

5G・ローカル5Gの取り組み

電波利活用ウェビナー2020
令和2年10月28日

総務省 総合通信基盤局
電波部 移動通信課
翁長 久

Contents

0 はじめに

1 国際標準化の動向

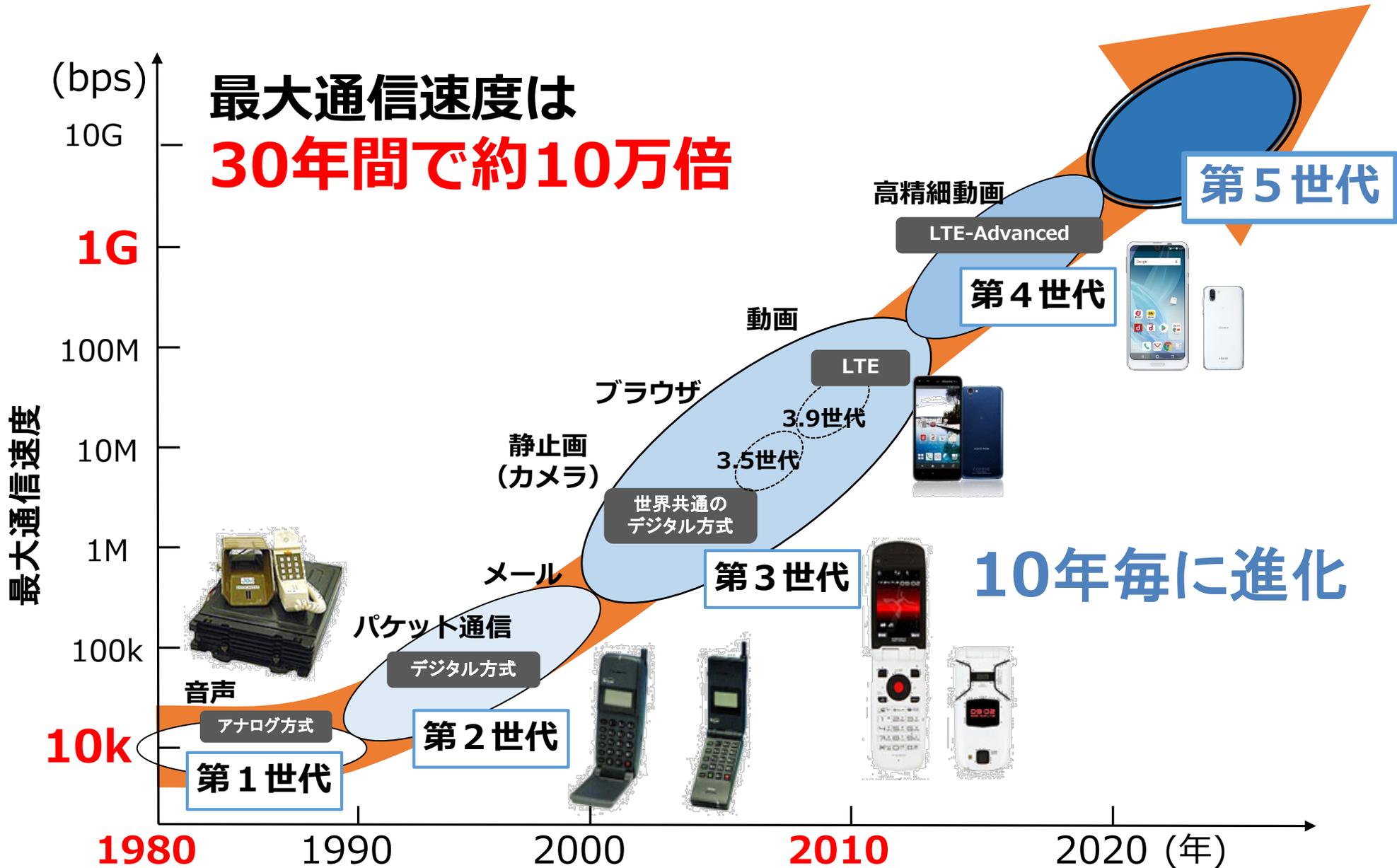
2 既存周波数のNR化検討の背景・経緯

3 既存バンドの5G化に関する検討

4 ローカル5Gの動向

5 第5世代移動通信システムの高度化に関して

6 動的周波数共有の今後の動向



第5世代移動通信システム (5G) とは

<5Gの主要性能>

超高速
超低遅延
多数同時接続



最高伝送速度 10Gbps
1ミリ秒程度の遅延
100万台/km²の接続機器数

5Gは、AI/IoT時代のICT基盤

低遅延

移動体無線技術の
高速・大容量化路線

2G 3G LTE/4G
1993年 2001年 2010年

5G
2020年

同時接続

超高速

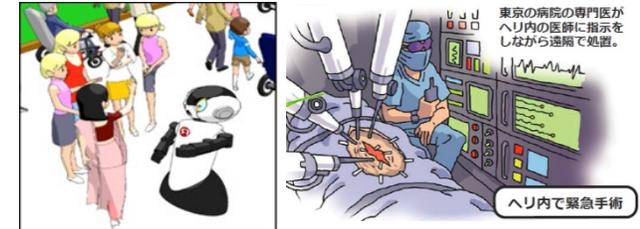
現在の移動通信システムより
100倍速いブロードバンドサー
ビスを提供



⇒ 2時間の映画を3秒でダウンロード (LTEは5分)

