

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(案)

「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
「LTE-Advanced等の高度化に関する技術的条件」

新世代モバイル通信システム委員会

1. 検討の背景

2. 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. 1.7GHz帯へのLTE-Advancedの導入

5. LTE-Advanced等の高度化

6. LTE-Advanced等の技術的条件

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. 1.7GHz帯へのLTE-Advancedの導入

5. LTE-Advanced等の高度化

6. LTE-Advanced等の技術的条件

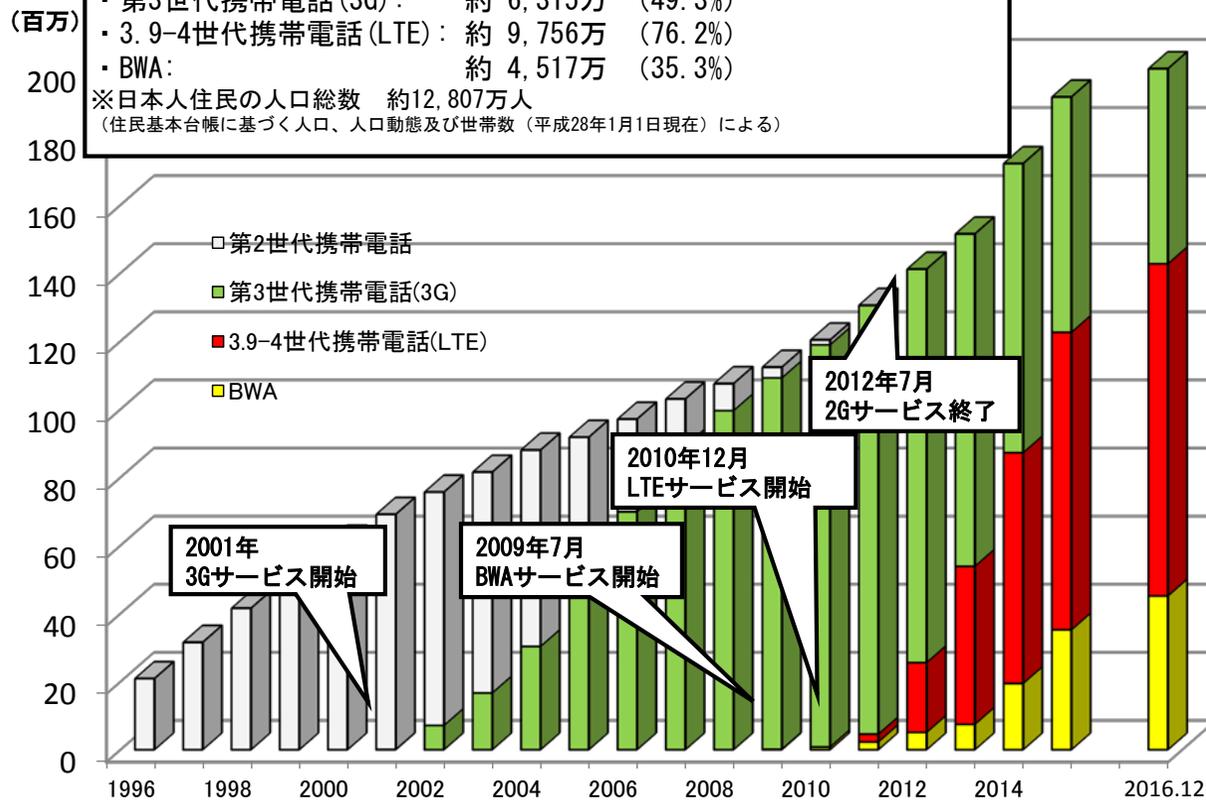
携帯電話等契約数の推移と移動通信トラフィックの増加

- ✓ 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(2016年12月現在)。
- ✓ 移動通信トラフィックは、直近1年で492.4Gbps(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。

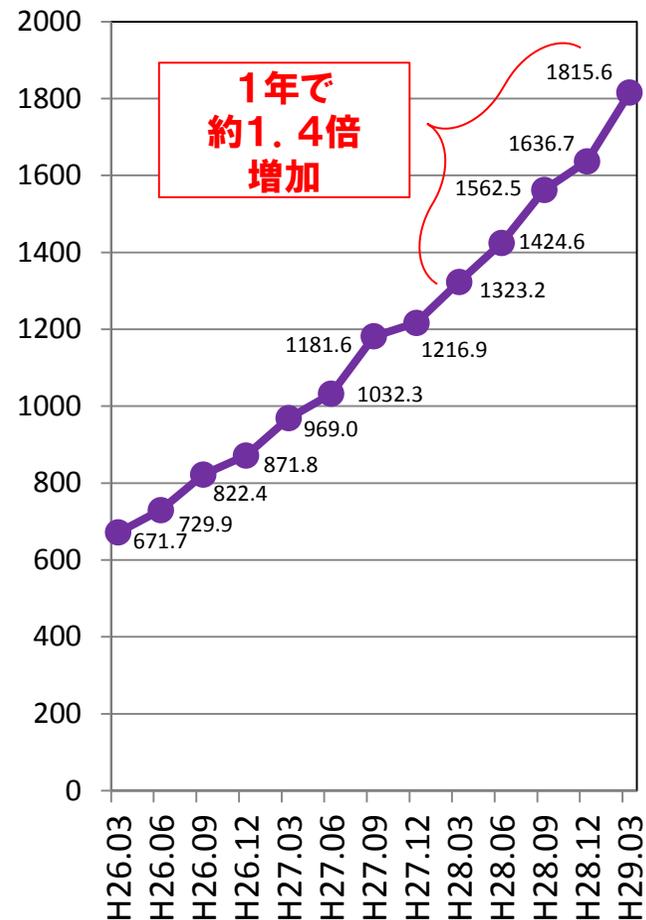
2016年12月末現在 契約数(人口普及率)

- ・ 携帯電話及びBWA合計(グループ内取引調整後)： 約16,344万 (127.6%)
- ・ 携帯電話及びBWA合計(単純合算)： 約20,588万 (160.8%)
- (内訳)
- ・ 携帯電話： 約16,071万 (125.5%)
- ・ 第3世代携帯電話(3G)： 約6,315万 (49.3%)
- ・ 3.9-4世代携帯電話(LTE)： 約9,756万 (76.2%)
- ・ BWA： 約4,517万 (35.3%)

※日本人住民の人口総数 約12,807万人
(住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数(平成28年1月1日現在)による)



(Gbps) 月間平均トラフィック



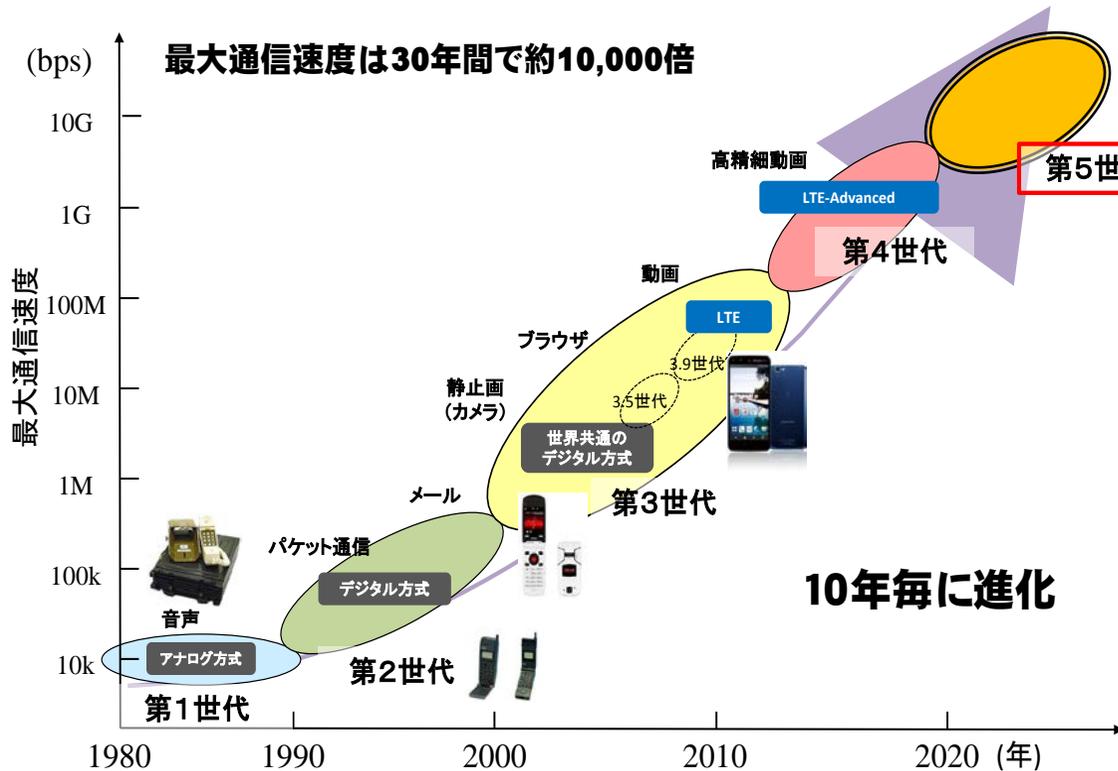
※総務省報道発表資料「電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表」等を基に作成

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の主要要求条件

- ・最高伝送速度 10 Gbps (LTEの100倍、4Gの10倍)
- ・接続機器数 100万台/km² (LTEの100倍、4Gの10倍)
- ・超低遅延 1ms (LTE、4Gの1/10)



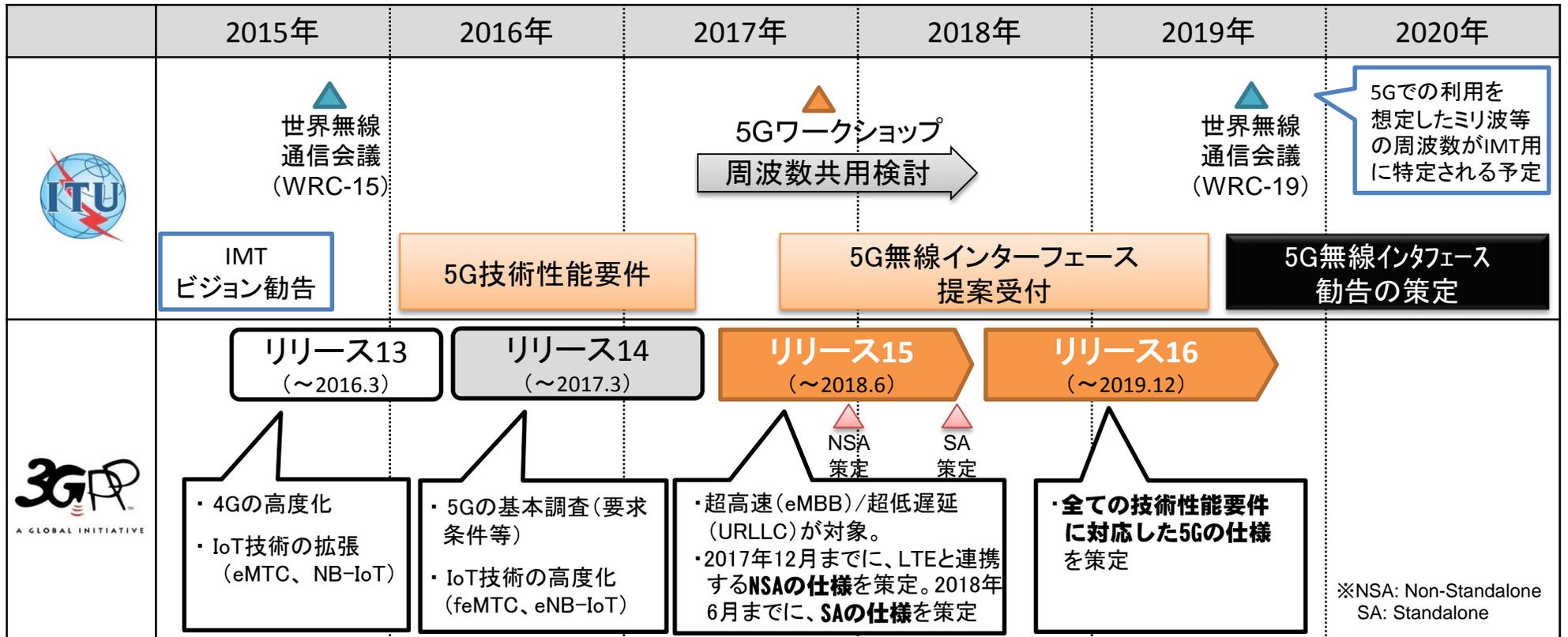
5Gの国際標準化動向

● 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① ～5Gの技術性能要件・評価方法～

- ✓ IMT-2020無線インタフェースに関し、13の技術性能要件の項目と要求値、評価環境をまとめたITU-R報告案が2017年2月のITU会合(SG5/WP5D)で合意
- ✓ 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報告案が2017年6月のITU会合(SG5/WP5D)で合意

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

ITUにおける検討状況② ～5Gの共用検討パラメータ～

- ✓ 2017年2月のITU会合(SG5/WP5D)において、WRC-19議題1.13の検討で求められている他の無線システムとの共用検討を行うためのパラメータをとりまとめ
- ✓ 5Gの展開シナリオを想定し、周波数帯毎※に共用検討パラメータを策定 ※24.25-33.4GHz、37-43.5GHz、45.5-52.6GHz、66-86GHz

		5G				4G
複信方式	TDD				FDD, TDD	
基本チャネル帯域幅	200MHz				5, 10, 15, 20MHz	
(基地局)						
		5G (※24.25-33.4GHzの場合)				4G
隣接チャネル漏えい電力	-27.5dBc				-44.2dBc	
スプリアス領域の不要発射強度	-13dBm/MHz				-13dBm/MHz	
	屋外の郊外地のホットスポット(オープン空間)	屋外の郊外地のホットスポット	屋外の都市部のホットスポット	屋内	マクロセル基地局 スモールセル基地局	
基地局密度	0-1局/km ²	10局/km ²	30局/km ²	3局	—	
アンテナ高	15m	6m	6m	3m	40m, 10m	
チルト角	15度	10度	10度	90度	6度, 0度	
アンテナ構成	アレーアンテナ(8×8 素子)				セクタアンテナ等	
(移動局)						
		5G (※24.25-33.4GHzの場合)				4G
隣接チャネル漏えい電力	-17dBc				-33dBc	
スプリアス領域の不要発射強度	-13dBm/MHz				-30dBm/MHz	
	屋外の郊外地のホットスポット(オープン空間)	屋外の郊外地のホットスポット	屋外の都市部のホットスポット	屋内	—	
移動局密度	30台/km ²	30台/km ²	100台/km ²	基地局当たり3台	—	
アンテナ構成	アレーアンテナ(4×4 素子)				オムニアンテナ	
最大送信電力	22dBm	22dBm	22dBm	22dBm	23dBm	

