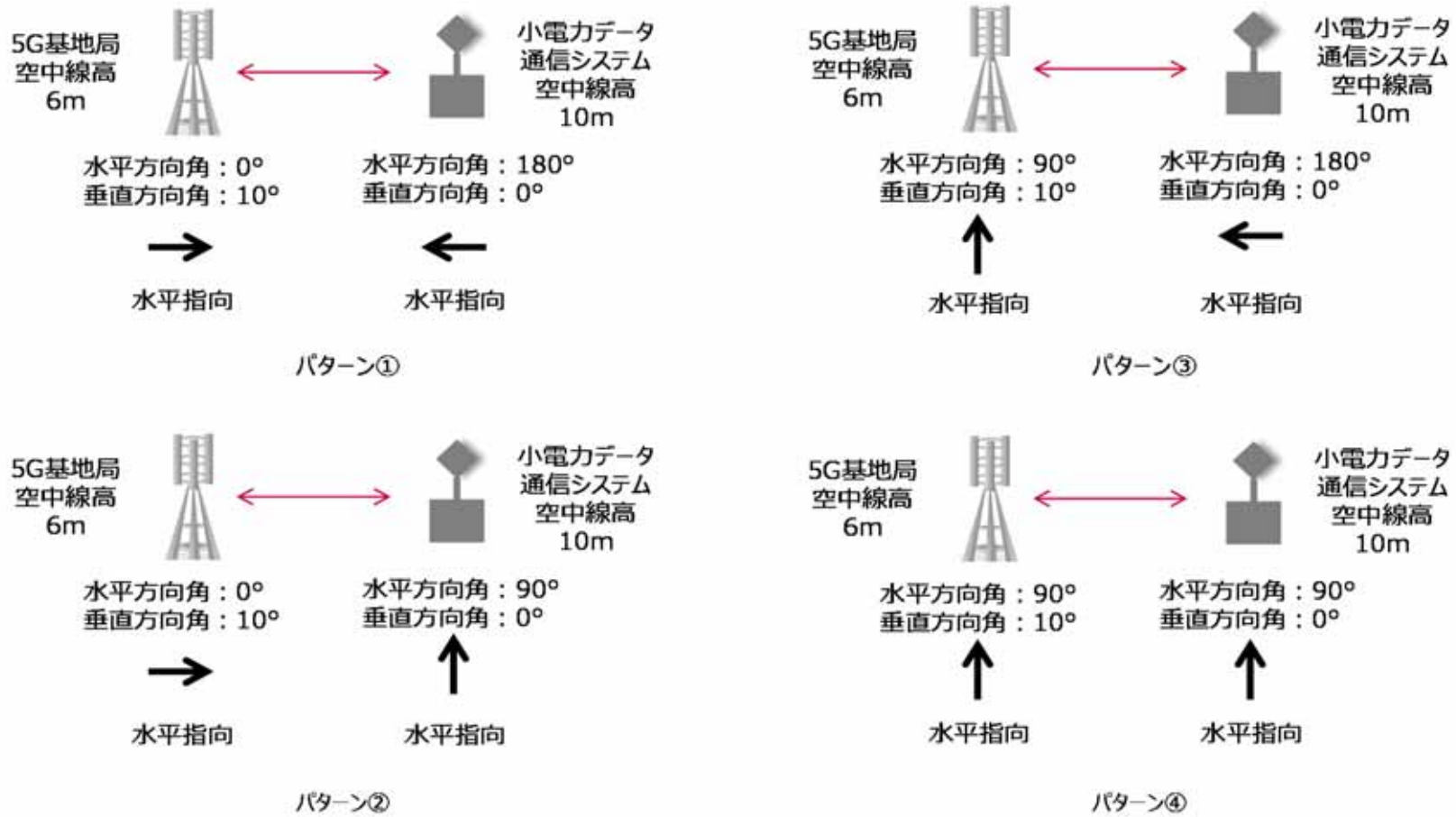
< 陸上移動局と固定無線アクセスシステムとの干渉検討の結果：隣接周波数干渉 >

与干渉局	被干渉局	所要改善量 (帯域内干渉)
陸上移動局	固定無線アクセスシステム	2.9dB
固定無線アクセスシステム	陸上移動局	-14.7dB

- ✓ 陸上移動局が与干渉局となる場合には所要改善量として2.9dBが残るが、陸上移動局の不要発射の強度の実力値等を加味すれば、共用可能である

小電力データ通信システムとの干渉検討

- ✓ 基地局との検討は1対1対向モデルを用いて実施
 - 与干渉局と被干渉局の間の離隔距離を考慮し、許容干渉レベルに対する所要改善量を算出
 - 空中線高、離隔距離に応じた空中線指向特性を考慮
- ✓ 基地局のビームフォーミングアンテナ特性として、平均パターンと最大パターンを用いる
- ✓ 陸上移動局との検討はモンテカルロシミュレーションを用いて実施



<基地局と小電力データ通信システムとの干渉検討の結果:隣接周波数干渉>

与干渉局	被干渉局	所要改善量(注1)			
		パターン①	パターン②	パターン③	パターン④
基地局	小電力データ通信システム	41.6dB	7.6dB	8.8dB	-25.2dB
小電力データ通信システム	基地局	14.8dB	-18.0dB	-19.2dB	-52.0dB

(注1) 基地局のビームフォーミングアンテナ特性について、平均パターンで計算される値を利用

- ✓ お互いの無線局が正対する条件(パターン①)を除いて、所要改善量は10dB以下となる
- ✓ 10dB以下の所要改善量であれば、基地局の不要発射の強度や空中線指向特性の実力値、小電力無線アクセスシステムの許容干渉電力の実力値等を加味すれば、所要改善量が0dB以下となるケースも増えると考えられ、基地局と小電力データ通信システムの無線局は共用可能と考えられる

<陸上移動局と小電力データ通信システムとの干渉検討の結果:隣接周波数干渉>

与干渉局	被干渉局	所要改善量(帯域内干渉)
陸上移動局	小電力データ通信システム	-2.3dB
小電力データ通信システム	陸上移動局	-38.0dB

- ✓ 所要改善量が0dB以下であり、陸上移動局と小電力データ通信システムの無線局は共用可能である

<基地局と小電力データ通信システムとの干渉検討の結果:同一周波数干渉>

与干渉局	被干渉局	所要改善量 (注1、2)			
		離隔距離 5km	同10km	同50km	同100km
基地局	小電力データ通信システム	27.5dB	21.5dB	7.5dB	1.5dB
小電力データ通信システム	基地局	-3.7dB	-9.7dB	-23.7dB	-29.7dB

