

# 新世代モバイル通信システム委員会における検討状況

---

平成29年5月31日

# 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

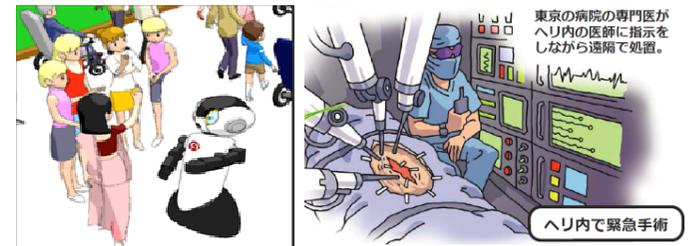
超低遅延

**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

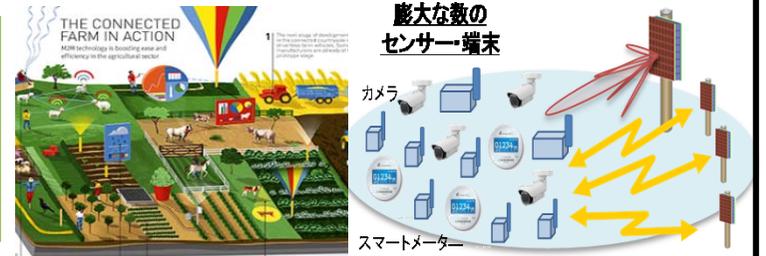


ロボットを遠隔制御

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

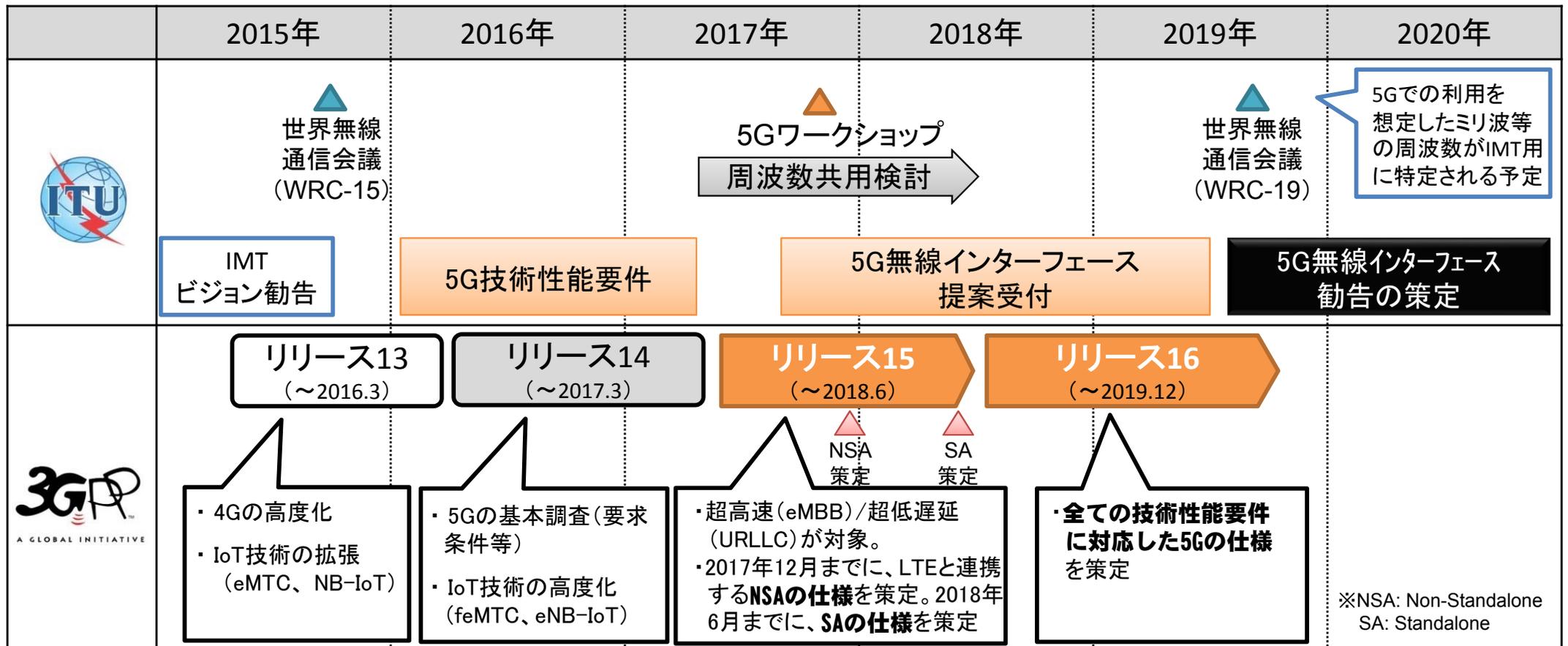
# 5Gの国際標準化動向

## ● 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)無線インターフェースの提案を受付けを行い、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～

- ✓ 2017年2月のITU会合(SG5/WP5D)において、IMT-2020無線インタフェースの技術性能要件に関するITU-R報告案をとりまとめ。
- ✓ 5つの評価環境について、13の技術性能要件の項目と要求値について合意。

評価環境 要求条件	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)
1 最高伝送速度	下り:20Gbit/s、上り:10Gbit/s			—	—
2 最高周波数効率	下り:30bit/s/Hz、上り:15bit/s/Hz			—	—
3 ユーザ体感伝送速度	—	下り:100Mbit/s 上り:50Mbit/s	—	—	—
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	—	—
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	—	—
6 エリア当たりの通信容量	10Mbit/s/m <sup>2</sup>	—	—	—	—
7 遅延(U-Plane)	4ms			—	1ms
遅延(C-Plane)	20ms			—	20ms
8 端末接続密度	—	—	—	1,000,000台/km <sup>2</sup>	—
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)			—	—
10 信頼性	—	—	—	—	伝送成功確率 $1-10^{-5}$ (L2 PDUサイズ32byte)