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 (LTEの10倍の精度) をリア
ルタイム通信で実現

多数同時接続

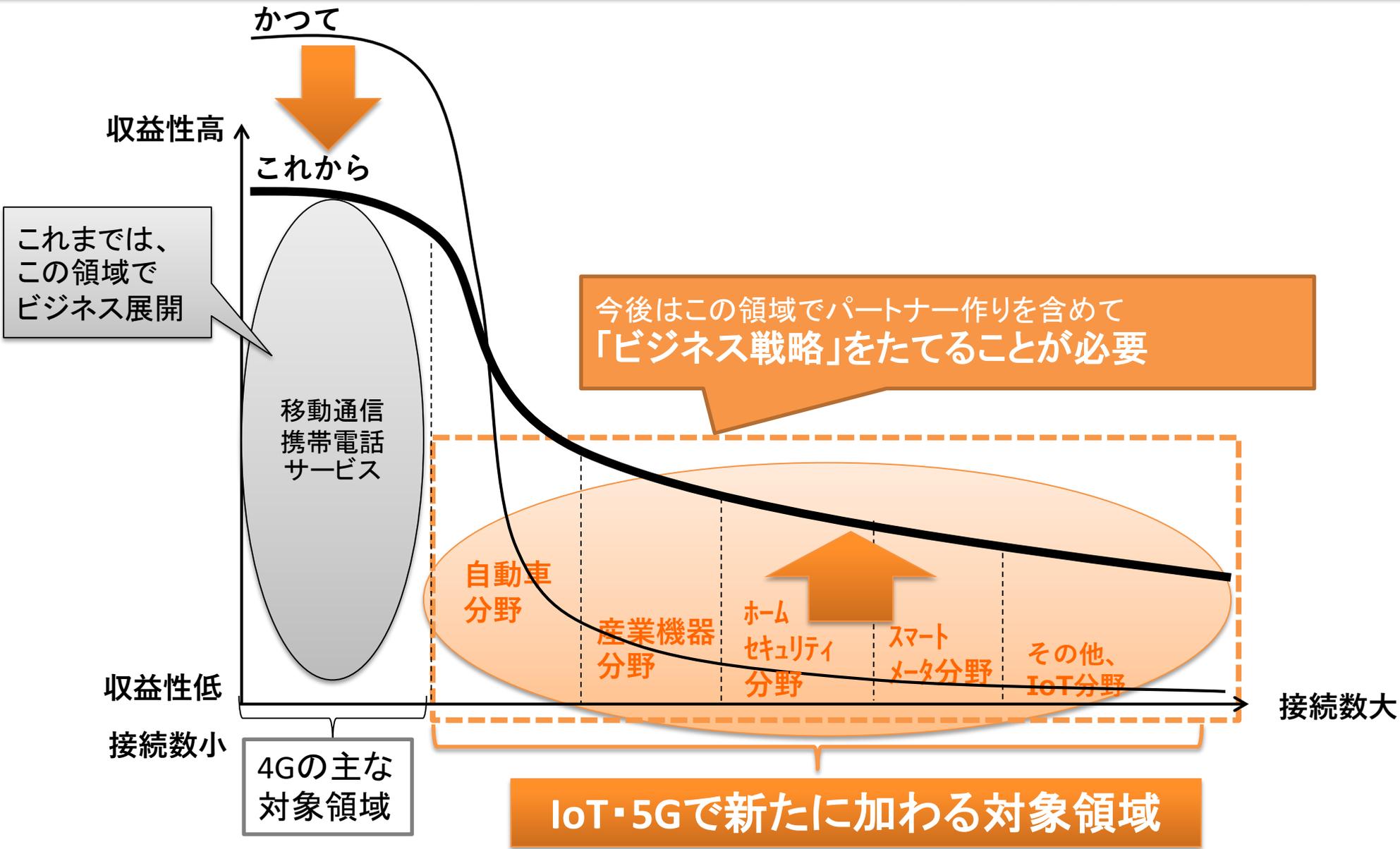
スマホ、PCをはじめ、身の回り
のあらゆる機器がネットに接続



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

社会的なインパクト大

IoT時代の産業構造の変化



Contents

0 はじめに

1 国際標準化の動向

2 既存周波数のNR化検討の背景・経緯

3 既存バンドの5G化に関する検討

4 ローカル5Gの動向

5 第5世代移動通信システムの高度化に関して

6 動的周波数共有の今後の動向

5Gの国際標準化動向

- ITU（国際電気通信連合）や3GPP*等において、5Gの基本構造に関する標準化が最終段階に。
- WRC-19の結果や3GPP Rel.16の完了を受け、5Gの機能拡張やBeyond 5Gに向けた議論が本格化。