(注) 周波数帯により、アレーアンテナ構成の素子数、アンテナ素子当たりの電力等が異なる

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. 1.7GHz帯へのLTE-Advancedの導入

5. LTE-Advanced等の高度化

6. LTE-Advanced等の技術的条件

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

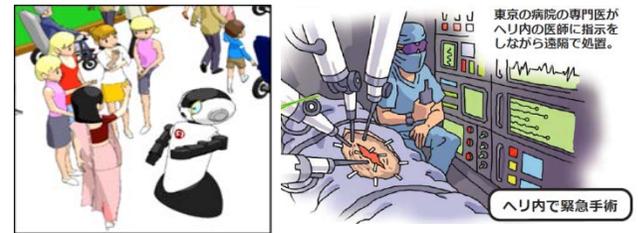
超低遅延

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

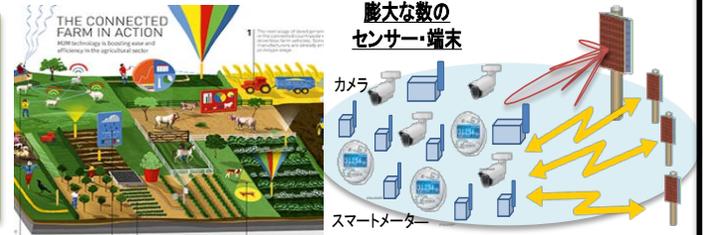


ロボットを遠隔制御

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

5G

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 ①

- ✓ 5Gは、有無線が一体となって、超高速、多数同時接続、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**

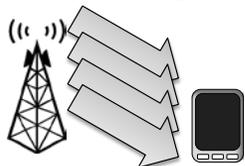
あらゆる要望に柔軟に対応（超柔軟性）

- 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

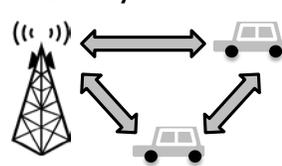
拡張モバイルブロードバンド
enhanced
Mobile BroadBand



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

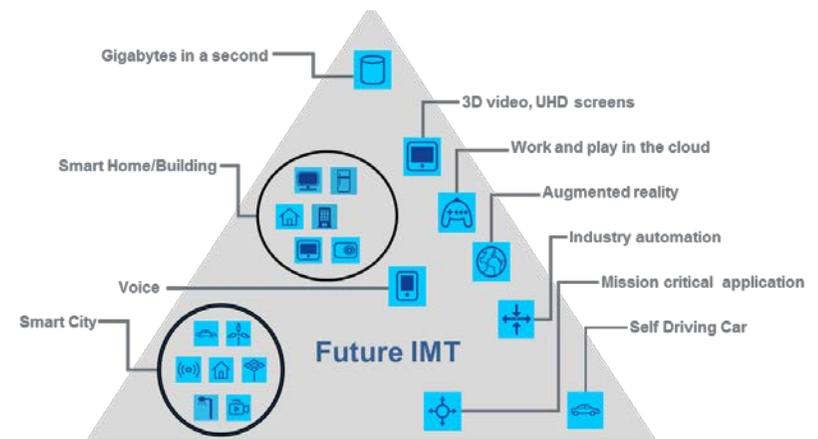


<5Gの利用シナリオ>

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)

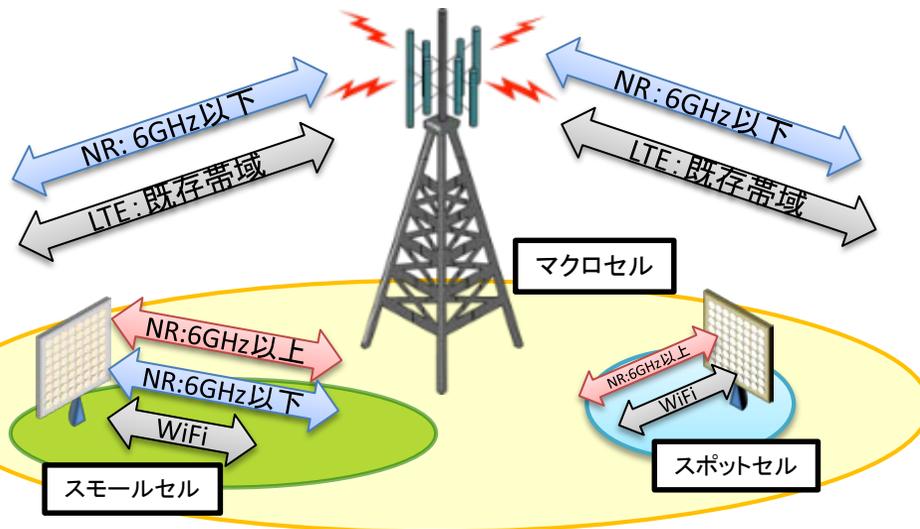
超高信頼・低遅延通信
(URLLC: Ultra reliable and
low latency communications)

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

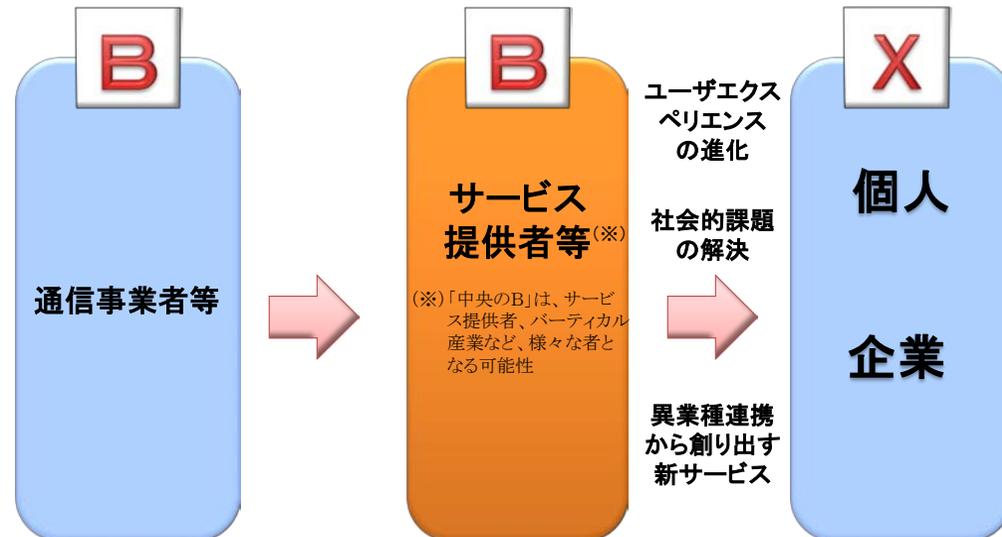
- 周波数帯：800MHz、2GHzなど既存の周波数帯に加え、6GHz以下の周波数帯やミリ波などの6GHz以上の周波数帯など、これまでよりも高い周波数帯など様々な周波数帯を活用
- 無線技術：NR、LTE、WiFiなど様々な無線技術で構成



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

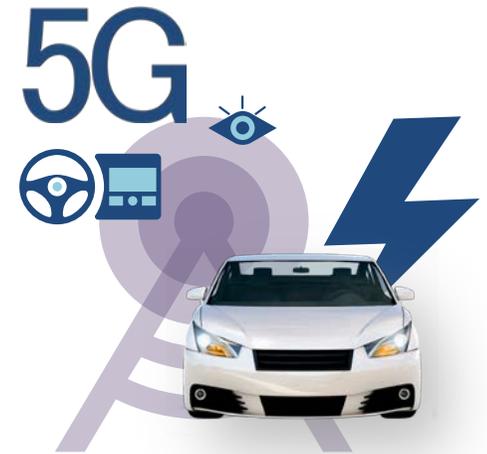
観光地や人口が減少している地域で、自動運転バスや自動運転列車が導入されることで、地域の運転士不足を解消するとともに、安全にあらゆる時間帯でも運行可能とし、地域住民の利便性向上を実現する。オンデマンドのバスや列車の運用が実現できれば更なる利便性向上が期待。

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

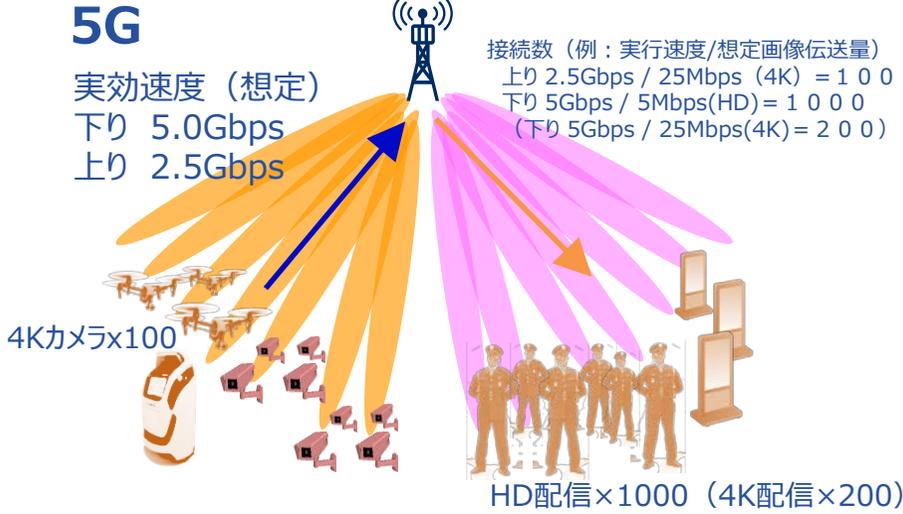
幅広いエリアカバレッジを持つとともに、5Gでは1msの低遅延を実現することから、自動車分野への応用が期待。

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。



セキュリティ分野

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

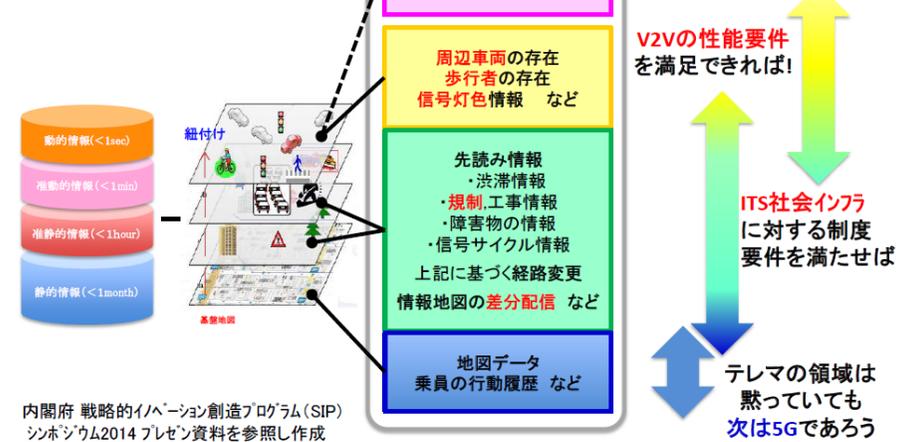


【前提: 5Gの最高速度: DL 10Gbps/UL 5Gbps、5Gの実効速度: DL 5Gbps/UL 2.5Gbps】

自動車分野

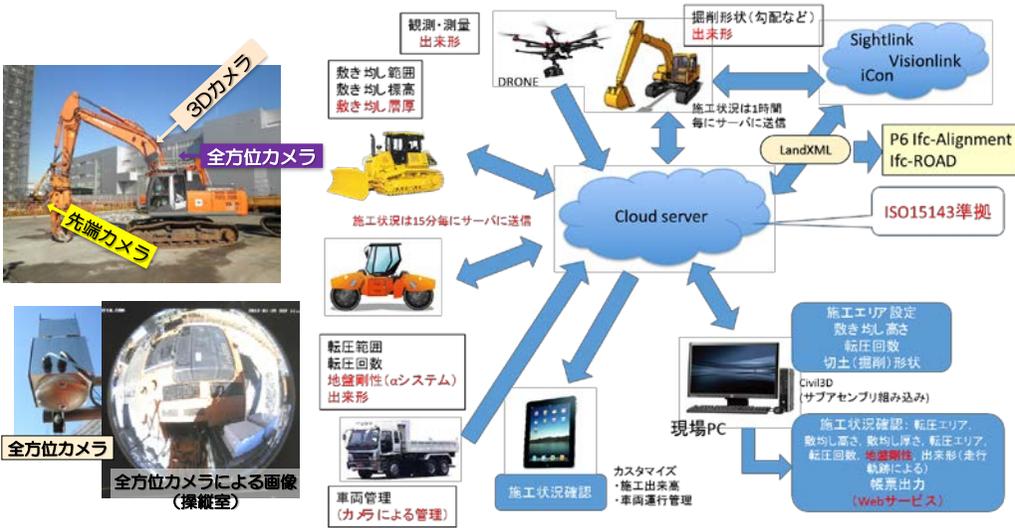
商用網を活用することのメリットを明確化し、自動車分野に適用可能な5Gの性能(遅延保障、帯域確保等)への期待
⇒高信頼への期待

ダイナミックマップとの対比 (論理的な配置イメージ)



建設分野

5G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



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)

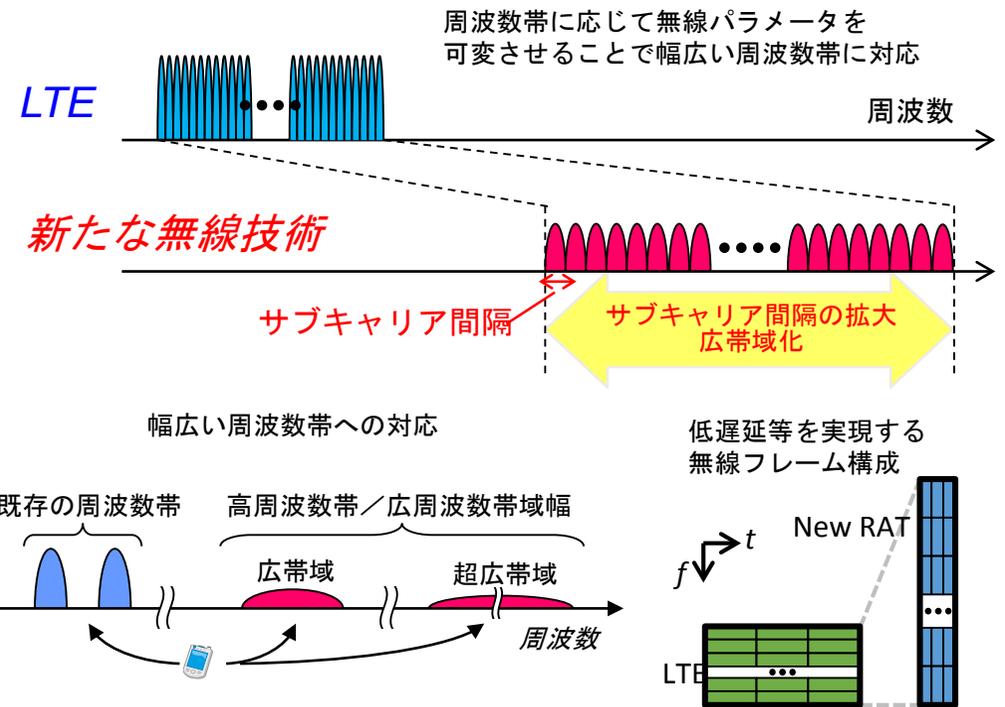
VR内部 仮想VR実装 天子の殿内】制作: 放送博物館/凸版印刷株式会社
VR内部 重田中心-産業の視覚情報 上野(撮影の場〜) 制作: 凸版印刷株式会社/TBS 監修: 鈴木重夫・北川明彦 協力: 廣田隆幸 テークアクト 独立行政法人情報処理推進機構 先端アーカイブ映像制作支援機構
VR内部 東京大学大規模VR 監修: 東京大学大規模VR 制作: 東京大学情報学研究所 (東京大学情報学研究所 委員長) 制作: 凸版印刷株式会社/凸版印刷株式会社