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)	—	—
12 移動時中断時間	0ms			—	0ms
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				

# 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
<b>(基地局)</b>					
	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 <sup>2</sup>	10局/km <sup>2</sup>	30局/km <sup>2</sup>	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
<b>(移動局)</b>					
	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 <sup>2</sup>	30台/km <sup>2</sup>	100台/km <sup>2</sup>	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

# 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
- ✓ 必ずしも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、多数同時接続といった機能、品質を提供**

## あらゆる要望に柔軟に対応（超柔軟性）

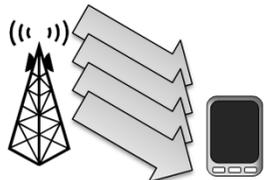
4Gまで：最大限のスループットを確保し、高速・大容量通信の提供を目指したシステム。通信速度、遅延時間、カバレッジなどに限界があり、全てのユースケースへの対応は困難

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

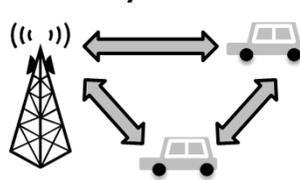
拡張モバイルブロードバンド  
enhanced  
Mobile BroadBand



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

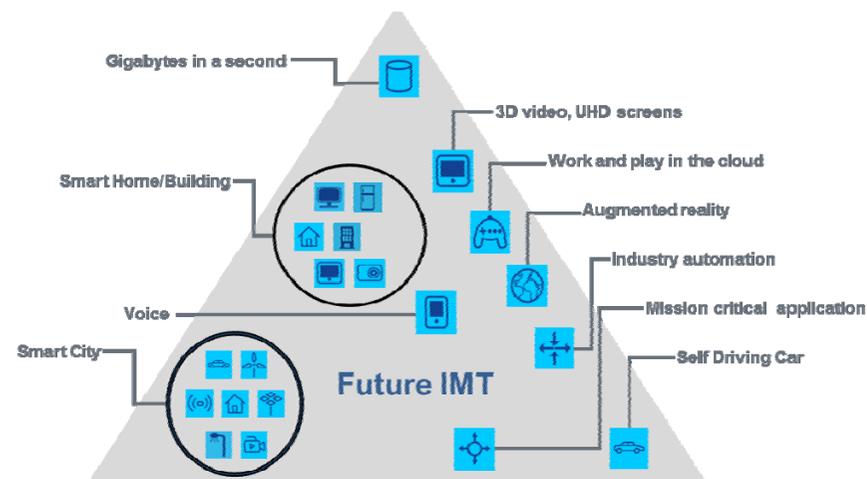


<5Gの利用シナリオ>

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 Communication)