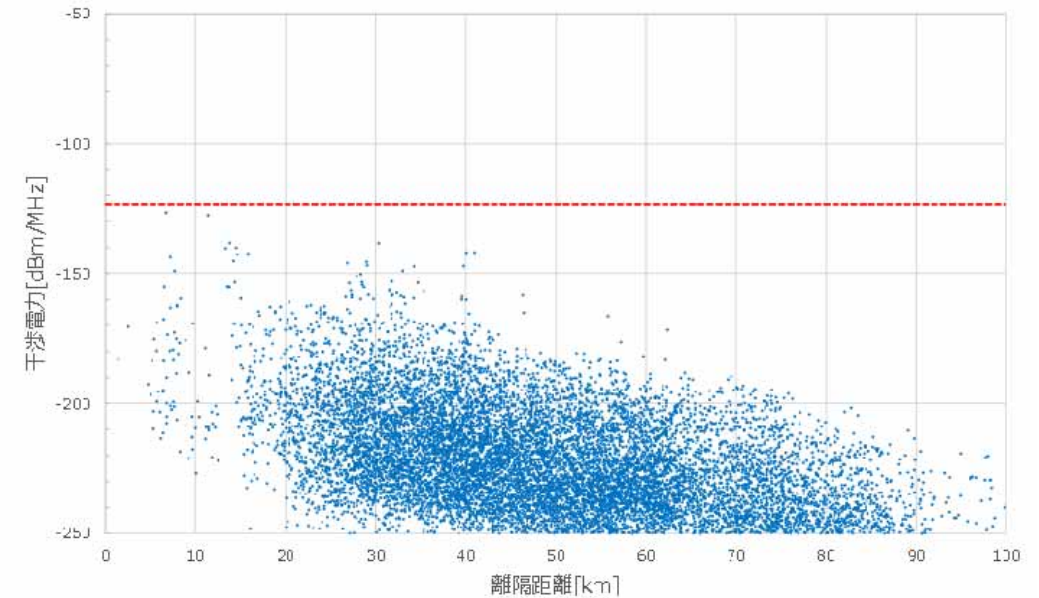
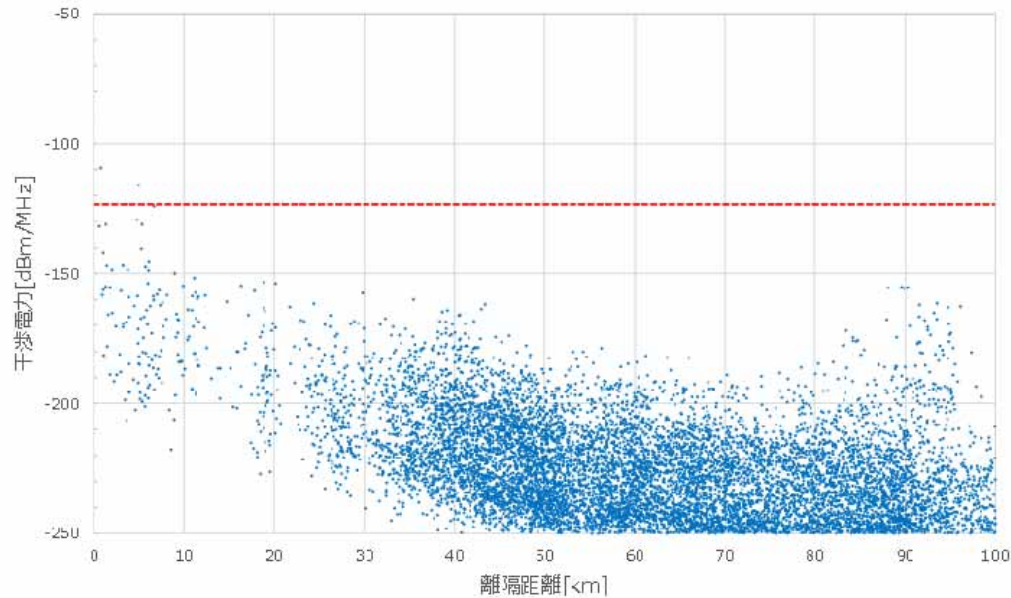
(注1) お互いの無線局の空中線の水平指向(方位角)が正対する条件(パターン①)を考慮
 (注2) 基地局のビームフォーミングアンテナ特性について、平均パターンで計算される値を利用

- ✓ 同一周波数干渉では、基地局からの干渉影響により、離隔距離が5kmの条件でも所要改善量が数10dB程度残る結果となり、同一周波数での共用には課題がある
- ✓ 一方で、小電力データ通信システムについては、免許不要局としての技術基準に基づき、25GHz帯(24.75-25.25GHz)向けには製品化が行われているが、現時点で、27GHz帯(27.0-27.5GHz)向けには製品化が行われていない。本状況を踏まえ、27.0-27.5GHzの周波数については、小電力データ通信システムによる利用を回避し、5Gシステムでの利用を優先させるとの方策を取ることが出来れば、同一周波数における両システムの共用が必要なくなる

(基地局から地球探査衛星 / 宇宙研究業務(宇宙→地球)の地球局への干渉影響の検討)

- ✓ 勧告ITU-R P.452(時間率20%)の伝搬モデルにおいて、標高に平均建物高を加算したプロファイルを利用
- ✓ 関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ配置し、基地局から地球局への干渉電力の影響を評価

茨城県つくば市の地球局への干渉影響(長時間干渉、同一周波数干渉) 埼玉県比企郡鳩山町の地球局への干渉影響(長時間干渉、同一周波数干渉)

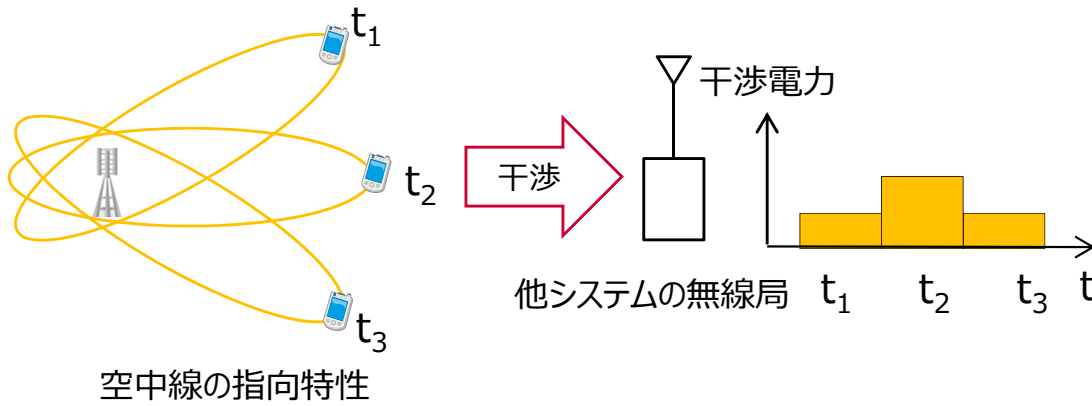


- ✓ 地球局の近傍において干渉が大きくなる地点には基地局を設置しない等の必要な対策を取れば、十分な数の基地局を設置可能である。
- ✓ 地球局の近傍において必要な干渉調整を実施すれば、基地局及び陸上移動局と共用可能である。