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

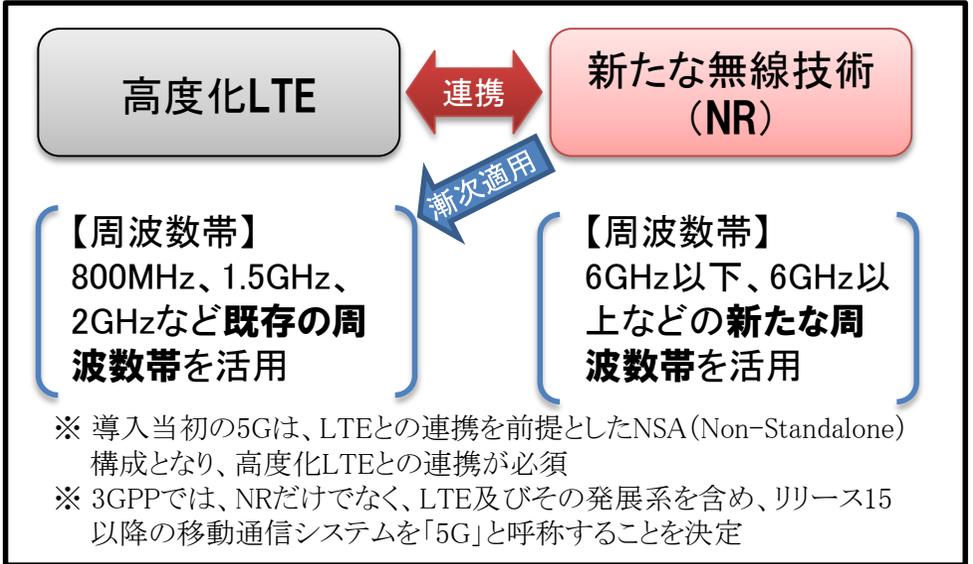


5Gのネットワーク構成 ②

- ✓ 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)**

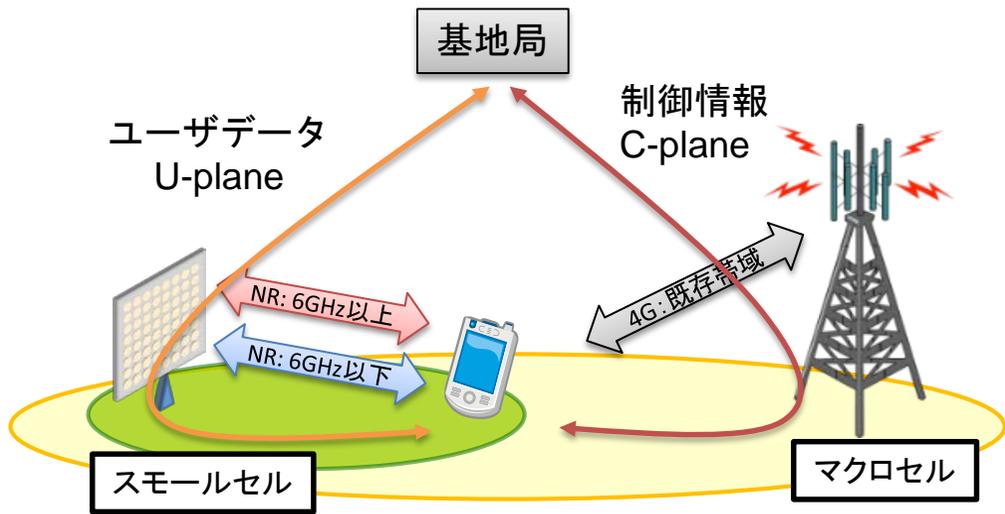
5Gの無線アクセスネットワーク

- 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

超高速(eMBB)

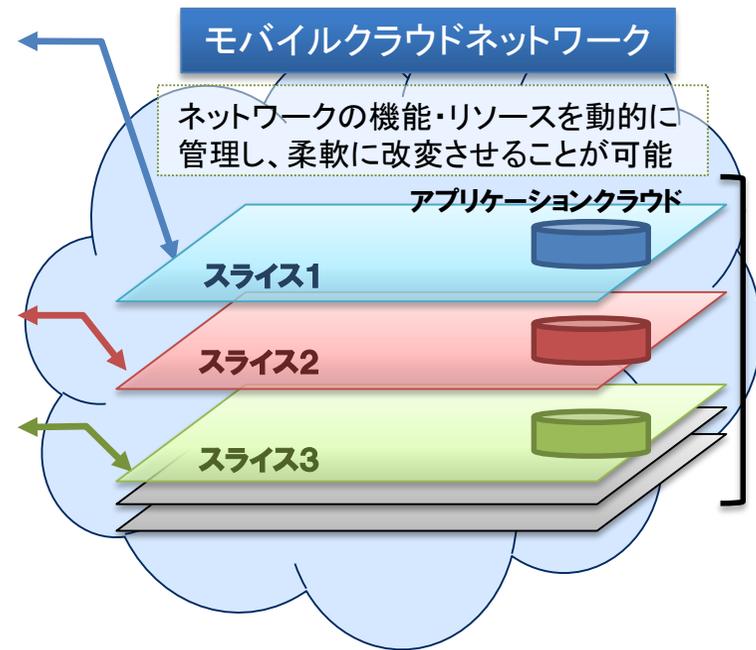
多数接続(mMTC)

膨大な数のセンサー・端末

超低遅延(URLLC)

東京の病院の専門医がヘリ内の医師に指示をしなから遠隔で処置。

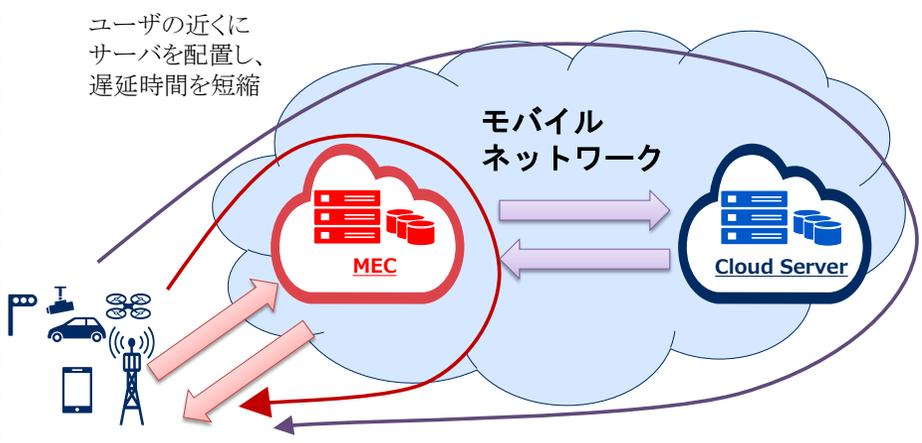
ヘリ内で緊急手術



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

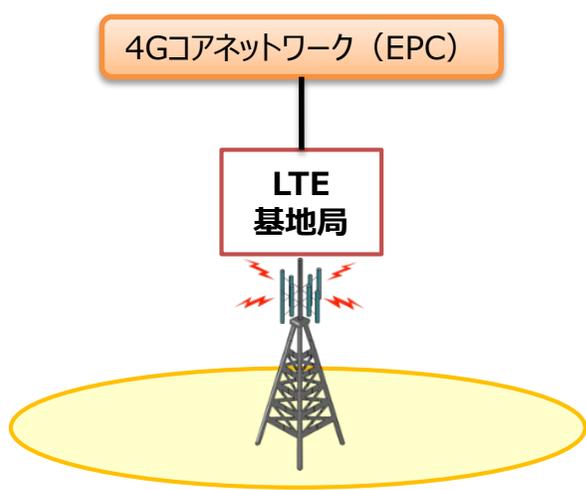
4Gから5Gへの移行

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。

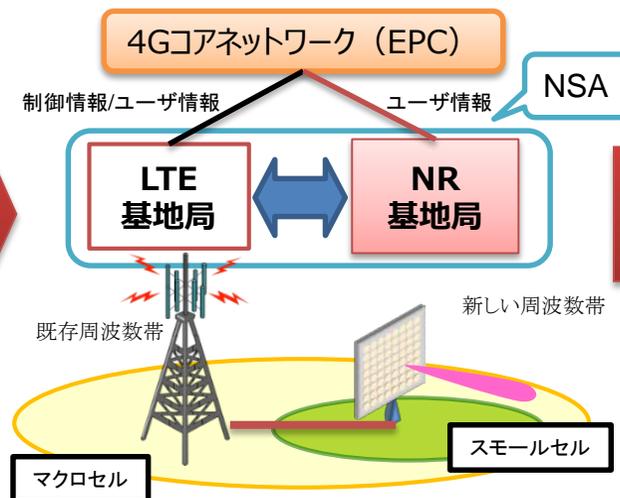
【202X年】 ネットワークスライシング等に対応した**5Gコアネットワークが導入**されるとともに、**SA (Standalone)構成**のNR基地局の運用が開始され、**既存周波数帯域へのNR導入が進展**。超高速、多数同時接続、高信頼・低遅延などの要求条件に対応した5Gサービスの提供が開始。

現在【LTEの面展開】



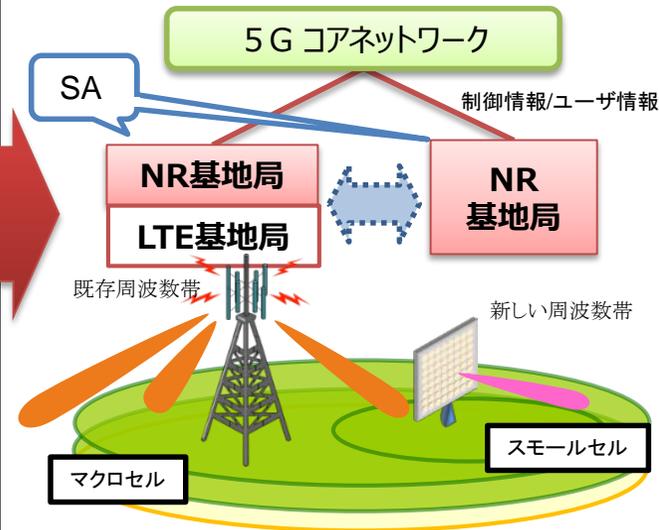
- LTE、LTE-Advancedをベースとしたネットワーク構成であり、3GPPでの検討状況を踏まえ、上りCAの導入や256QAM導入などの高度化
- 800MHz、2GHzなどの周波数帯を用いて、スマートフォン向けサービスを念頭に、高いスループットを実現する面的なサービスエリアを展開
- NB-IoTやeMTCなどのワイドエリア、省電力を特徴としたIoT技術を先行導入

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(LSA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. 1.7GHz帯へのLTE-Advancedの導入

5. LTE-Advanced等の高度化

6. LTE-Advanced等の技術的条件

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、37-38.6GHz、38.6-40GHz、64-71GHz ⇒2016年7月公表 ● WRC-19候補周波数帯(11バンド) ⇒既存無線システムとの共用検討を推進
 <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 ⇒プライマリバンド 	<ul style="list-style-type: none"> ● 24.5-27.5GHz ⇒パイオニアバンド ● 31.8-33.4GHz、40.5-43.5GHz ● WRC-19候補周波数帯(11バンド) ⇒既存無線システムとの共用検討を推進
 <p>中国</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.3-3.6GHz、4.8-5.0GHz ⇒5G用候補周波数帯であり、2017年6月よりパブリックコメントを実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 24.75-27.5GHz、37-42.5GHz ⇒利用可能性を検討(パブコメを実施) ● WRC-19候補周波数帯(11バンド) ⇒既存無線システムとの共用検討を推進
 <p>韓国</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.4-3.7GHz ⇒5G等での活用を検討し、2018年までに確保 	<ul style="list-style-type: none"> ● 26.5-29.5GHz ⇒2018年までに27.5-28.5GHzを確保。2021年までに、26.5-27.5GHz、28.5-29.5GHzの確保を検討(状況に応じ、前倒しの可能性あり) ● WRC-19候補周波数帯(11バンド) ⇒2021年までに確保を検討
 <p>日本</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 3.6-4.2GHz、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(11バンド) ⇒既存無線システムとの共用検討を推進