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

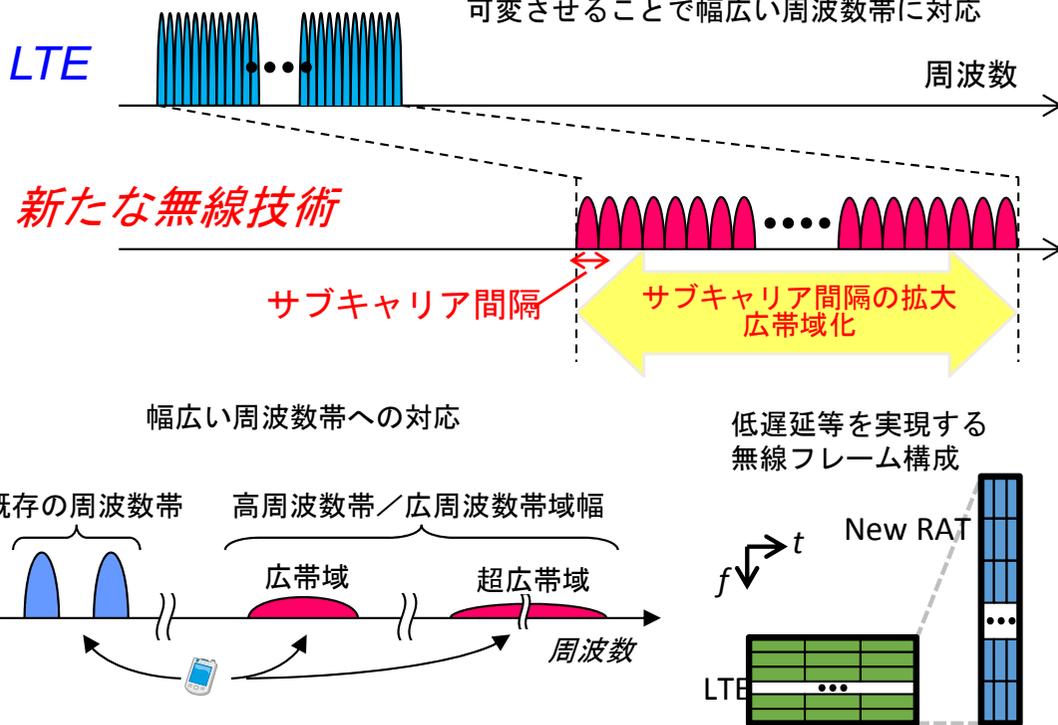
# 5Gのネットワーク構成

- ✓ 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**5Gの新たな無線技術 (5G New Radio (NR))** が検討
- ✓ **5Gは、新たな無線技術(NR)と高度化されたLTEの両方で構成**される移動通信システム

## 5Gの新たな無線技術 (5G NR)

- 超高速実現に必要となる数百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

周波数帯に応じて無線パラメータを可変させることで幅広い周波数帯に対応



## 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

高度化LTE

新たな無線技術 (NR)