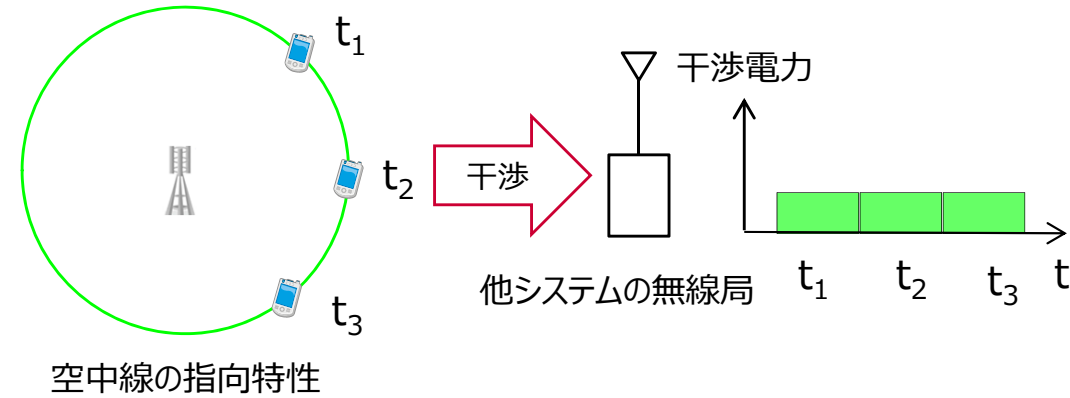
- ✓ 28GHz帯へ5Gシステムを導入する場合、当該周波数帯の中で複数の5Gシステムが運用される可能性があるため、隣接周波数における両システムの共存を考慮する必要がある
- ✓ 5Gシステムを隣接周波数で運用する際に、ネットワーク同期を実現すればガードバンド0MHzにより共用可能である
- ✓ 一方、複数の5Gシステムが異なる下り／上りリンクの時間比率を用いる場合には、両システムが非同期運用となり、陸上移動局間の干渉や基地局間の干渉が発生する
- ✓ これらの干渉影響を回避／軽減するためには、隣接する周波数を用いる5Gシステムの境界部分に、ガードバンドを設けることが必要になる。
- ✓ 非同期運用における具体的かつ現実的なガードバンド幅を算出するためには、基地局や陸上移動局の不要発射の強度に関する実力値等の情報が必要になる