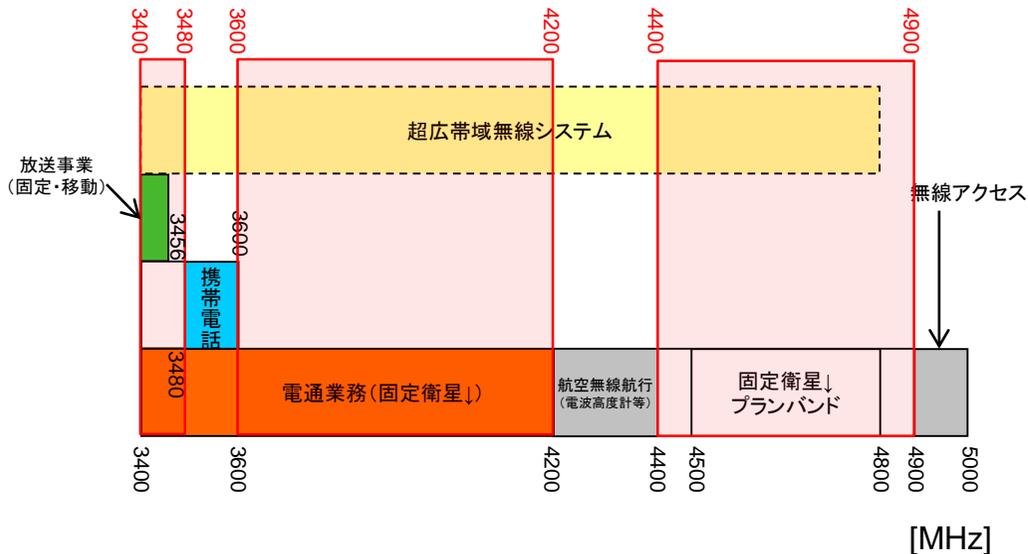
※現在LTE等で利用している周波数帯についても5G導入を検討

携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

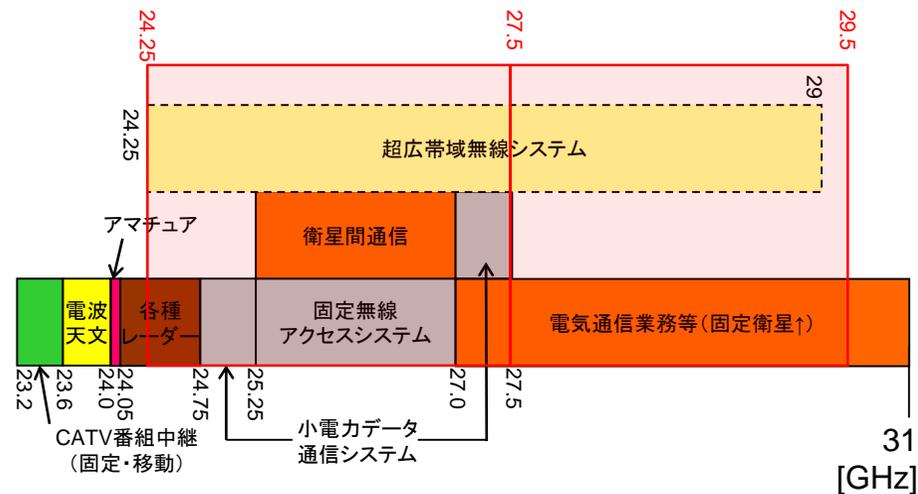
- 2020年の5G実現に向けて、
 - ✓ 3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯について、2018年夏頃までに技術的条件を策定する
 - ✓ 他の無線システムとの共用に留意しつつ、28GHz帯で最大2GHz幅、3.7GHz及び4.5GHz帯で最大500MHz幅を確保することを目指す
- 周波数逼迫対策のため、
 - ✓ 1.7GHz帯：公共業務用無線局の再編を進めるとともに、終了促進措置の活用も検討し、早期周波数割当てを目指す
 - ✓ 3.4GHz帯：終了促進措置を活用し、2017年度末頃までの周波数割当てを目指す

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>	● 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>	● 他の無線システムとの共用に留意しつつ、3.7GHz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>	● 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	● 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	● 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、早期周波数割当てを目指す <small>※1.7GHz帯における他の無線システムの共用検討は後述</small>
2.3GHz帯	● 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	● 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>	● 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

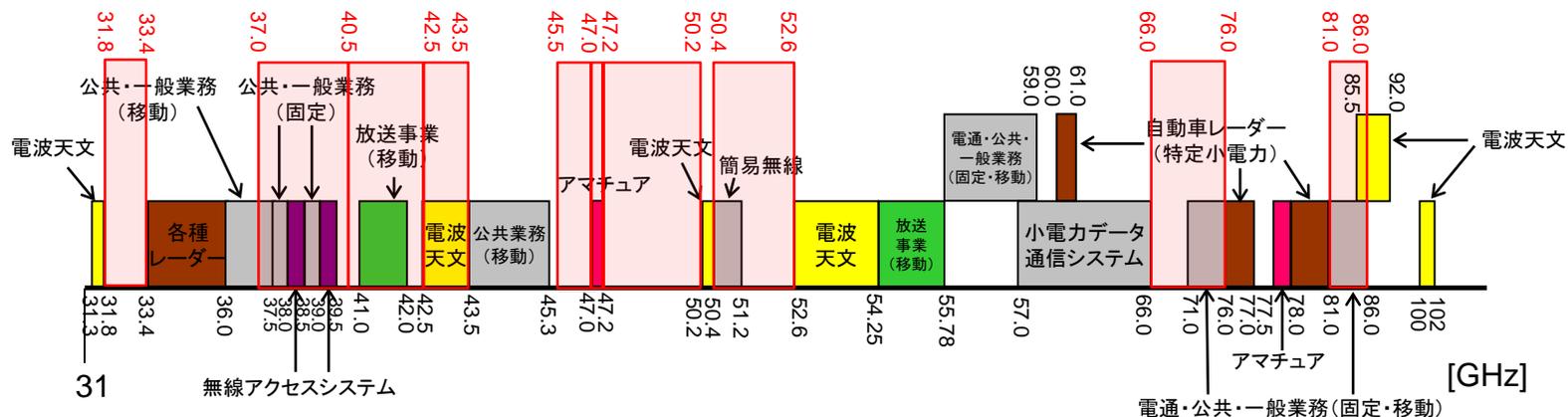
1. 3.4-4.9GHz周辺の使用状況



2. 24.25-29.5GHz周辺の使用状況

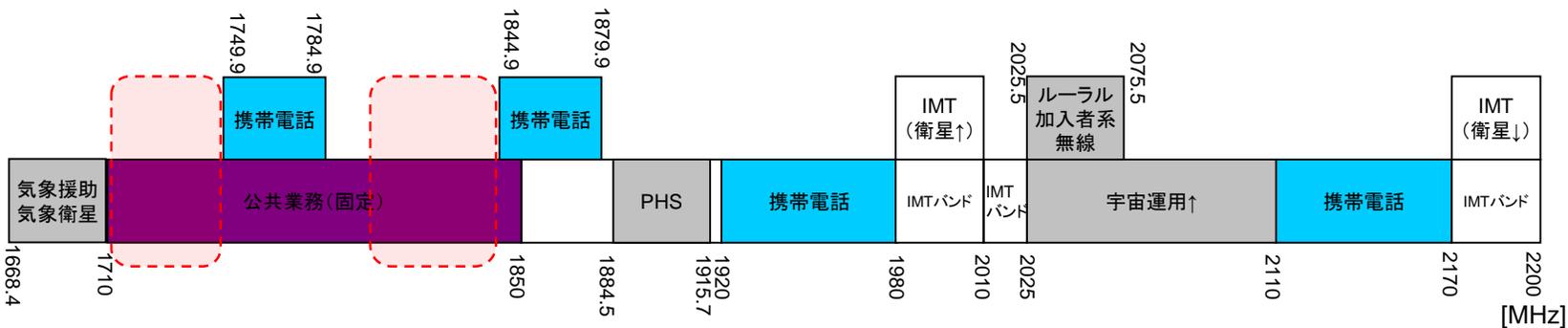


3. 29.5-86GHz周辺の使用状況

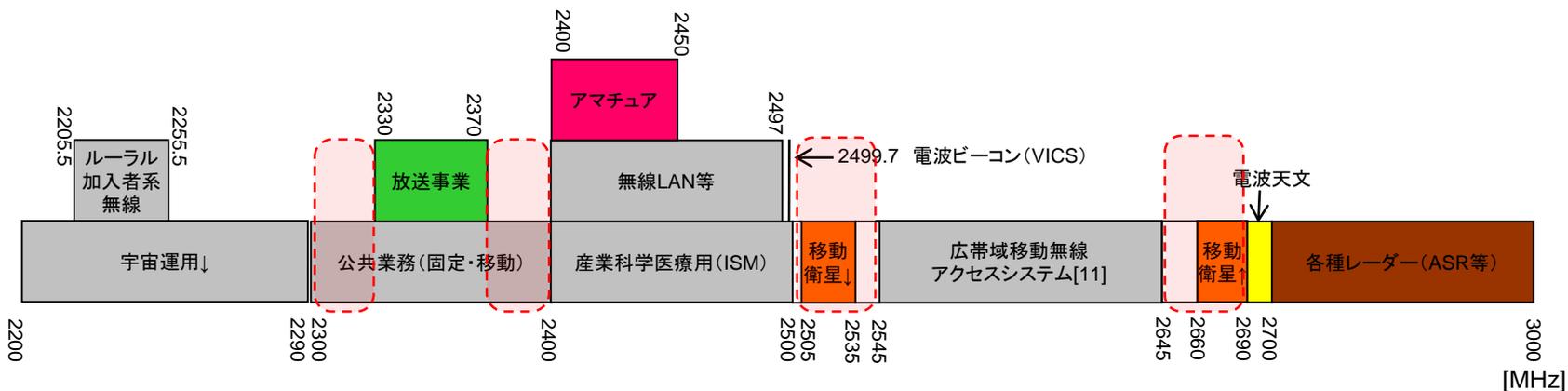


※我が国の電波の使用状況(平成28年12月)より作成

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. 1.7GHz帯へのLTE-Advancedの導入

5. LTE-Advanced等の高度化

6. LTE-Advanced等の技術的条件

1.7GHz帯へのLTE-Advancedの導入

- 周波数逼迫対策のため、1.7GHz帯への第4世代移動通信システム(LTE-Advanced)導入に向け、公共業務用無線システム及び隣接帯域を利用している気象援助(ラジオゾンデ)、気象衛星、PHSとの間で干渉検討を実施
- 周波数配置の見直し等により、LTE-Advancedが100kHz近接して運用される場合を想定し、LTE-Advanced相互間の干渉検討を実施
- 隣接帯域を利用している無線システムとの干渉検討については、ITU決議第223に基づくIMT特定周波数(1710-1885MHz)、3GPP Band 3の周波数(上り1710-1785MHz、下り1805-1880MHz)との国際的な整合性を念頭に検討

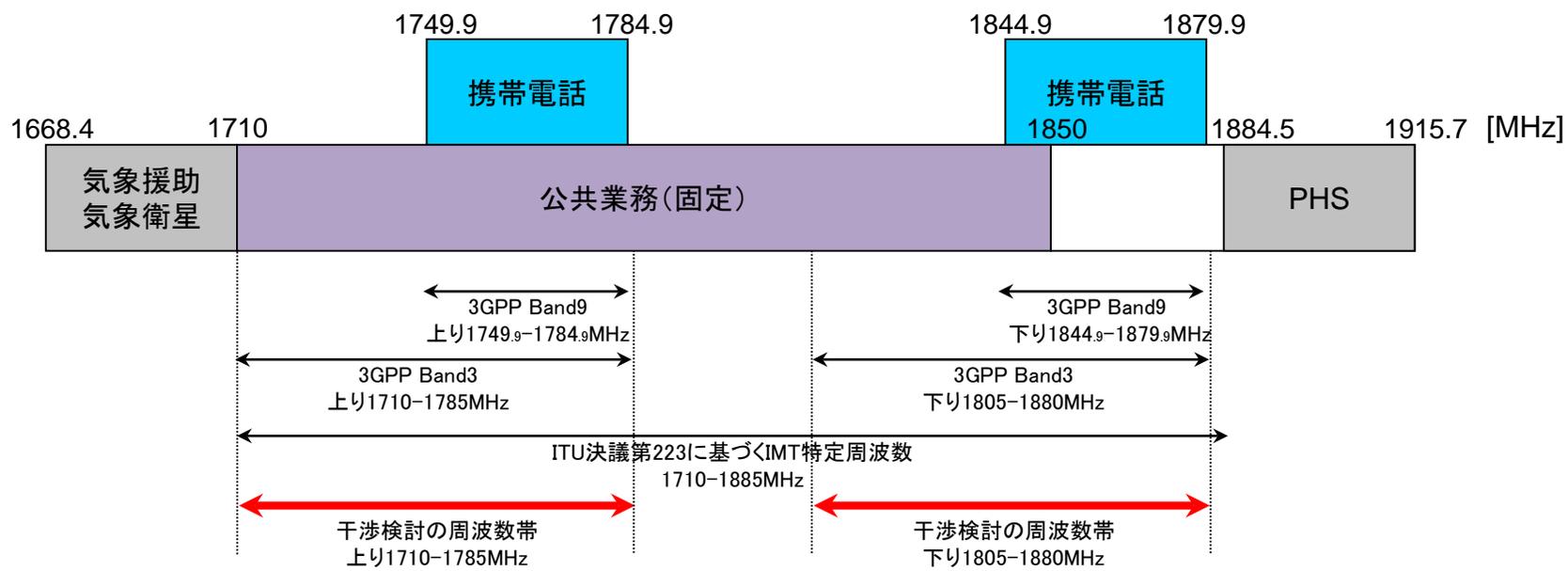


図: 1.7GHz帯の状況

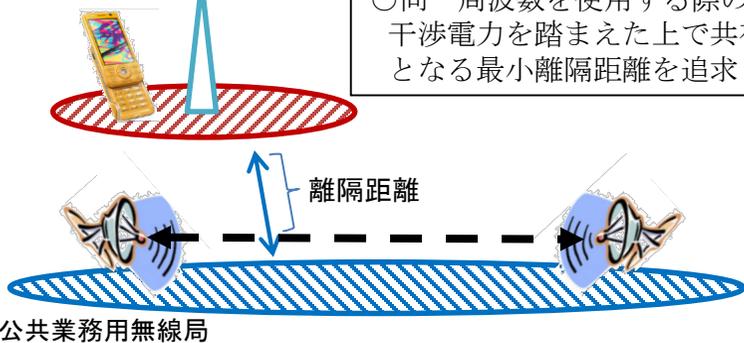
■ 検討の概要

- ✓ LTE-Advancedと1.7GHz帯を使用する公共業務用無線局の周波数共用条件等について、情報通信審議会※の結果をもとに、干渉検討を実施
- ✓ 同一帯域、隣接帯域を使用する場合のそれぞれについて、1対1対向モデル、地形条件を考慮したモデルにより検討

※情報通信審議会携帯電話等高度化委員会報告（平成25年7月24日）

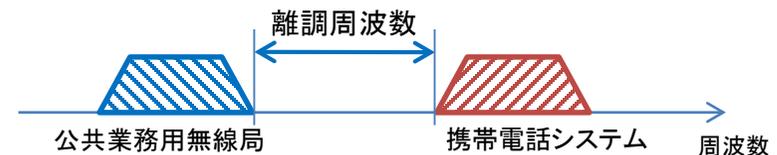
同一帯域を使用する場合の干渉検討

携帯電話システム



○同一周波数を使用する際の許容干渉電力を踏まえた上で共存可能となる最小離隔距離を追求

隣接帯域を使用する場合の離調周波数の検討



○隣接周波数を使用する際の許容干渉電力を踏まえた上で、共存可能となる最小離調周波数を追求

反映

公共業務用無線局 [特徴]

- ✓見通し外伝搬による固定地点間通信
- ✓フェージング環境が大となる長距離区間（100km超）
- ✓大出力（1kW超）の回線構成

電波伝搬試験等

実環境での干渉評価指標を得るために、フェージング環境が大となる特殊な電波伝搬状況等を抽出して実態調査を実施

検討結果

公共業務用無線局とLTE-Advancedの周波数共用については、

- 同一帯域を利用する場合は、広範囲で干渉が生じる
- 隣接帯域を使用する場合は、占有する周波数の端から、最低5MHzのガードバンドを設けないと、干渉が回避できない地域が残る