連携

漸次適用

【周波数帯】  
800MHz、1.5GHz、  
2GHzなど既存の周  
波数帯を活用

【周波数帯】  
6GHz以下、6GHz以  
上などの新たな周  
波数帯を活用

- ※ 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

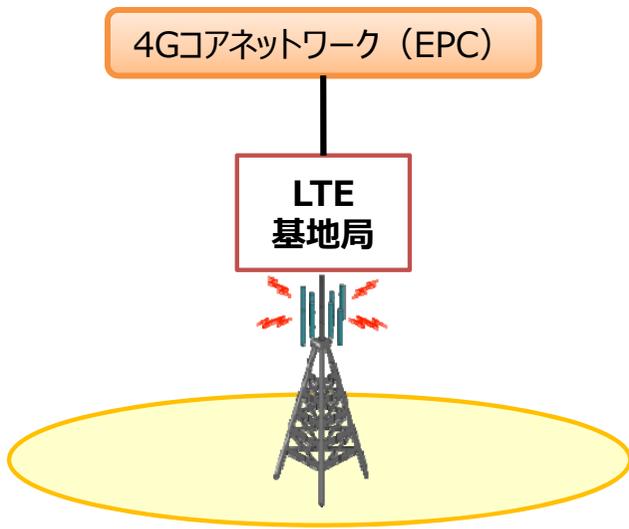
# 4Gから5Gへの移行

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。

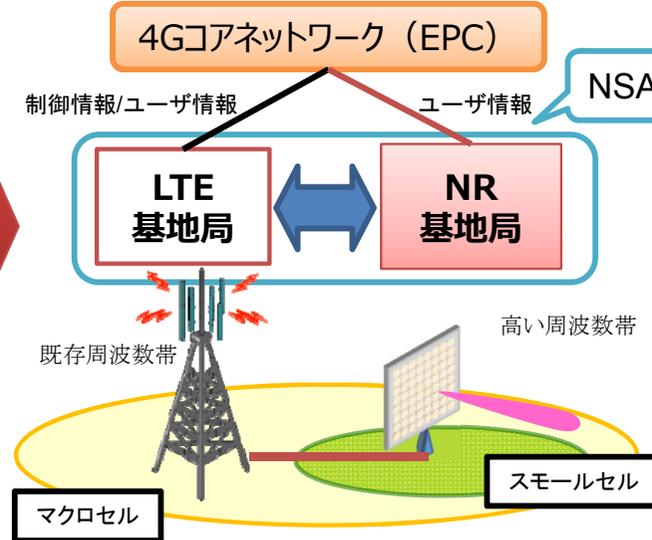
【202X年】 ネットワークスライシング等に対応した**5Gコアネットワークが導入**されるとともに、**SA(Standalone)構成**のNR基地局の運用が開始され、**既存周波数帯域へのNR導入が進展**。超高速、多数同時接続、高信頼・低遅延などの要求条件に対応した5Gサービスの提供が開始。

## 現在【LTEの面展開】



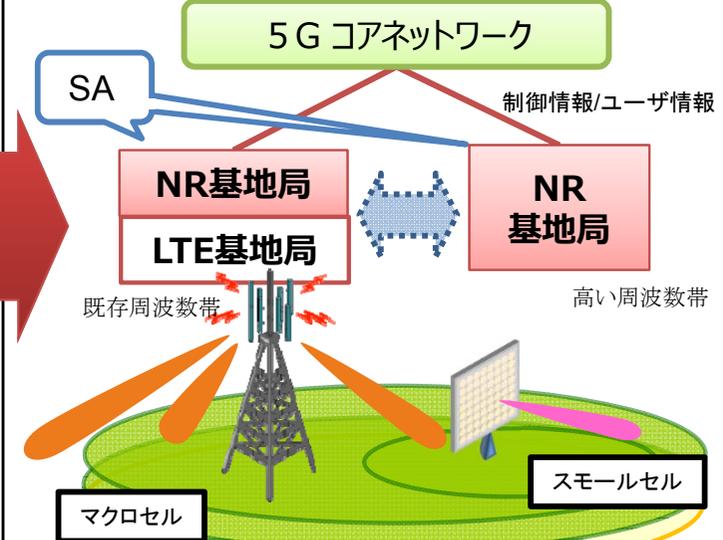
- LTE、LTE-Advancedをベースとしたネットワーク構成であり、3GPPでの検討状況を踏まえ、上りCAの導入や256QAM導入などの高度化
- 800MHz、2GHzなどの周波数帯を用いて、スマートフォン向けサービスを念頭に、高いスループットを実現する面的なサービスエリアを展開
- NB-IoTやeMTCなどのワイドエリア、省電力を特徴としたIoT技術を先行導入