- ✓ 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、

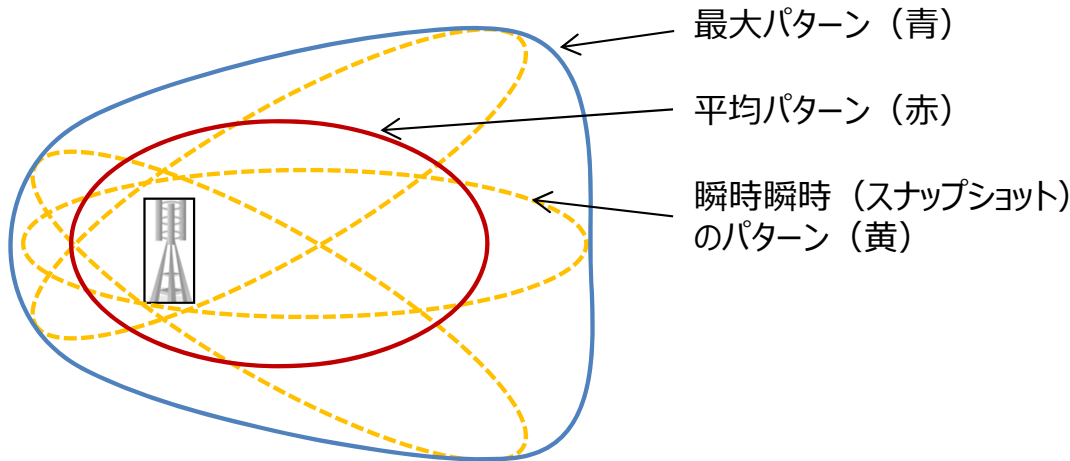
ビームフォーミングアンテナを用いる基地局



(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

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

平均パターン

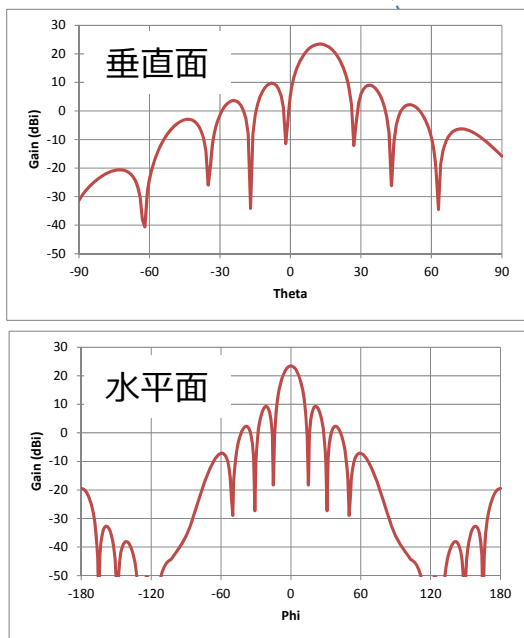
移動局をセル内に配置し、メインビームを移動局に指向させる空中線特性を生成

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

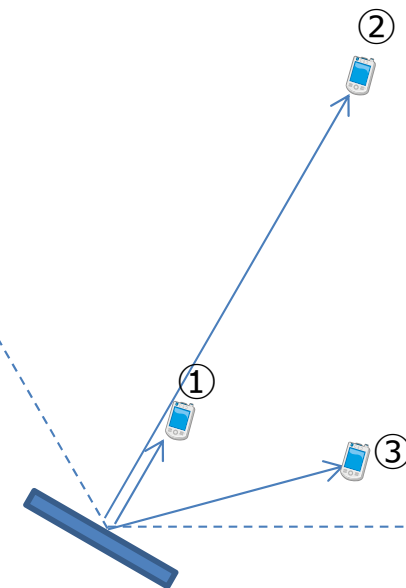
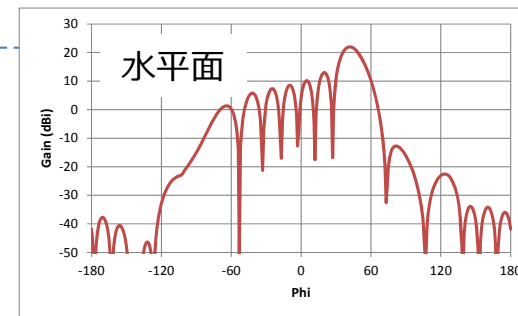
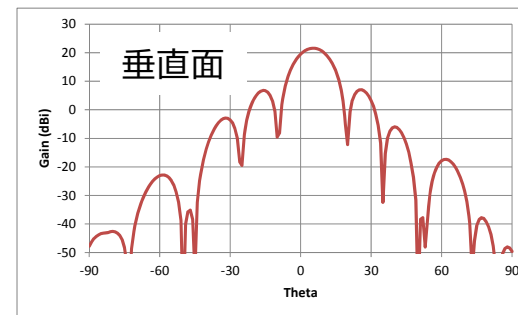
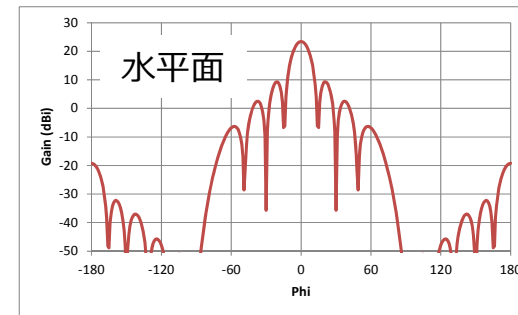
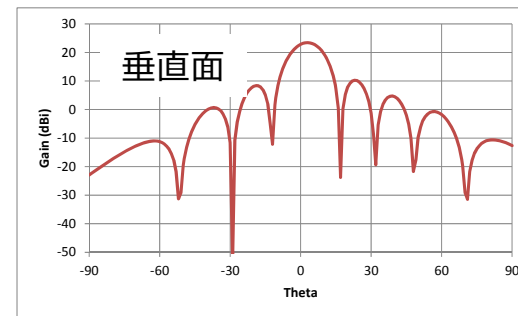
(参考) 移動局の位置に応じた基地局の空中線指向特性

- 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



基地局
空中線高6m
機械チルト10度

移動局の位置③

*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

3.7GHz帯、4.5GHz帯の5G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
隣接チャネル漏えい電力	下記または-16dBm/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)

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8×8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
機械チルト	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 8×8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、…、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-4dBm/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)

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=-6dB、NF=5dB)	I/Nは Rep. ITU-R M.2292	-119dBm/MHz (I/N=-10dB、NF=5dB)
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5dBi、素子数8×8を想定)	(注1)	17dBi
給電線損失等	3dB	(注1)	5dB
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)

3.7GHz帯、4.5GHz帯の5Gパラメータ

3.7/4.5GHz帯5G陸上移動局（送信）

	5G陸上移動局	備考
空中線電力	23dBm	LTE-Aと同じ
空中線利得	0 dBi	LTE-Aと同じ
給電線損失等	0 dB	LTE-Aと同じ
空中線指向特性（水平）	無指向性	LTE-Aと同じ
空中線指向特性（垂直）	無指向性	LTE-Aと同じ
送信空中線高	1.5m	LTE-Aと同じ
送信帯域幅	100、200MHz（3.7GHz帯） 100、200MHz（4.5GHz帯）	
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
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
その他損失	8 dB（人体吸収損）	

(参考) LTE-Advanced陸上移動局
23dBm
0 dBi
0 dB
無指向性
無指向性
1.5m
40、80、120、160MHz
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）
-36dBm/ 1 kHz（9 KHz-150KHz） -36dBm/10kHz（150KHz-30MHz） -36dBm/100kHz（30MHz- 1 GHz） -30dBm/MHz（1 GHz-18GHz）
8 dB（人体吸収損）

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 (チャンネル帯域幅と同一幅の隣接干渉波)	3GPP準拠	-56dBm (チャンネル帯域幅/2 + 7.5MHz離調) -44dBm (チャンネル帯域幅/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)

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 8×8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)
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)
空中線利得	23dBi (素子あたり利得5dB、素子数8×8を想定)		(注1)
給電線損失等	3dB		(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	
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）

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)
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）

電波防護指針の適用

- 6GHz以下の周波数帯を利用する5Gを搭載した移動局は、スマートフォン等に搭載され、人体近傍での利用が想定されることから、原則として設備規則第14条の2で規定している人体における比吸収率(SAR)の許容値の規定を適用する。
- 6GHzを超える周波数帯を利用する5Gを搭載した移動局については、情報通信審議会情報通信技術分科会電波利用環境委員会において審議中。

(参考) 現行規定

● 対象設備:

平均電力が20mWを超える携帯無線通信を行う陸上移動局^(注1)であって、総務大臣が別に告示する無線設備以外※のもの

SARの許容値が適用除外となる無線設備(総務省告示で規定)

- ・人体SAR:対象設備であって、送信空中線と人体(頭部及び両手を除く。)との距離が20cmを超える状態で使用するもの
- ・側頭部SAR:対象設備^(注1)のうち、携帯して使用するために開設する無線局のものであって、人体頭部に近接した状態において電波を送信するもの以外のもの

● SARの許容値:

人体における比吸収率^(注2)を2W/kg(四肢にあつては、4W/kg)以下

(設備規則第14条の2第1項)

人体頭部における比吸収率を2W/kg以下

(設備規則第14条の2第2項)

(注1) 人体頭部の比吸収率(側頭部SAR)については、伝送情報が電話のもの及び電話とその他の情報の組合せのものに限る。

(注2) SAR:任意の生体組織10グラムが任意の6分間に吸収したエネルギーを10グラムで除し、更に6分で除して得た値。

1 . 検討の背景

2 . 5 G 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 . 5 G NR (New Radio)