ことが分かった。

- この結果、公共業務用無線局が利用している周波数範囲について、ガードバンドとして上限、下限にそれぞれ最低5MHz幅ずつ必要となり、10MHz + α 程度の周波数が携帯電話として利用できないこととなる。
- したがって、限られた1.7GHz帯の周波数を効率的に利用することが困難と考えられる。

公共業務用無線局と携帯電話システム(LTE-Advanced)の基地局／陸上移動局との干渉検討について、情報通信審議会*の検討をもとに以下の手法を選定、検討を実施

✓ 1対1対向モデル

※情報通信審議会携帯電話等高度化委員会報告(平成25年7月24日)

携帯電話システムと他システムとの干渉検討でこれまで一般的に用いられてきた基本的な手法。他システムの干渉検討結果との比較の意味も含めて選択。

✓ 地形条件を考慮したモデル

1対1対向モデルに対して、より現実的な共用条件を導出するため、実際の地理空間上での干渉影響の広がりを検証できるモデルも選択した。計算条件は以下のとおり。

○標高データを考慮したITM(Irregular Terrain Model)を使用

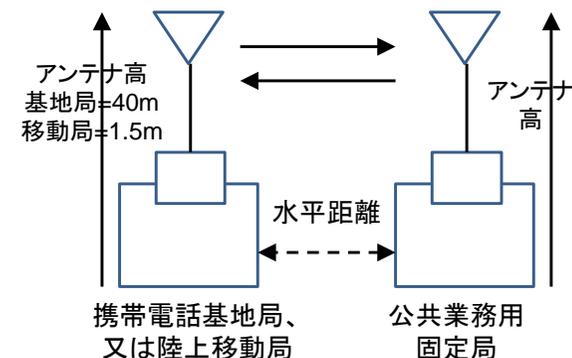
○計算においては、電波伝搬路上のLine of Sight・Diffraction・Scatterの各領域における以下の損失計算を実行

- > 自由空間減衰
- > 大地反射
- > 山岳回折
- > 大気減衰・対流圏散乱

○地理メッシュは1kmとして計算

○計算にあたっては以下のソフトウェアツール及びアルゴリズムを利用

- > WirelessInSite Software
- > The ITS Irregular Terrain Model, version 1.2.2 The Algorithm, George Hufford, National Telecommunications and Information Administration, Institute for Telecommunication Sciences.
- > Recommendation ITU-R P.452-16, Prediction procedure for the evaluation of interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.1 GHz.



(図：1対1対向モデル)

気象援助(ラジオゾンデ)

- ラジオゾンデは、ゴム気球に吊るして飛揚させ、高度約30kmまでの大気の状態(気圧、気温、湿度、風向・風速等)を観測するための無線設備を備えた気象観測器
- 観測データは、天気予報、気候変動・地球環境の監視、航空機の運航管理等に活用。気象庁等では、毎日定時(09時、21時)にラジオゾンデを用いた気象観測を行っているほか、気象研究所や大学等において研究目的で使用
- 周波数帯: 400MHz帯、1600MHz帯 (中心周波数:1673, 1680, 1687MHz) (定時観測には、400MHz帯のラジオゾンデを使用。1600MHz帯のラジオゾンデは、大気中の雲粒子・降水粒子の観測などの研究目的で気象研究所、JAXA等が利用)
- 主な免許人等: 気象庁、JAXA、大学等



ラジオゾンデ外観



ラジオゾンデ飛翔風景



自動放球装置のある観測地点

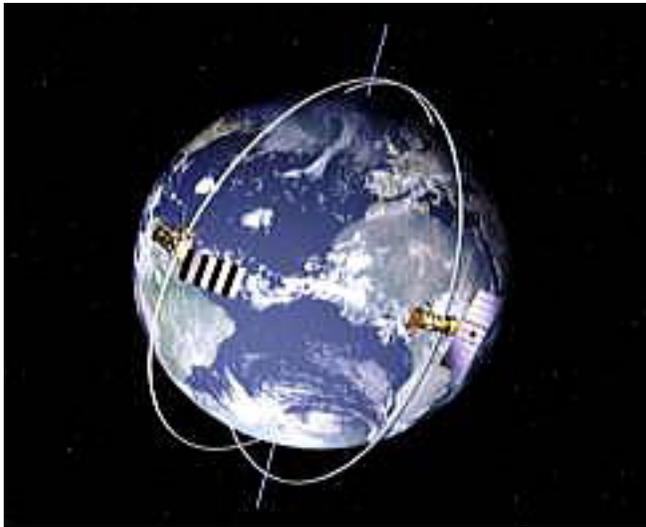


気象庁における高層気象観測地点(400MHz帯ラジオゾンデを活用)

出典: 気象庁提供、明星電気ホームページ ※ 1600MHz帯のラジオゾンデは、研究目的でつくば市等において不定期に観測を実施

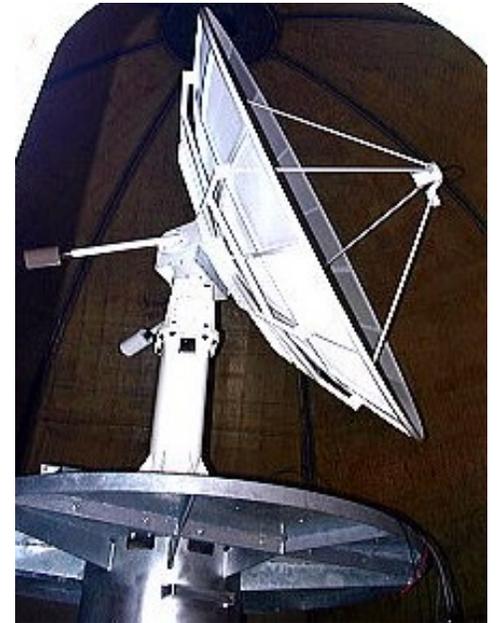
気象衛星

- 気象衛星は、衛星軌道上から気象観測を行う人工衛星であり、広域の気象状況を短時間に把握することができ、台風や集中豪雨に関する防災気象情報の精度向上、気候変動の監視、船や飛行機の安全な運航に貢献している。
- 現在は、1.7GHz帯において我が国で免許された人工衛星局は、運用されていない※1
※1: 1.7GHz帯で運用されていたひまわり7号(気象ミッション)は、2017年3月に運用終了。後継のひまわり8号、9号では、1.7GHz帯を利用していない。
- 外国の気象衛星からデータを受信している設備：
 - ・米国が運用している「NOAA」及び欧州気象衛星機構が運用している「METOP」は、北極上空から南極上空(高度約850km)を回る軌道又はそれに近い軌道傾斜角(赤道と軌道のなす角)を持ち、地球上の全表面を観測することが可能な極軌道気象衛星。気象衛星センター、海上保安庁等が受信専用設備※2を有している。
※2: 1日25回、1回あたり最大15分程度(人工衛星が受信設備から見通しの範囲内にある間観測を実施)
周波数:[NOAA]1698.0MHz、1707.0MHz(予備 1702.5MHz)、[METOP] 1701.3MHz、1707.0MHz
 - ・NOAA、METOPのほか、中国の静止気象衛星であるFY2Gの受信専用設備(周波数:1687.5 MHz)も運用されている。



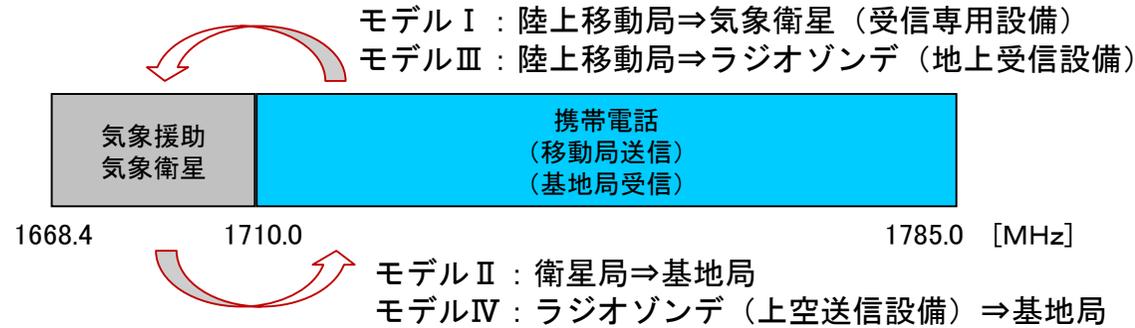
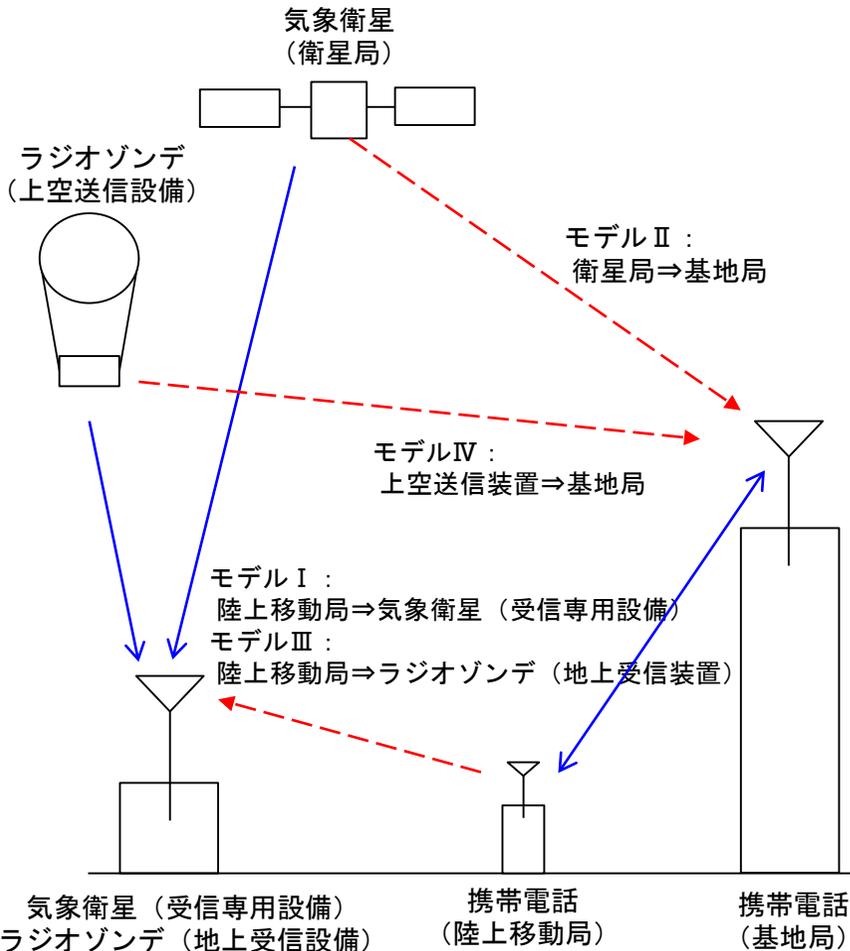
極軌道気象衛星

出典: 気象庁提供



極軌道気象衛星受信アンテナ

- 1.7GHz帯を使用する気象援助(ラジオゾンデ)、気象衛星と携帯電話システム(LTE-Advanced)の両システムを対象とした干渉検討を実施
- 気象衛星については、衛星局及び受信専用設備を対象とし、極軌道衛星及び静止衛星についてITU-Rの共用検討パラメータを用いて干渉検討を実施
- ラジオゾンデについては、上空送信設備及び地上受信設備を対象とし、ITU-Rの共用検討パラメータ及び国内M社製の実力値を用いた



		与干渉システム		
		携帯電話 (陸上移動局)	気象衛星 (衛星局)	ラジオゾンデ (上空送信設備)
被干渉システム	携帯電話 (基地局)		モデル II	モデル IV
	気象衛星 (受信専用設備)	モデル I		-
	ラジオゾンデ (地上受信設備)	モデル III	-	

気象関連システムとの干渉検討の実施方法

● ステップ1 <1対1対向モデル>

与干渉局と被干渉局を1局ずつ配置し、最も干渉量が大きくなる条件において、被干渉局で受信される干渉電力を計算

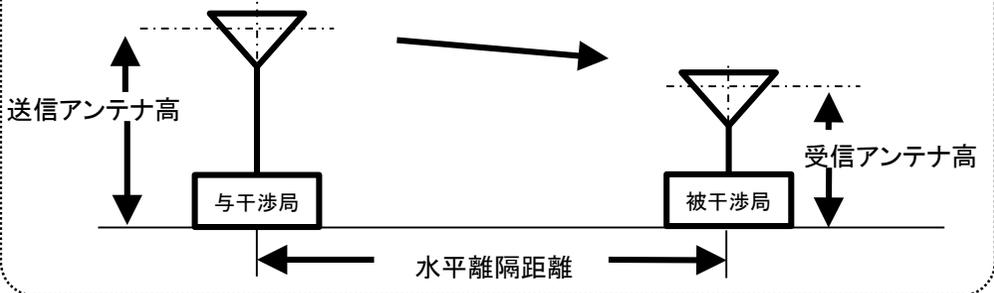
● ステップ2 <実力値モデル>

より実態に即した評価を行うため、1対1対向モデルを基に、携帯電話システム側について、実際の雑音レベルの値(実力値※)を用いて計算 ※無線設備は、一般的に、送信帯域外の雑音レベル仕様値に対し、一定のマージンを持って設計されている。

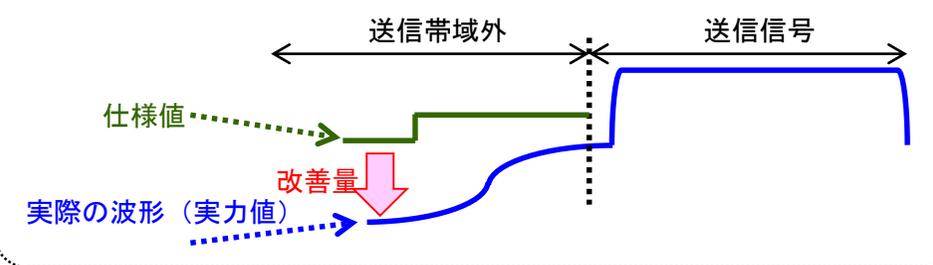
● ステップ3 <確率計算モデル>

被干渉局から一定の範囲内に同一タイミングで送信する複数の端末(陸上移動局)をランダムに配置し、これらの複数の与干渉局から被干渉局に到達する総干渉電力を計算する「モンテカルロ・シミュレーション」を用いて計算