## 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

# 5Gの実現に必要なとなる周波数

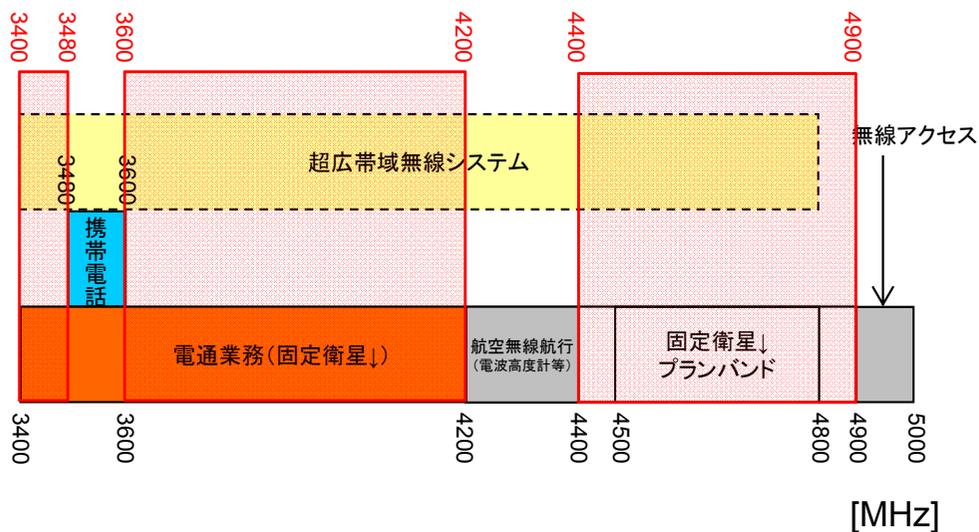
## 周波数に関する主な意見

- ✓ **5Gの候補周波数帯(3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯)を早期に割り当てるべき**
- ✓ 日本独自の周波数とならないよう、主要国・地域との連携を進め、**5G用周波数の国際調和を推進**すべき
- ✓ WRC19の候補帯については、低い帯域から検討を進めるべき
- ✓ 周波数逼迫対策やIoT等の4G上の新たなアプリケーションのため、**1.7GHz帯等を早期に割り当てるべき**

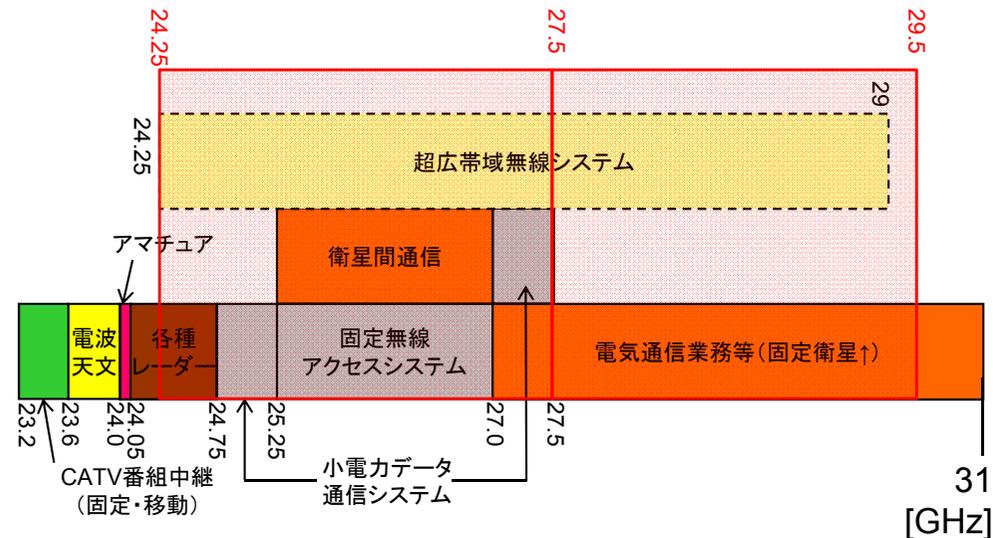
 今後、ITUや3GPP等における5Gの無線インターフェースに関する国際標準化動向を見極めつつ、周波数帯毎に割当時期を明記した**周波数割当ロードマップ**の検討を推進