5 . 5 G の導入

6 . 5 G の技術的条件

5G NRの技術的条件

		5G NR	
周波数帯		3.7GHz帯、4.5GHz帯	28GHz帯
通信方式		TDD	TDD
多重化方式／ 多元接続方式	基地局	OFDM及びTDM	OFDM及びTDM
	移動局	OFDMA又はSC-FDMA	OFDMA又はSC-FDMA
変調方式	基地局	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
	移動局	$\pi/2$ -BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM	$\pi/2$ -BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
占有周波数帯幅の 許容値	基地局	10MHz/15MHz/20MHz/30MHz/40MHz/50MHz/60MHz/70MHz/80MHz/90MHz/100MHz	50MHz/100MHz/200MHz/400MHz
	移動局	10MHz/15MHz/20MHz/40MHz/50MHz/60MHz/80MHz/90MHz/100MHz	50MHz/100MHz/200MHz/400MHz
不要発射強度の値	基地局	占有周波数帯幅毎に隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアスを規定	占有周波数帯幅毎に隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアスを規定
	移動局	占有周波数帯幅毎に隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアスを規定	占有周波数帯幅毎に隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク、スプリアスを規定
最大空中線電力 及び空中線電力 の許容偏差	基地局	定格空中線電力の±3.5dB以内	定格空中線電力の±4.5dB以内
	移動局	定格空中線電力の最大値は23dBm以下 定格空中線電力の+4.3dB/-8.0dB	定格空中線電力の最大値は23dBm以下 定格空中線電力に6.4dBを加えた値以下
周波数の許容偏差	基地局	±(0.05ppm+12Hz) 以内 (38dBmを超え空中線端子有、47dBmを超え空中線端子無又は38dBm+10log(N) 超え空中線端子有のアクティブアンテナ基地局) ±(0.1ppm +12Hz) 以内 (38dBm以下空中線端子有、47dBm以下空中線端子無又は38dBm+10log(N) 以下空中線端子有のアクティブアンテナ基地局) 但し、Nは1つの搬送波を構成する無線設備の数又は8のいずれか小さい方の値	±(0.1ppm+12Hz) 以内
	移動局	±(0.1ppm+36Hz) 以内	±(0.1ppm+300Hz) 以内

基地局

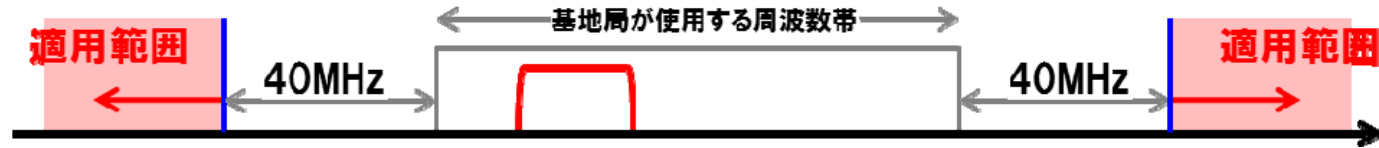


表 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値(基地局)基本

周波数範囲	許容値		参照帯域幅
	空中線端子あり	空中線端子なし	
9kHz以上150kHz未満	-13dBm	-	1kHz
150kHz以上30MHz未満	-13dBm	-	10kHz
30MHz以上1000MHz未満	-13dBm	-4dBm	100kHz
1000MHz以上12.75GHz未満	-13dBm	-4dBm	1MHz
12.75GHz以上上端の周波数の5倍未満	-13dBm	-4dBm	1MHz

表 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値(基地局)PHS帯域

周波数範囲	許容値		参照帯域幅
	空中線端子あり	空中線端子なし	
1884.5MHz以上1915.7MHz以下	-41dBm	-32dBm	300kHz

陸上移動局

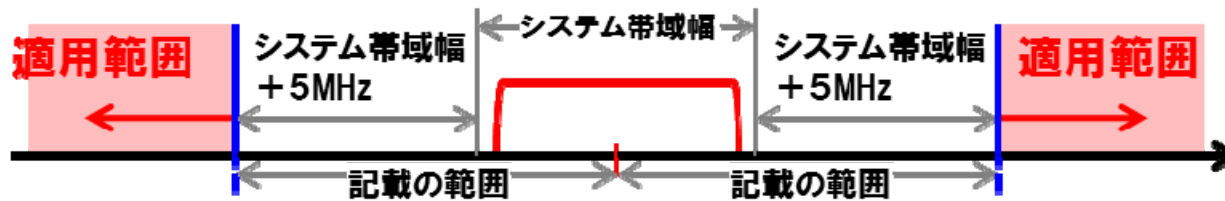


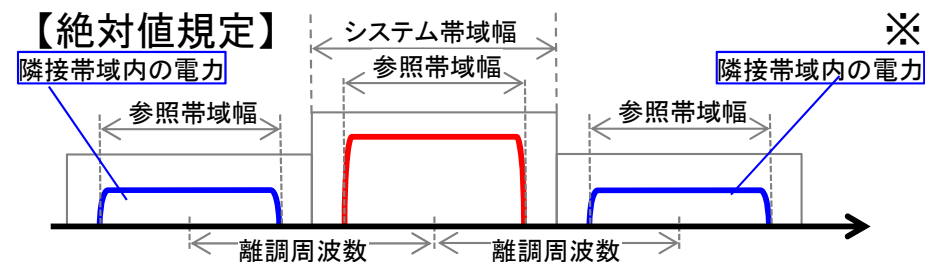
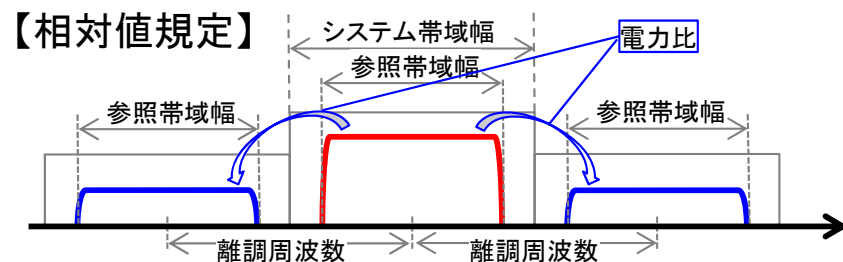
表 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値(移動局)基本

周波数範囲	許容値	参照帯域幅
9kHz以上150kHz未満	-36dBm	1kHz
150kHz以上30MHz未満	-36dBm	10kHz
30MHz以上1000MHz未満	-36dBm	100kHz
1000MHz以上12.75GHz未満	-30dBm	1MHz
12.75GHz以上上端の周波数の5倍未満	-30dBm	1MHz