ステップ1 <1対1対向モデル>

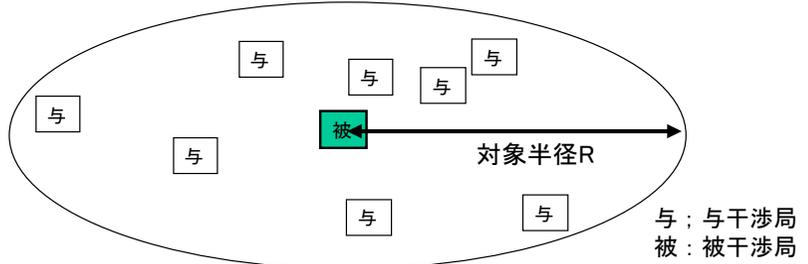


ステップ2 <実力値モデル>



ステップ3 <確率計算モデル>

モンテカルロ・シミュレーション



気象関連システムとの干渉検討の結果 ①

モデル	与干渉	被干渉	計算方法	所要改善量(dB)		備考
				帯域内干渉	帯域外干渉	
I	携帯電話 (陸上移動局)	気象衛星 (極軌道衛星) 受信専用設備	(ステップ3) 確率計算モデル	-4.7	-7.8	-
		気象衛星 (静止衛星) 受信専用設備	(ステップ3) 確率計算モデル	-39.0	-17.1	-
II	気象衛星 (極軌道衛星) 衛星局	携帯電話 (基地局)	(ステップ1) 1対1対向モデル	-14.0	-83.5	-
	気象衛星 (静止衛星) 衛星局		(ステップ1) 1対1対向モデル	-23.7	-96.7	-
III	携帯電話 (陸上移動局)	ラジオゾンデ (地上受信設備)	(ステップ2) 実力値モデル	-6.6	- ※	※ ITU-Rの共用検討パラメータに許容干渉電力が無いため
		ラジオゾンデ (地上受信設備) (M社製)	(ステップ2) 実力値モデル	-12.6	-44.3	
IV	ラジオゾンデ (上空送信設備)	携帯電話 (基地局)	(ステップ1) 1対1対向モデル	-0.2	-23.2	ゾンデ高度101mで所要改善量マイナス
	ラジオゾンデ (上空送信設備) (M社製)		(ステップ1) 1対1対向モデル	-13.8	-1.2	ゾンデ高度40mで所要改善量マイナス

(携帯電話から気象関連システムへの干渉検討)

- 携帯電話陸上移動局から気象関連システムへの与干渉は、1対1対向モデルでの結果等では、ある程度の所要改善量が必要という結果となったものの、実際の運用状況を踏まえた確率計算を行ったところ、概ね問題無いレベルとなった。

(気象関連システムから携帯電話への干渉検討)

- 気象衛星から携帯電話基地局への干渉は、問題無いレベルとなった。ラジオゾンデから携帯電話基地局への干渉については、ラジオゾンデ送信設備が地上に近い場合は若干の影響が残るものの、ラジオゾンデ送信設備は上空へ飛翔するものであることから、携帯電話基地局への影響は概ね問題無いものと考えられる。

【対策例】

今回の結果は、典型的な干渉モデルに基づいて実施したものであり、実際の干渉影響については、運用環境、使用する無線設備のスペック等によるものと考えられる。実際の運用において干渉が発生した場合、以下のような対策を行うことで有害な混信を避けることが可能である。

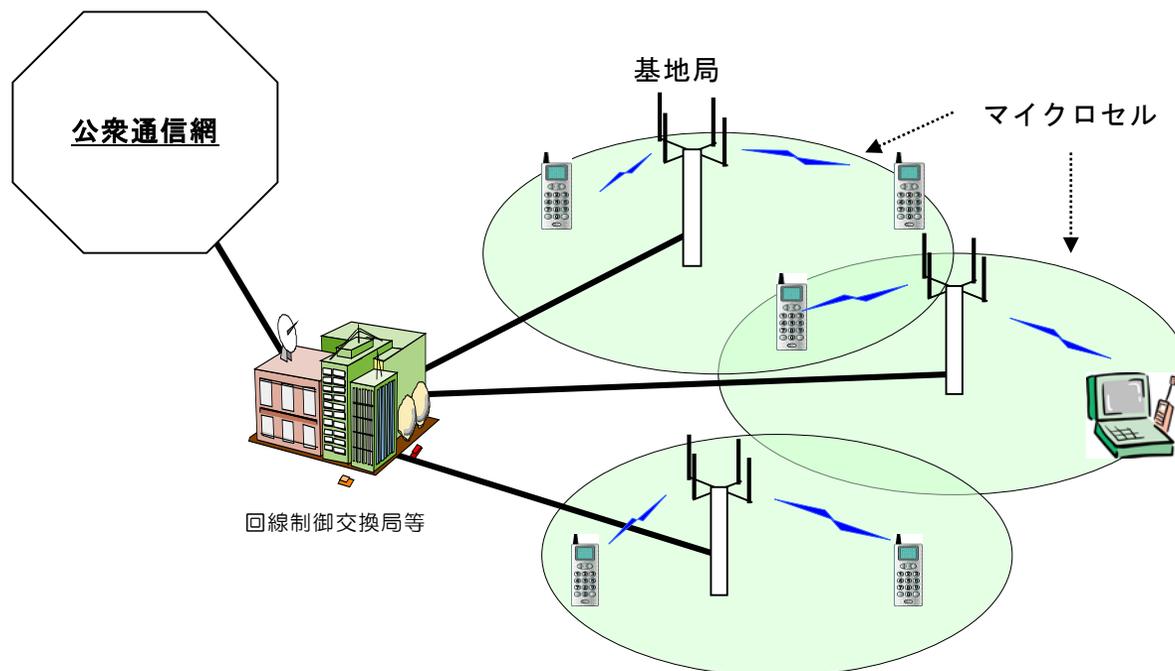
(気象衛星)

- ✓ 気象衛星受信専用設備周辺の携帯電話陸上移動局の送信電力を下げる※
※携帯電話システムでは、陸上移動局の送信電力は基地局により管理されているため、周辺基地局の設定を変更することで、陸上移動局の送信電力を下げる事が可能
- ✓ 気象衛星受信専用設備周辺の携帯電話基地局において、1.7GHz帯携帯電話エリアとならないよう、基地局のアンテナ方向の調整 等

(ラジオゾンデ)

- ✓ ラジオゾンデの打上げ時、携帯電話基地局と一定の離隔距離を確保できる場所を選んで打ち上げる
- ✓ ラジオゾンデの運用時、ラジオゾンデ地上受信設備のアンテナ指向方向に携帯電話を所持した人がいないことを確認する 等

- PHSは、デジタルコードレス電話の子機を利用して屋外での公衆通信網との接続等を可能としたシステムであり、マイクロセルと呼ばれる非常に狭い半径のセルを構成して、音声通信やデータ通信を行うためのシステム。
- 最近の利用状況
 - ー 平成28年度のPHSの基地局等の局数は、411,099局となっており、平成25年度から1.5%増加。PHS陸上移動局*1の無線設備の出荷台数は、平成25年度から平成27年度までの合計で1,596,578台となっており、平成22年度から平成24年度までの合計出荷台数から約75.0%増加。 ※1 PHS陸上移動局は免許等を要しない無線局
 - ー PHSの加入数は、平成9年3月の約670万をピークに減少傾向が続いており、平成28年9月には約370万に減少。PHSで利用されているシステムは、通信量が少ないIoT端末向けのデータ通信モジュールの割合が増加している。
※2 2017年4月、ソフトバンク株式会社および株式会社ウィルコム沖縄は、PHS向け料金プランの新規受付を2018年3月末で停止することを公表。



図：PHSシステムの構成イメージ

PHSとの干渉検討

- 過去の情報通信審議会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成20年12月11日)におけるLTEからPHSに対する干渉検討では、38～48dBの所要改善量に対し、LTE基地局への送信フィルタ、PHS基地局への受信フィルタの挿入やサイトエンジニアリング※により、数十dBの改善量を見込めることから、共用可能とされた。

※アンテナの設置場所及び設置条件(高さ・向き)の調整、LTE基地局とPHS基地局の離隔距離の確保 等

- 現在よりも100kHz高い1880MHzまで携帯電話システム(LTE-Advanced)で利用する場合の干渉検討は、以下のとおり。

【LTE-AdvancedからPHS】

- ・ (LTE-AdvancedからPHSに対する帯域内干渉)

LTE基地局の現在の送信フィルタをそのまま流用するなどの方法により、LTEからの不要発射強度を従来と同じ値に抑えることができれば、過去の共用検討の範囲内となる。

- ・ (LTE-AdvancedからPHSに対する帯域外干渉)

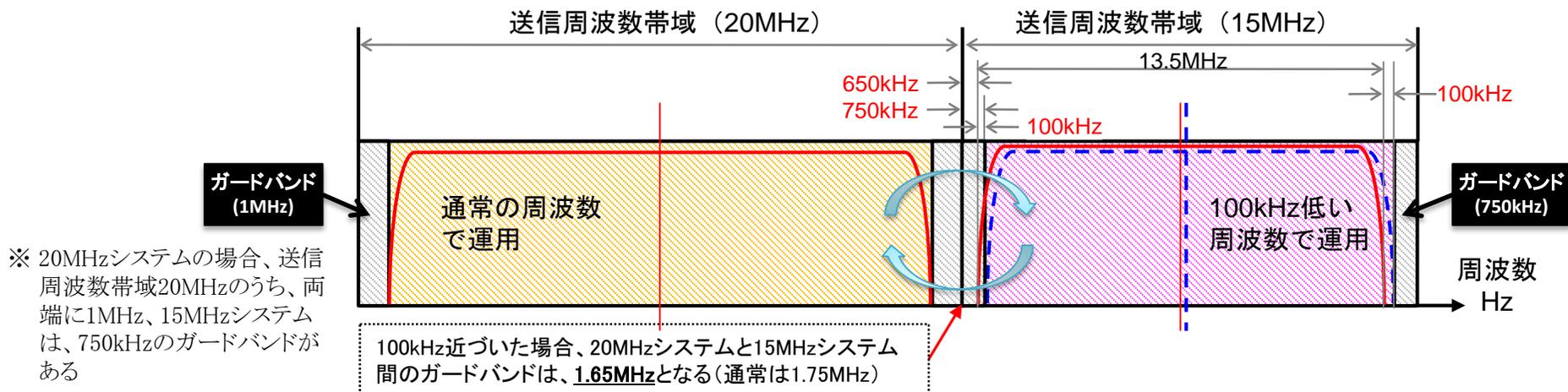
LTEの搬送波の位置が接近するとPHSの感度抑圧レベルが劣化することが考えられるが、接近幅は現在のガードバンド4.6MHz幅に対して十分に小さい100kHzであることから、追加で必要となる改善量は過去の共用検討における所要改善量に比べ十分低いレベル(1dB未満)となる。したがって1880MHzまでLTE-Advancedを利用する場合においても従来と同様に、サイトエンジニアリング等を行うことにより共用可能であると考えられるため、過去の共用検討の範囲内となる。

【PHSからLTE-Advanced】

- ・ PHSからLTE-Advanced陸上移動局に対する帯域内干渉、帯域外干渉については、過去の情報通信審議会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成17年5月30日)において、上限周波数を1880MHzとしたW-CDMA移動局との共用検討が実施済み。LTE-Advanced陸上移動局の許容雑音電力及び感度抑圧電力は、W-CDMA移動局と同一であることから、PHSからLTE-Advancedに対する共用検討は、過去の共用検討の範囲内となる。

LTE-Advanced相互間の干渉検討

- 携帯電話用周波数として、最大「上り1710-1785MHz」、「下り1805-1880MHz」を利用することとなった場合、現在同帯域で移動通信システム(LTE-Advanced)を運用している携帯電話事業者は、国際的な周波数の調和を図る観点から、運用しているシステムを100kHz高い周波数にスライドさせる場合が想定される。
- 運用中のシステムの周波数をスライドさせるためには、一定の移行期間が必要となるが、タイミングによっては、隣接するLTE-Advanced同士の間隔が通常よりも100kHz近接した状態となることが想定される。
- このため、LTE-Advancedの搬送波が通常よりも100kHz近接した場合のLTE-Advanced相互間の影響について検討を行った。



図：LTE-Advancedの搬送波が100kHz近接した場合の周波数配置の例

干渉検討

- ✓ 上図のとおり、高い周波数のLTEの搬送波が通常よりも100kHz低い周波数で運用されている場合、実際に運用されている基地局等の実力値が、通常の周波数配置における隣接チャネル漏洩電力の規定値を満足できるのであれば、実運用上の影響は発生しないものと考えられる。
- ✓ 一般的に、基地局等の無線設備は、隣接チャネル漏洩電力の規定値に対して、一定のマージンを持って設計、開発されているため、中心周波数が100kHz低い場合であっても、通常の周波数配置における隣接チャネル漏洩電力の規定値を満足できるものと考えられる。よって、実運用上の問題となるような影響が生じることはないと考えられる。ただし、実際に運用を行う際は、隣接するLTEのシステム間で影響を及ぼさないよう、隣接帯域を使用する事業者同士で調整等を行った上で運用することが必要である。