	現状	電波政策2020懇談会 報告書における記載
3.6-4.2GHz	3.6-4.2GHz: 衛星地球局(固定) 4.2-4.4GHz: 航空機電波高度計 ※一部帯域は、欧州、米国等と連携できる可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ カバレッジ等において特長を有する6GHz帯以下の周波数帯も利用可能とする観点から、国際的調和、機器調達の見込み、既存システムとの周波数共用検討の状況を踏まえつつ検討を推進する。</li> <li>・ その際、3.6GHz-3.8GHz帯は3GPPバンドであり一部は米国等でIMT特定もされているが、国内の衛星通信システムとの共用が必要であること、4.4GHz-4.9GHz帯は、国内における周波数確保を検討するとともに、一層の国際的調和や連携を推進することが望ましいこと等に留意する。</li> </ul>
4.4-4.9GHz	4.2-4.4GHz: 航空機電波高度計 4.9-5.0GHz: 無線アクセスシステム ※一部帯域は、中国と連携できる可能性	
27.5-29.5GHz	27.5-29.5GHz: 人工衛星局(固定) ※一部帯域は、米、韓と連携できる可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 米国及び韓国等において5Gの候補周波数帯として具体的な検討が進んでいることを踏まえ、国際的調和を図りつつ、研究開発の状況及び幅広い帯域の確保の可能性等を踏まえて検討を推進する。</li> </ul>
WRC-19議題1.13の候補周波数	様々な無線システムで利用 ※24.5-27.5GHzは、欧州と連携できる可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国際的調和を確保し、研究開発の状況及び既存システムとの周波数共用検討の状況を踏まえて、十分な帯域幅の移動通信システム用の周波数帯を確保する</li> </ul>
1.7GHz帯	公共業務(固定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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に、公共業務用無線局を含めた周波数共用や再編について検討を推進する。</li> </ul>
2.3GHz帯	公共業務(固定・移動)	
2.6GHz帯	衛星移動通信システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次期衛星移動通信システム等を検討する際に、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。</li> </ul>
3.4-3.48GHz	音声FPU、STL/TTL/TSL 監視・制御回線 ※技術的条件は策定済み	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存無線局は最長で2022年11月までに周波数移行をすることとされているが、移行を早期に進める観点から終了促進措置の活用等を含めた検討を推進する。</li> </ul>