表 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値(移動局)個別周波数帯

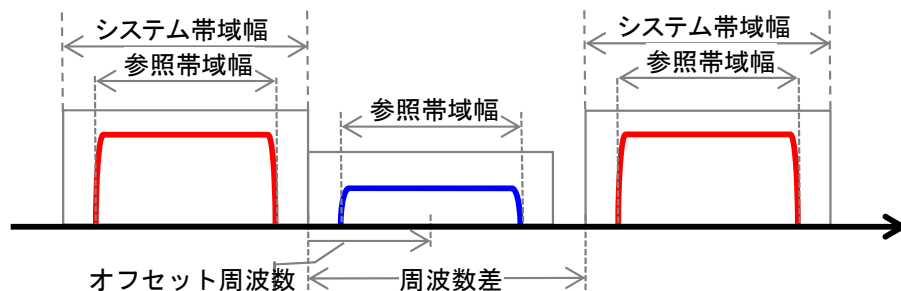
周波数範囲	許容値	参照帯域幅
700MHz帯受信帯域 773MHz以上803MHz以下	-50dBm	1MHz
800MHz帯受信帯域 860MHz以上890MHz以下	-50dBm	1MHz
900MHz帯受信帯域 945MHz以上960MHz以下	-50dBm	1MHz
1.5GHz帯受信帯域 1475.9MHz以上1510.9MHz以下	-50dBm	1MHz
1.7GHz帯受信帯域 1805MHz以上1880MHz以下	-50dBm	1MHz
PHS帯域 1884.5MHz以上1915.7MHz以下	-41dBm	300kHz
2GHz帯TDD方式送受信帯域 2010MHz以上2025MHz以下	-50dBm	1MHz
2GHz帯受信帯域 2110MHz以上2170MHz以下	-50dBm	1MHz
28GHz帯受信帯域 27000MHz以上29500MHz以下	-5dBm	100MHz

- ✓ システム帯域幅と離調周波数毎に隣接チャネル漏洩電力を規定(相対値及び絶対値)
- ✓ 基地局の同一周波数帯域内の連続しないキャリアアグリゲーションにおける各搬送波の間の規定については、各搬送波の帯域幅と周波数差毎に規定
- ✓ 陸上移動局の同一周波数帯域内の連続するキャリアアグリゲーションの規定については、キャリアアグリゲーション後の帯域幅によって規定されている
- ✓ それ以外のキャリアアグリゲーションについては、1波毎の規定を適用する

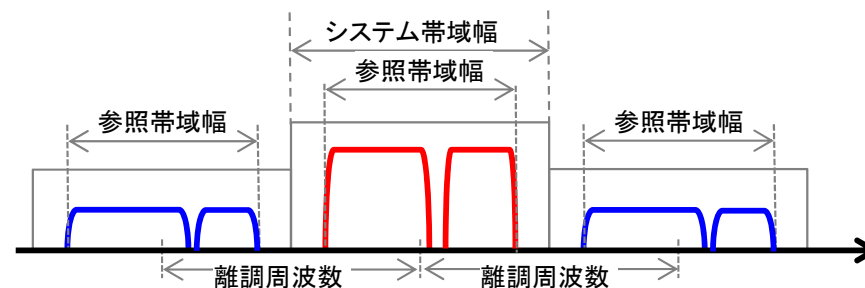


※ 絶対値規定における隣接帯域内の電力は、基地局は(dBm/MHz)、移動局は(dBm/参照帯域幅)で規定

<基地局:同一周波数帯内、非連続CAの場合>



<陸上移動局:同一周波数帯内、連続CAの場合>



(基地局)

- ✓ 規定の適用範囲は基地局が使用する周波数帯の端から40MHzまで
- ✓ 同一周波数帯内の連続しないCAの場合、各搬送波の端から10MHz以下の範囲では、両搬送波の許容値の総和、各搬送波の端から10MHz超の範囲では、各搬送波の許容値が許容値となる

(移動局)

- ✓ 規定の適用範囲はシステム帯域幅の端からシステム帯域幅 + 5MHzまで
- ✓ 同一周波数帯内の連続しないCAの場合、両搬送波の許容値の高い方が許容値となる

基地局

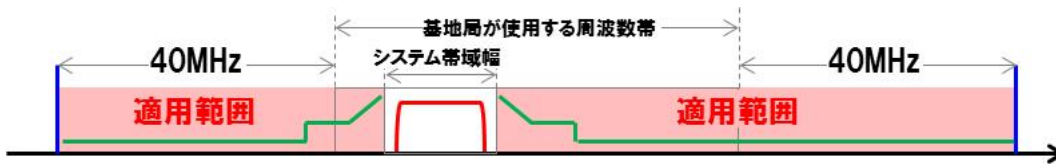


図: 基地局のスペクトラムマスクの規定の適用範囲

陸上移動局

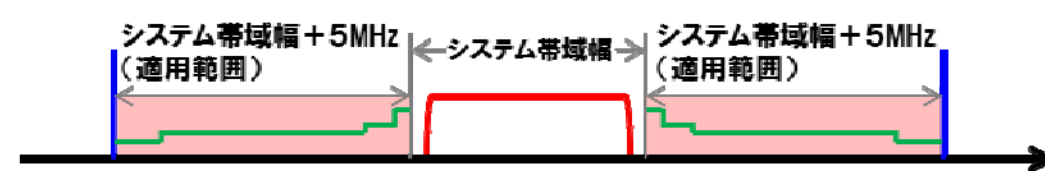


図: 陸上移動局のスペクトラムマスクの規定の適用範囲



図: 陸上移動局のスペクトラムマスクの規定の適用範囲 (同一周波数帯内の連続するCAの場合)