1. 検討の背景

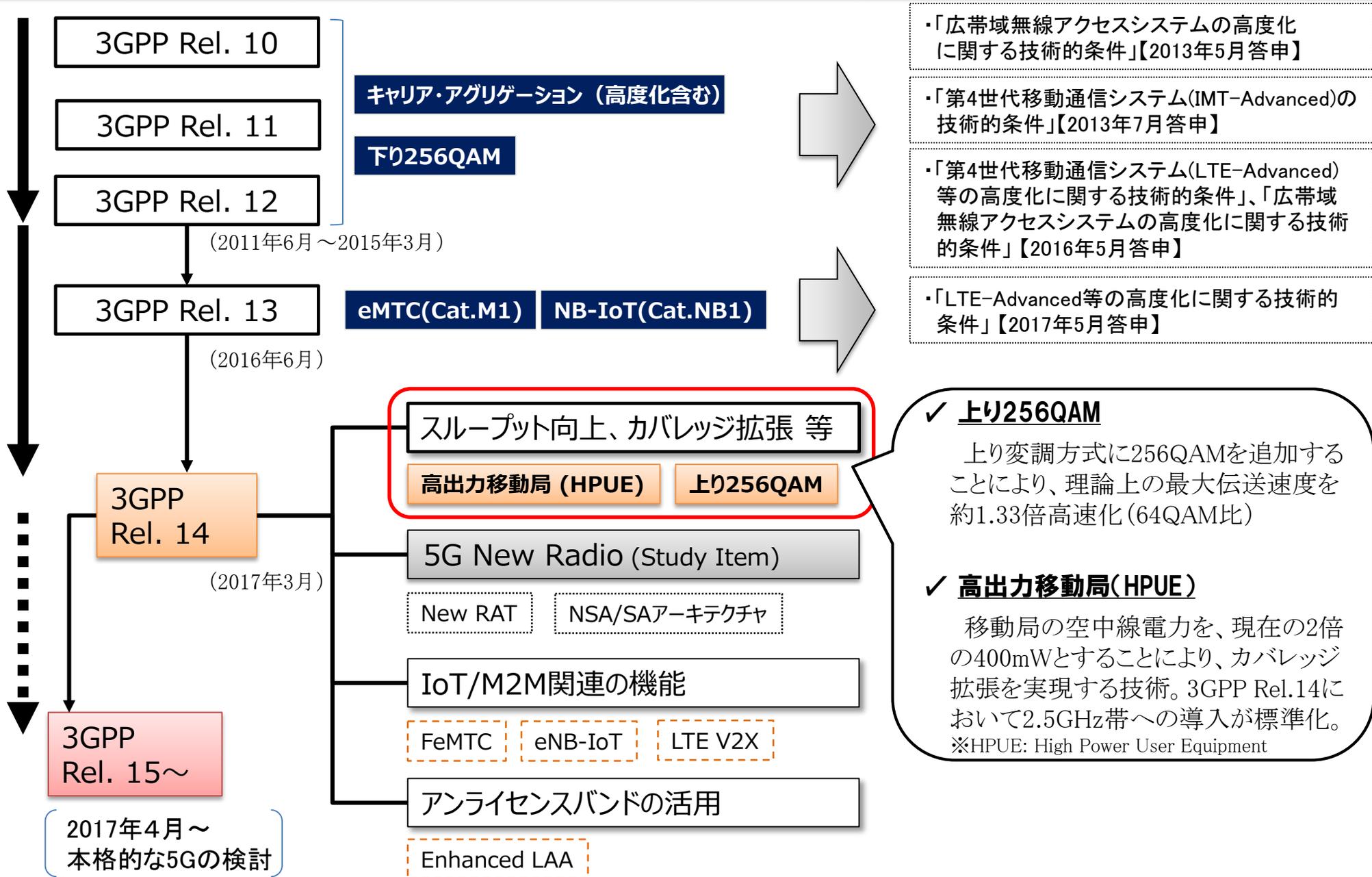
2. 5Gの基本コンセプト

3. 携帯電話用の周波数確保に向けた考え方

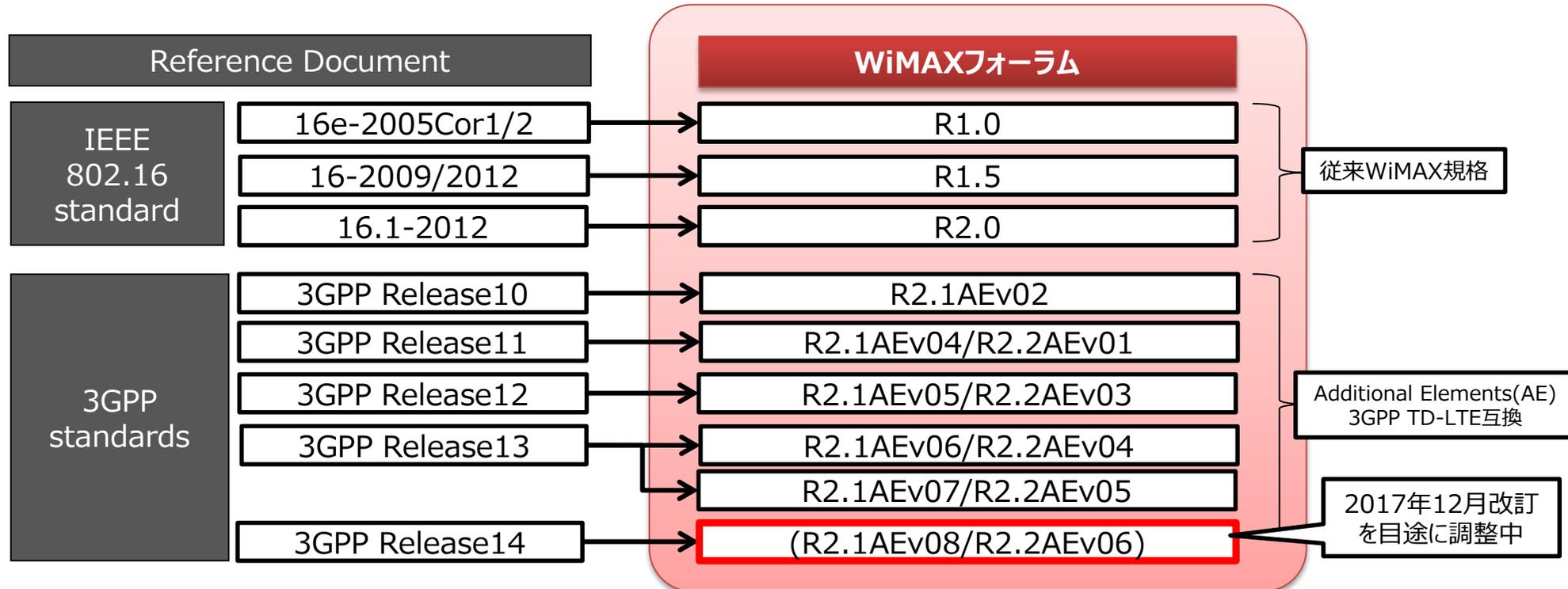
4. 1.7GHz帯へのLTE-Advancedの導入

5. LTE-Advanced等の高度化

6. LTE-Advanced等の技術的条件



- ✓ 2012年10月、従来のWiMAX仕様に加え、3GPPのTD-LTE仕様を参照することによりグローバル化と互換性の確保を図るAdditional Elements (AE)を導入 (WiMAXフォーラム リリース2.1)。
- ✓ 2016年12月、eMTCを含む3GPP リリース13の内容を反映した、R2.1AEv06(MS・BS)/07(Relay)及びR2.2AEv04(MS・BS)/05(Relay)を策定。
- ✓ 2017年12月、HPUEを含む3GPP リリース14の内容を反映した、R2.1AEv08及びR2.2AEv06を策定予定。



XGPフォーラムにおける検討状況

- ✓ 2012年1月、3GPPのTD-LTE仕様を参照するGlobal modeを導入(バージョン2.3)。
- ✓ 2017年3月に策定された3GPP リリース14に対応したXGPバージョン3.4 (HPUE含む)について、2017年12月XGPフォーラム承認を目標に標準化準備中。

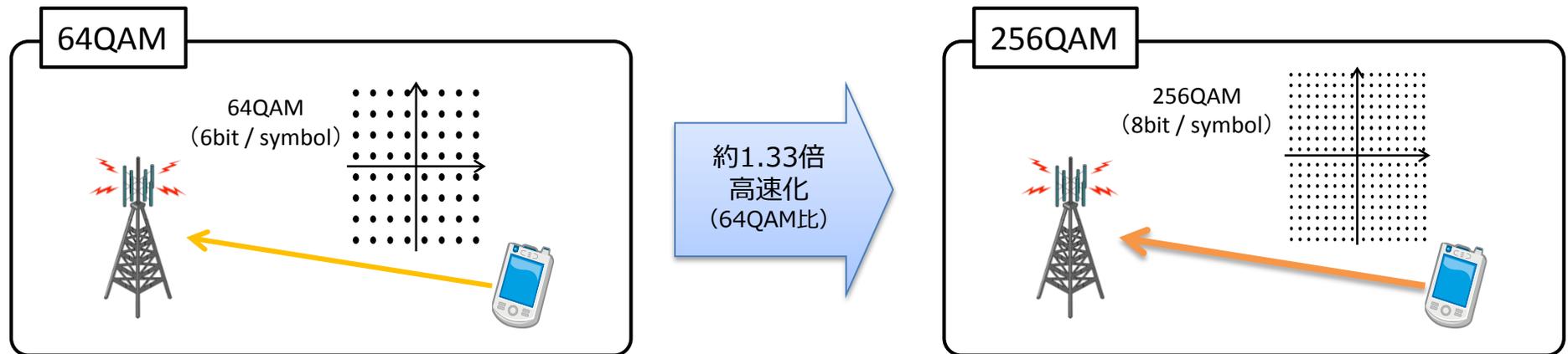
Version	Date of Issue	Revision work	Supporting 3GPP release
Ver2.2	2011.04	➤ Harmonize with LTE(TDD mode)	-
Ver2.3	2012.01	➤ Global mode	Release 8
Ver2.4	2012.11	➤ Enhanced Global mode	Release 9
Ver3.0	2013.05	➤ CA	Release 10
Ver3.1	2014.02	➤ CA Enhancement	Release 11
Ver3.2	2015.09	➤ UP link CA, 256QAM	Release 12
Ver3.3	2017.03	➤ eMTC	Release 13
Ver3.4	2017.12	➤ Advanced technology (HPUE)	Release 14

Ver.2.2以降、TD-LTE互換システム

	FY2016	FY 2017			
	4Q 2017/1-3	1Q 2017/4-6	2Q 2017/7-9	3Q 2017/10-12	4Q 2018/1-3
3GPP Release14	▲ 基本仕様完成				
Drafting		▲ 準備作業	▲ ドラフト作業	▲ 改版提案	
XGP Forum Specification				▲ TWG承認 XGP Forum総会承認 ▲	

1. 上り256QAMの追加

- 3GPPリリース14において、上り方向（移動局送信→基地局受信）の伝送速度の更なる高速化のため、変調方式に256QAMが追加。
- 256QAMを追加することにより、理論上の最大伝送速度は64QAMの場合と比較して約1.33倍の高速化が実現。



2. 他の無線システムとの共用検討

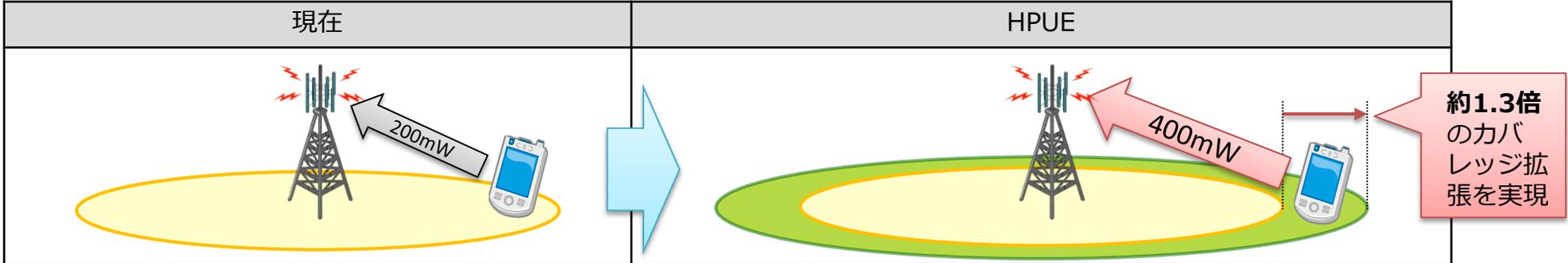
- 上り変調方式の多値化は、不要発射強度の値等の干渉検討に用いる送信パラメータに変更を及ぼさない。
- このため、上り256QAMについて、これまでの干渉検討の内容でカバーされていることから、新たな共用検討は不要である。

2.5GHz帯高出力移動局（HPUE）

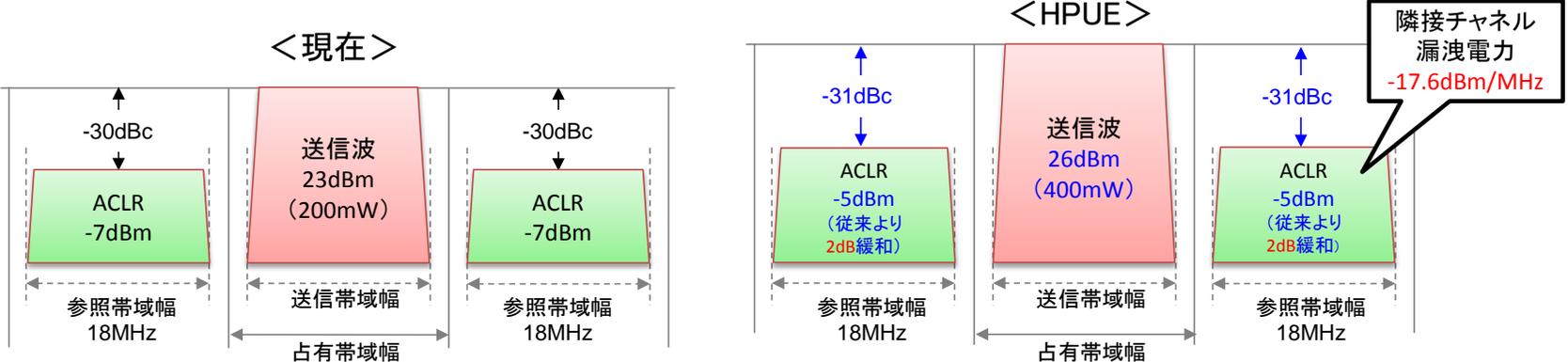
1. 高出力移動局（HPUE）の技術概要

- 移動通信システムのカバレッジは、基地局側の出力よりも移動局側の出力に依存しているため、移動局の空中線電力を上げることにより、カバレッジ拡張を行うことができる。HPUEでは、空中線電力を現在の2倍の400mWとすることにより、カバレッジを約1.3倍拡張（面積比）することが期待。※HPUEは、キャリアアグリゲーション非対応
- 移動局の最大空中線電力が400mWに増加されたことに伴い、隣接チャンネル漏洩電力の許容値が従来から2dB緩和※。スペクトラムマスク、スプリアスの不要発射強度の許容値については、変更なし。

※ 3GPPにおいて、空中線電力400mWに対応した移動局の隣接チャンネル漏洩電力の規定値が、従来の-30dBc（-7dBm、-19.6dBm/MHz）から、-31dBc（-5dBm、-17.6dBm/MHz）に変更。このため、隣接チャンネル漏洩電力の許容値が従来から2dB緩和。



図：HPUE導入によるカバレッジ拡張のイメージ



図：3GPPにおけるHPUEの隣接チャンネル漏洩電力の規定

高出力移動局(HPUE)の共用検討

<空中線電力>

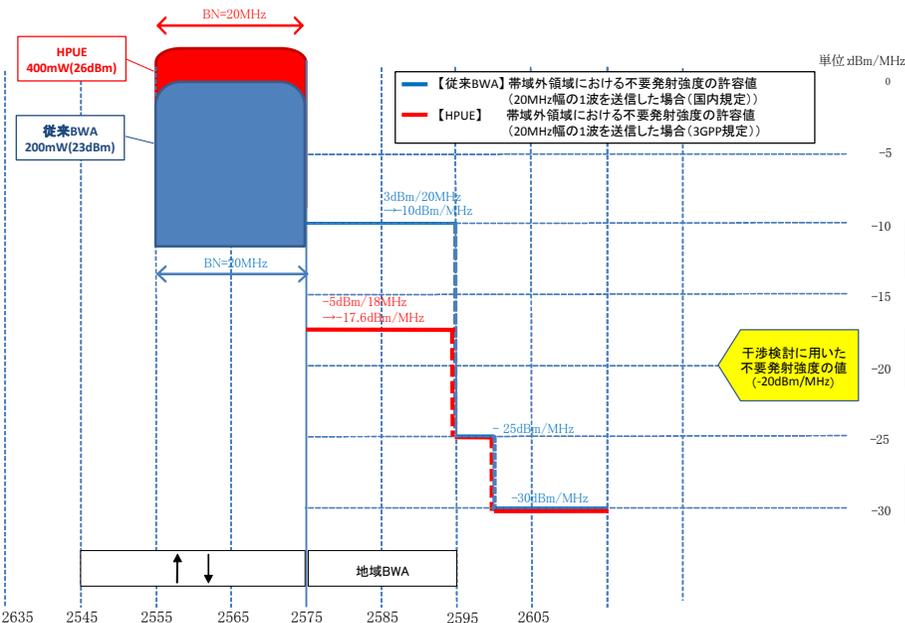
- 過去の情報通信審議会 携帯電話等高度化委員会報告(平成24年4月25日/平成25年5月17日)において、XGP / WiMAX R2.1AEと他の無線システムとの共用検討は、等価等方輻射電力(EIRP)27dBm^{※1}で実施。
- 空中線電力が200mW(23dBm)を超える場合の送信空中線の絶対利得を1dBi以下とすれば、空中線電力が400mWの場合でもEIRPは27dBm^{※2}となるため、過去の共用検討の範囲に収まる。