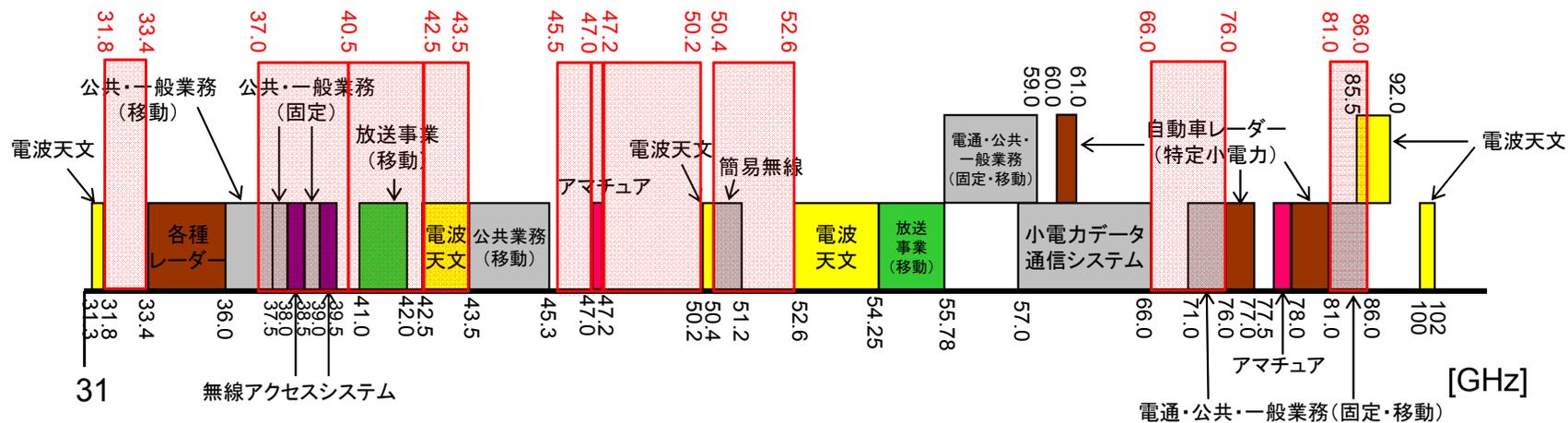
## 1. 3.4-4.9GHz周辺の使用状況



## 2. 24.25-29.5GHz周辺の使用状況

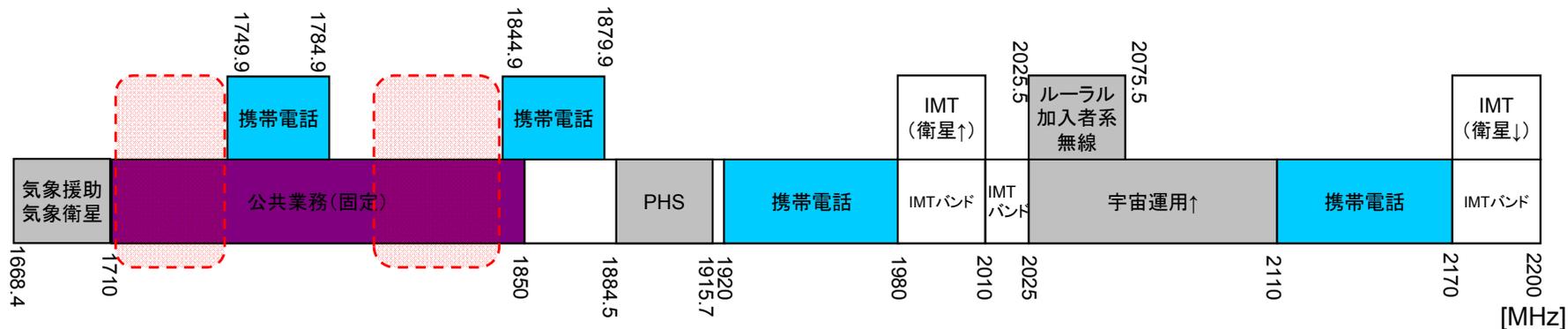


## 3. 29.5-86GHz周辺の使用状況

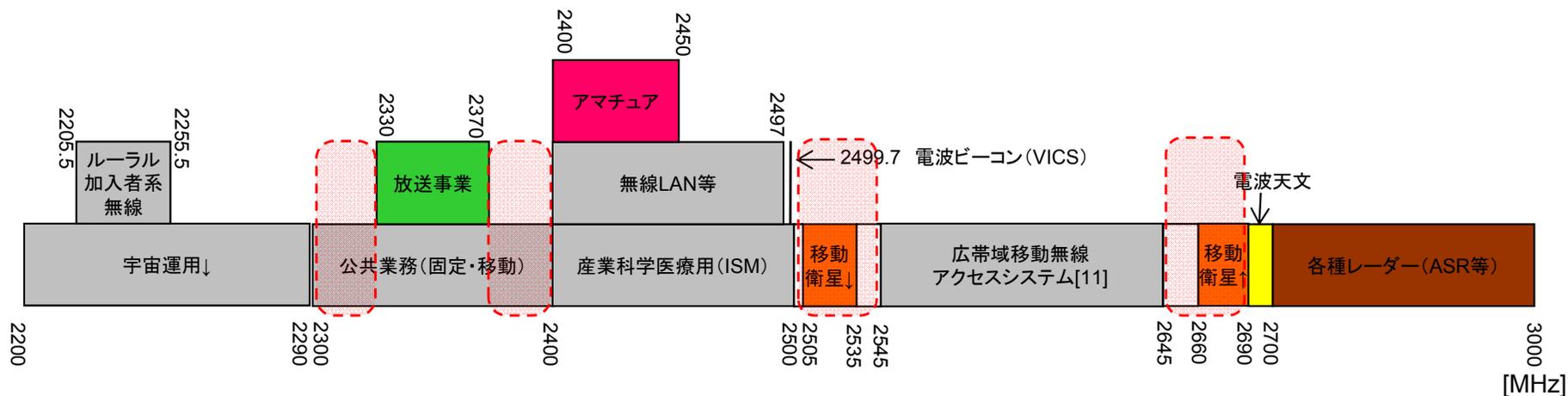


※我が国の電波の使用状況(平成28年12月)より作成

## 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