基地局

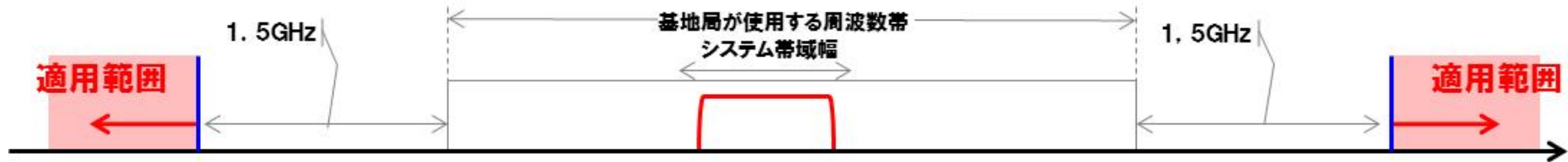


表6. 2. 3-1 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値(基地局)基本

周波数範囲	許容値	参照帯域幅
30MHz以上1000MHz未満	-13dBm	100kHz
1000MHz以上上端の周波数の2倍未満	-13dBm	1MHz

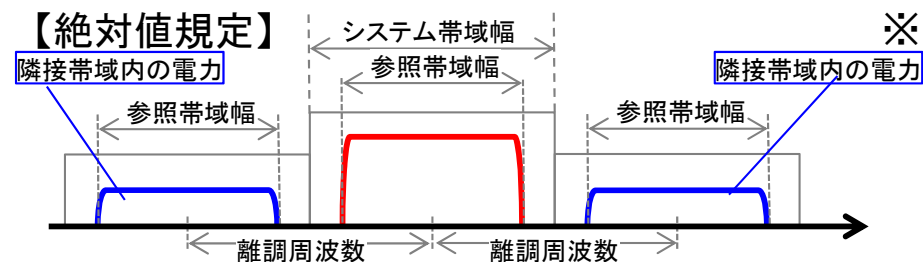
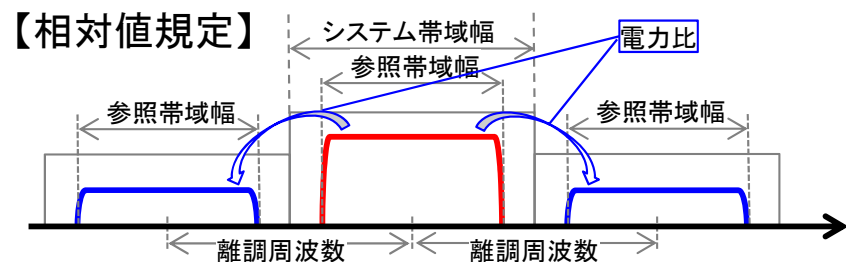
陸上移動局



表6. 2. 3-2 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値(移動局)基本

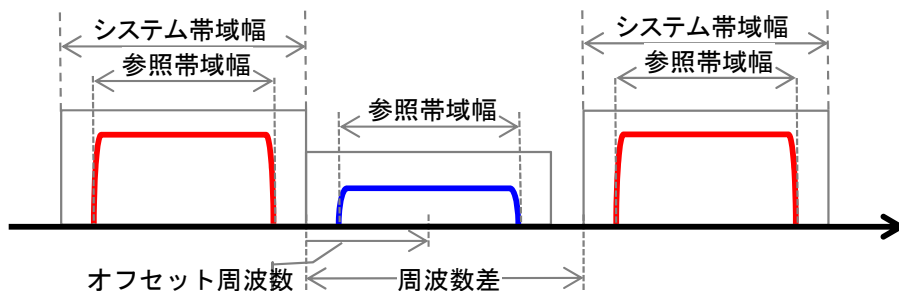
周波数範囲	許容値	参照帯域幅
6GHz以上12.75GHz未満	-30dBm	1MHz
12.75GHz以上上端の周波数の2倍未満	-13dBm	1MHz

- ✓ システム帯域幅と離調周波数毎に隣接チャネル漏洩電力を規定(相対値及び絶対値)
- ✓ 基地局の同一周波数帯域内の連続しないキャリアアグリゲーションにおける各搬送波の間の規定については、各搬送波の帯域幅と周波数差毎に規定
- ✓ 陸上移動局の同一周波数帯域内の連続するキャリアアグリゲーションの規定については、キャリアアグリゲーション後の帯域幅によって規定されている
- ✓ それ以外のキャリアアグリゲーションについては、1波毎の規定を適用する

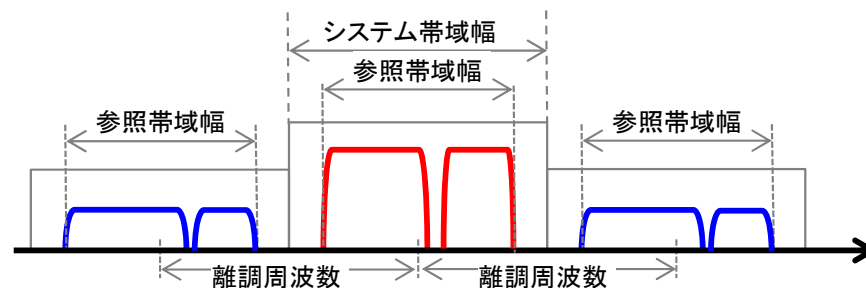


※ 絶対値規定における隣接帯域内の電力は、基地局は(dBm/MHz)、移動局は(dBm/参照帯域幅)で規定

<基地局:同一周波数帯内、非連続CAの場合>



<陸上移動局:同一周波数帯内、連続CAの場合>



スペクトラムマスク (28GHz帯)

基地局

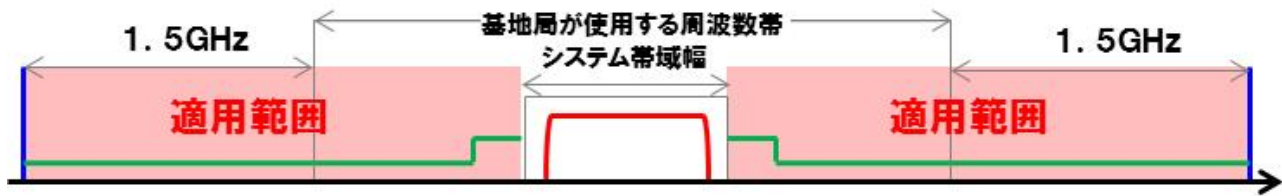


表6. 2. 3-7 スペクトラムマスク(基地局)

オフセット周波数 Δf (MHz)	許容値	●照帯域幅
0.5MHz以上10% ^{注1} +0.5MHz未満	-5dBm	1MHz
10% ^{注1} +0.5MHz以上	-13dBm	1MHz

注1: 送信周波数帯域幅に対する割合

✓ 同一周波数帯内の連続しないCAの場合、許容値は両搬送波の許容値の総和(ただし、各搬送波より10%以上離れた範囲は-13dBm/MHz)となる

陸上移動局

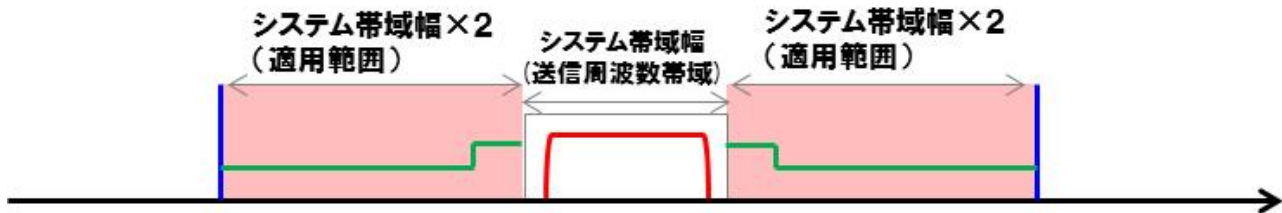


表 スペクトラムマスク(移動局)