※1 空中線電力23dBm + 送信空中線の絶対利得 4dBi

※2 空中線電力26dBm + 送信空中線の絶対利得 1dBi

<隣接チャネル漏洩電力の影響 ①BWA同士>

- 下左図のとおり、地域BWAの領域では、隣接チャネル漏洩電力の値が適用される。3GPPにおけるHPUEの隣接チャネル漏洩電力の値の-17.6dBm/MHzに、送信空中線の絶対利得1dBiを加味した場合、-16.6dBm/MHzとなる。
- 一方、過去の情報通信審議会で共用検討を行った際の不要発射の値である-20dBm/MHzに、送信空中線の絶対利得4dBiを加味した値は、-16dBm/MHzとなる。よって、HPUEの送信空中線の絶対利得を1dBi以下とすれば、HPUEの値は過去の共用検討の際のパラメータより0.6dB低い値となるため、過去の共用検討の範囲内に収まる。



<過去の共用検討のパラメータ>

不要発射-20dBm/MHz

+

送信空中線の絶対利得4dBi

帯域外輻射-16dBm/MHz

<HPUE>

隣接チャネル漏洩電力-17.6dBm/MHz

+

送信空中線の絶対利得1dBi

帯域外輻射-16.6dBm/MHz

0.6dB厳しい

図：過去の共用検討パラメータと3GPPにおけるHPUEの規定の比較

高出力移動局(HPUE)の共用検討

<隣接チャネル漏洩電力の影響 ②対N-Star>

- 不要発射強度については、帯域外領域における不要発射強度の許容値とスプリアス領域における不要発射強度の許容値のうち低い方を満たすこととされている。
- N-Star(下り)帯域内におけるHPUEの最も低い不要発射強度の値は、スプリアス領域における不要発射の値(-30dBm/MHz ~ -25dBm/MHz)であり、これらの値は、過去の共用検討で用いた不要発射の値(-25dBm/MHz)以下となるため、過去の共用検討の範囲内に収まる。
- N-Star(上り)帯域内におけるHPUEの最も低い不要発射強度の値は、帯域外領域における不要発射の値(-30dBm/MHz ~ -17.6dBm/MHz)であり、これらの値は、過去の共用検討で用いた不要発射の値(-13dBm/MHz)以下となるため、過去の共用検討の範囲内に収まる。

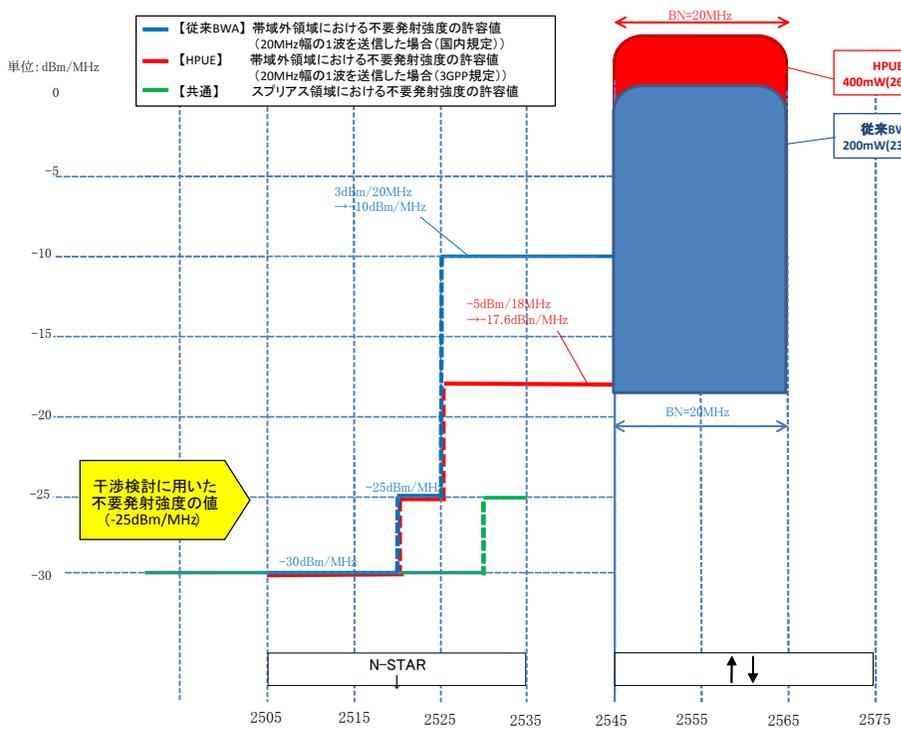


図 N-STAR(下り)帯域(2,505~2,535MHz)への不要発射

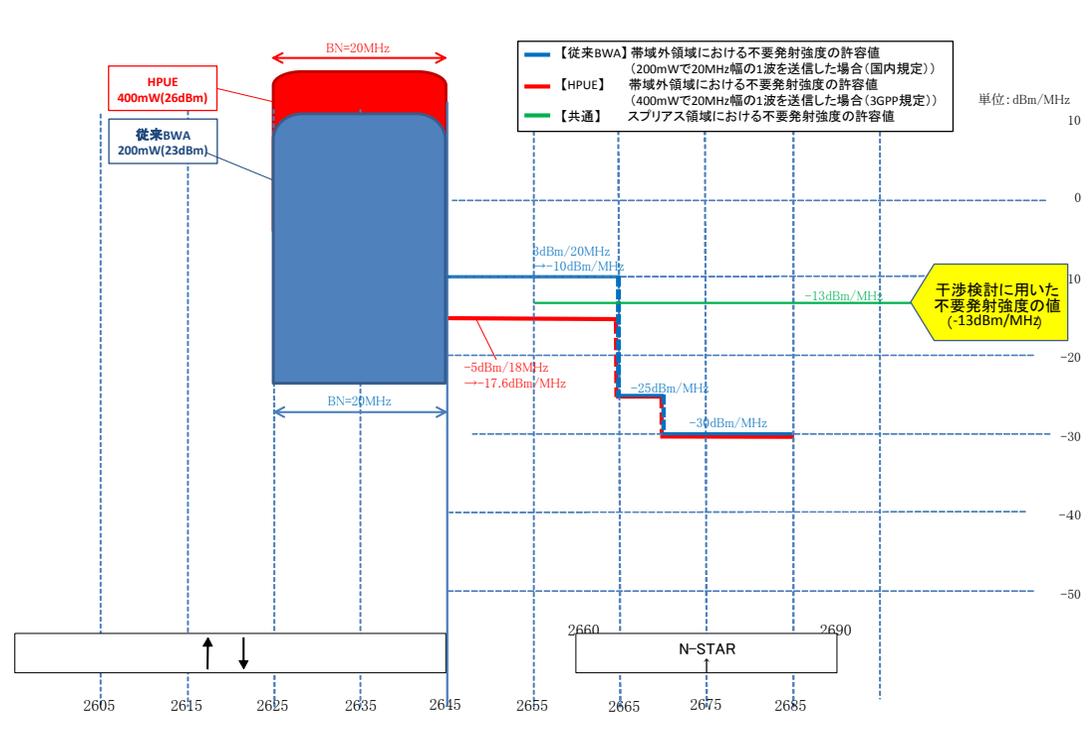


図 N-STAR(上り)帯域(2,660~2,690MHz)への不要発射

電波防護指針

電波防護指針の適用

- 上り多値変調方式の追加(256QAM)及び高出力移動局(HPUE)は、上り速度の高速化やカバレッジ拡張を実現する技術であり、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。
- 256QAM及び高出力移動局(HPUE)を搭載した移動局について、比吸収率(SAR)の許容値の規定を適用することが不合理であるものとして総務大臣が別に告示する無線設備を除き、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。

(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又は広帯域移動無線アクセスシステムの陸上移動局^(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. 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. 1.7GHz帯へのLTE-Advancedの導入

5. LTE-Advanced等の高度化

6. LTE-Advanced等の技術的条件

		LTE-Advanced	
周波数帯		3.5GHz帯	700MHz帯、800MHz帯、900MHz帯、1.5GHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯
通信方式		TDD	FDD (LTE-A、eMTC) HD-FDD (eMTC、NB-IoT)
多重化方式/ 多元接続方式	下り	OFDM及びTDM	OFDM及びTDM
	上り	SC-FDMA	SC-FDMA
変調方式	基地局	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
	移動局	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/ <u>256QAM</u>	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/ <u>256QAM</u> (LTE-A) BPSK/QPSK/16QAM (eMTC) $\pi/2$ -BPSK/ $\pi/4$ -QPSK/QPSK (NB-IoT)
占有周波数帯幅の 許容値	基地局	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz
	移動局	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz	5MHz/10MHz/15MHz/20MHz (LTE-A)、 1.4MHz (eMTC)、200kHz (NB-IoT)
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±3.0dB以内	定格空中線電力の±2.7dB以内
	移動局	定格空中線電力の最大値は23dBm以下	定格空中線電力の最大値は23dBm以下
		定格空中線電力の+3.0dB/-6.7dB	定格空中線電力の+2.7dB/-6.7dB (LTE-A) 定格空中線電力の+2.7dB/-3.2dB (eMTC) 定格空中線電力の±2.7dB (NB-IoT)

※ 上記のほか、LTE-Advanced (FDD方式) について、1.7GHz帯の周波数拡張に伴うスプリアス領域における不要発射の許容値に関する規定を改正

広帯域移動無線アクセスシステム（BWA）の技術的条件

			WiMAX (3GPP参照規格)	XGP
周波数帯			2.5GHz帯	2.5GHz帯
通信方式			TDD	TDD
多重化方式／ 多元接続方式	下り	基地局	OFDM及びTDM/OFDM、TDM及びSDMのいずれかの複合方式	OFDM及びTDM/OFDM、TDM及びSDMのいずれかの複合方式
		小電力レピータ	OFDM及びTDM/OFDM、TDM及びSDM/ のいずれかの複合方式	OFDM及びTDM/OFDM、TDM及びSDM/ のいずれかの複合方式
	上り	移動局/ 小電力レピータ	SC-FDMA及びTDMA/SC-FDMA、TDMA及びSDMA のいずれかの複合方式	OFDMA及びTDMA/OFDMA、TDMA及びSDMA/SC-FDMA 及びTDMA/SC-FDMA、TDMA及びSDMAのいずれかの複合方式
変調方式	共通	基地局/移動局/ 小電力レピータ	BPSK/QPSK/16QAM/32QAM/64QAM/256QAM BPSK/QPSK/16QAM (eMTC)	BPSK/QPSK/16QAM/32QAM/64QAM/256QAM BPSK/QPSK/16QAM (eMTC)
占有周波数帯 幅の許容値	下り	基地局/ 小電力レピータ	10MHz/20MHz	2.5MHz/5MHz/10MHz/20MHz
		移動局	10MHz/20MHz 1.4MHz (eMTC)	2.5MHz/5MHz/10MHz/20MHz 1.4MHz (eMTC)
	上り	小電力レピータ	10MHz/20MHz	2.5MHz/5MHz/10MHz/20MHz
最大空中線電 力及び送信空 中線絶対利得	下り	基地局	20W以下 (10MHzシス)、40W以下 (20MHzシス) 送信空中線絶対利得：17dBi以下	20W以下 (2.5MHzシス/5MHzシス/10MHzシス)、40W以下 (20MHzシス) 送信空中線絶対利得：17dBi以下
		小電力レピータ	600mW以下 (再生型、200mW以下／搬送波)、200mW以下 (非再生型) 送信空中線絶対利得：4dBi以下	600mW以下 (再生型、200mW以下／搬送波)、200mW以下 (非再生型) 送信空中線絶対利得：4dBi以下
	上り	移動局	送信空中線絶対利得：4dBi以下 (ただし、空中線電力が200mWを越える 場合の送信空中線の絶対利得は、1dBi以下)	送信空中線絶対利得：4dBi以下 (ただし、空中線電力が200mWを越える 場合の送信空中線の絶対利得は、1dBi以下)
		小電力レピータ	600mW以下 (再生型、200mW以下／搬送波)、200mW以下 (非再生型) 送信空中線絶対利得：4dBi以下	600mW以下 (再生型、200mW以下／搬送波)、200mW以下 (非再生型) 送信空中線絶対利得：4dBi以下

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
栄藤 稔	株式会社NTTドコモ 執行役員
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 (第2回～)
岡 秀幸	パナソニック株式会社 エコソリューションズ社 常務
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
佐々木 繁	株式会社富士通研究所 代表取締役社長 (第1回)
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
徳永 順二	ソフトバンク株式会社 常務執行役員
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

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
基本コンセプト作業班 構成員名簿 (敬称略)

50

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
岩浪 剛太	株式会社インフォシティ 代表取締役
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
大西 完司	ソニー株式会社 R&Dプラットフォーム 研究開発企画部門 専任部長
上村 治	ソフトバンク株式会社 渉外本部 本部長代理
佐藤 孝平	第5世代モバイル推進フォーラム 事務局長 / 一般社団法人電波産業会 参与 (標準化統括)
清水 俊光	日本電気株式会社 執行役員 (第8回)
庄納 崇	インテル株式会社 通信デバイス事業本部 グローバルワイヤレス営業本部 日本担当 ディレクター
辻 ゆかり	日本電信電話株式会社 ネットワーク基盤技術研究所 所長
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
橋本 和哉	日本電気株式会社 テレコムキャリアビジネスユニット 理事 (第1回~第7回)
林 俊樹	株式会社ゲオネットワークス 代表取締役
平松 勝彦	パナソニック株式会社 AVCネットワークス社 技術本部 通信技術総括担当
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

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
青山	恭弘	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 イノベーションセンター 無線ソリューション開発部 部長
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 渉外本部 本部長代理
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
城田	雅一	クアルコムジャパン株式会社 標準化担当部長
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
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