オフセット周波数 Δf	システム帯域の許容値(dBm)				●照帯域幅
	50MHz	100MHz	200MHz	400MHz	
0MHz以上5MHz未満	1.5	1.5	1.5	1.5	1MHz
5MHz以上10MHz未満	-6.5	1.5	1.5	1.5	1MHz
10MHz以上20MHz未満	-6.5	-6.5	1.5	1.5	1MHz
20MHz以上40MHz未満	-6.5	-6.5	-6.5	1.5	1MHz
40MHz以上100MHz未満	-6.5	-6.5	-6.5	-6.5	1MHz
100MHz以上200MHz未満		-6.5	-6.5	-6.5	1MHz
200MHz以上400MHz未満			-6.5	-6.5	1MHz
400MHz以上800MHz未満				-6.5	1MHz

第1回委員会(平成28年10月25日)から第6回委員会(平成29年9月15日から同年9月21日までメール審議)において、5Gの基本コンセプト及び5G用周波数の確保に向けた検討状況についてとりまとめを行った。

平成29年11月6日～11月15日 新世代モバイル通信システム委員会(第7回)

- 技術検討作業班の今後のスケジュール等について検討

平成30年3月6日 新世代モバイル通信システム委員会(第8回)

- 技術検討作業班の検討状況等について検討

平成30年6月11日 新世代モバイル通信システム委員会(第9回)(予定)

- 5Gの技術的条件に関する委員会報告(案)とりまとめ

(技術検討作業班を7回、技術検討作業班アドホック会合を1回開催し、5Gの技術的条件等について検討を行った。)

平成30年6月〇日～7月〇日 委員会報告(案)に対する意見募集(予定)

平成30年7月〇日 新世代モバイル通信システム委員会(第10回)(予定)

- 5Gの技術的条件に関する委員会報告とりまとめ

情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会 構成員名簿 (敬称略)

森川 博之【主査】	東京大学大学院 工学系研究科 教授
三瓶 政一【主査代理】	大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授
江村 克己	日本電気株式会社 取締役執行役員常務 兼 CTO
岩浪 剛太	株式会社インフォシティ 代表取締役
内田 義昭	KDDI株式会社 取締役執行役員専務 技術統括本部長
江田 麻季子	インテル株式会社 代表取締役社長
大岸 裕子	ソニー株式会社 R&Dプラットフォーム デバイス&マテリアル研究開発本部 企画部 統括部長
大谷 和子	株式会社日本総合研究所 執行役員 経営管理部門 法務部長
大槻 次郎	株式会社富士通研究所 常務取締役
小林 真寿美	独立行政法人国民生活センター 相談情報部 相談第2課 課長
篠原 弘道	日本電信電話株式会社 代表取締役副社長 研究企画部門長
高田 潤一	東京工業大学 環境・社会理工学院 教授
田村 穂積	株式会社NTTドコモ 取締役常務執行役員 NW本部長 NW部長兼務
藤本 正代	富士ゼロックス株式会社 パートナー、 情報セキュリティ大学院大学 客員教授、GLOCOM 客員研究員
藤原 洋	株式会社ブロードバンドタワー 代表取締役会長 兼 社長CEO
松井 房樹	一般社団法人電波産業会 専務理事・事務局長
宮川 潤一	ソフトバンク株式会社 代表取締役 副社長執行役員 兼 CTO テクノロジーユニット統括 兼 技術戦略統括
行武 剛	パナソニック株式会社 コネクティッドソリューションズ社 常務 CTO

情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会 技術検討作業班 構成員名簿 (敬称略)

三瓶 政一【主任】	大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授
山尾 泰【主任代理】	電気通信大学 先端ワイヤレスコミュニケーション研究センター 教授
浅野 弘明	パナソニック株式会社 コネクティッドソリューションズ社 ネットワーク事業統括部 次世代ワイヤレス事業開発室長
天野 茂	日本電気株式会社 テレコムキャリアビジネスユニット ワイヤレスネットワーク開発 本部 シニアエキスパート
岩根 靖	三菱電機株式会社 通信システム事業本部 通信システムエンジニアリングセンター 戦略事業推進グループ 主席技師長
小竹 信幸	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 技術部 技術部長
加藤 康博	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 移動通信グループ 担当部長
上村 治	ソフトバンク株式会社 電波企画室 室長
菊池 弘明	全日本空輸株式会社 整備センター技術部 上席マネージャ
國弘 卓志	ソニー株式会社 コネクティビティ技術開発部 統括部長
小出 孝治	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 周波数管理室 室長
城田 雅一	クアルコムジャパン株式会社 標準化担当部長
鈴木 淳	スカパーJSAT株式会社 技術運用部門 衛星技術本部 電波業務部長
谷澤 正彦	日本無線株式会社 ソリューション事業部 技術統括部 部長
中村 武宏	株式会社NTTドコモ 先進技術研究所 5G推進室室長
中村 隆治	富士通株式会社 ネットワークビジネス戦略室 プリンシパルエンジニア
福島 裕之	株式会社JALエンジニアリング 品質保証部 企画グループ
本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
松井 譲	アイピースタージャパン株式会社 ゲートウェイマネージャー
松永 彰	KDDI株式会社 技術統括本部 モバイル技術本部 シニアディレクター
四本 宏二	株式会社日立国際電気 製品設計本部 通信インフラ設計部 担当部長
米本 成人	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所 上席研究員

情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会
技術検討作業班 アドホック会合 構成員名簿 (敬称略)

山尾 泰【リーダー】	電気通信大学 先端ワイヤレスコミュニケーション研究センター 教授
上村 治	ソフトバンク株式会社 電波企画室 室長
小出 孝治	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 周波数管理室 室長
鈴木 淳	スカパーJSAT株式会社 技術運用部門 衛星技術本部 電波業務部長
谷澤 正彦	日本無線株式会社 ソリューション事業部 技術統括部 部長
中村 武宏	株式会社NTTドコモ 先進技術研究所 5G推進室室長
松井 譲	アイピースタージャパン株式会社 ゲートウェイマネージャー
松永 彰	KDDI株式会社 技術統括本部 モバイル技術本部 シニアディレクター
四本 宏二	株式会社日立国際電気 製品設計本部 通信インフラ設計部 担当部長