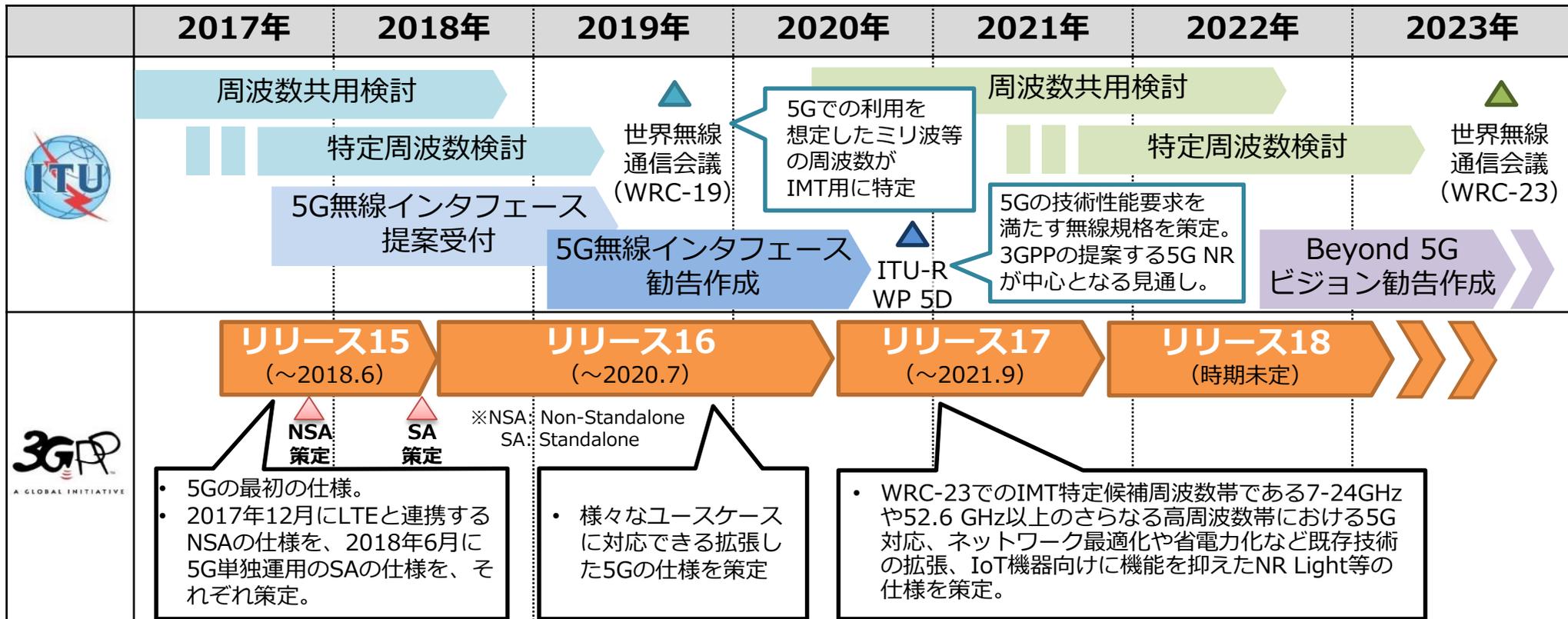
(ITU) 2019年に5G (IMT-2020) 無線インターフェースの提案の受付を開始、2020年11月に勧告化予定。
2019年11月、WRC-19において24.25-71GHzのうち計17.25GHz幅についてIMT用周波数として特定。
2020年11月、ITU-R SG5 WP 5Dにおいて、5G無線インタフェースの勧告を策定予定。

(3GPP) リリース15 : 5Gの最初の仕様を策定

リリース16 : 様々なユースケースに対応できる拡張した5Gの仕様を策定

リリース17 : 既存技術の拡張のほか、NR LightやWRC-23特定候補周波数帯に対応した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。



- 7月3日、3GPP Release16の検討が完了し、様々なユースケースに対応できる拡張した5Gの規格が完成。
- 産業利用を見据えた超低遅延の拡張や、ローカル5G向けの新たな機能等の標準化を実施。
- 本規格の完成をもって、今後5Gの全ての特長を活用できるSA（Stand-Alone）構成機器の開発及び商用化の進展が期待される。

Latest news on Release timelines:

July 3, 2020

As agreed at the TSG#87 plenary e-meetings, Release 16 was completed as follows:

- Rel-16 Stage 3 freeze – Completed at the TSG#88-e meetings
- Rel-16 ASN.1 and OpenAPI specification freeze - Completed at the TSG#88-e meetings

At the same meetings, the leadership considered the Release 17 timeline for completion and the current targets:

- Rel-17 Stage 3 freeze September 2021
- Rel-17 ASN.1 and OpenAPI specification freeze: December 2021

Release #	Status	Functional Freeze	End date
	[Note 3]	(Stage 3 complete)	End date (Protocols stable)

Latest news on Release timelines:

July 3, 2020

As agreed at the TSG#87 plenary e-meetings, Release 16 was completed as follows:

- Rel-16 Stage 3 freeze – Completed at the TSG#88-e meetings
- Rel-16 ASN.1 and OpenAPI specification freeze - Completed at the TSG#88-e meetings

At the same meetings, the leadership considered the Release 17 timeline for completion and the current targets:

- Rel-17 Stage 3 freeze September 2021
- Rel-17 ASN.1 and OpenAPI specification freeze: December 2021

TR 21.900

4.7 "Freezing" of specifications

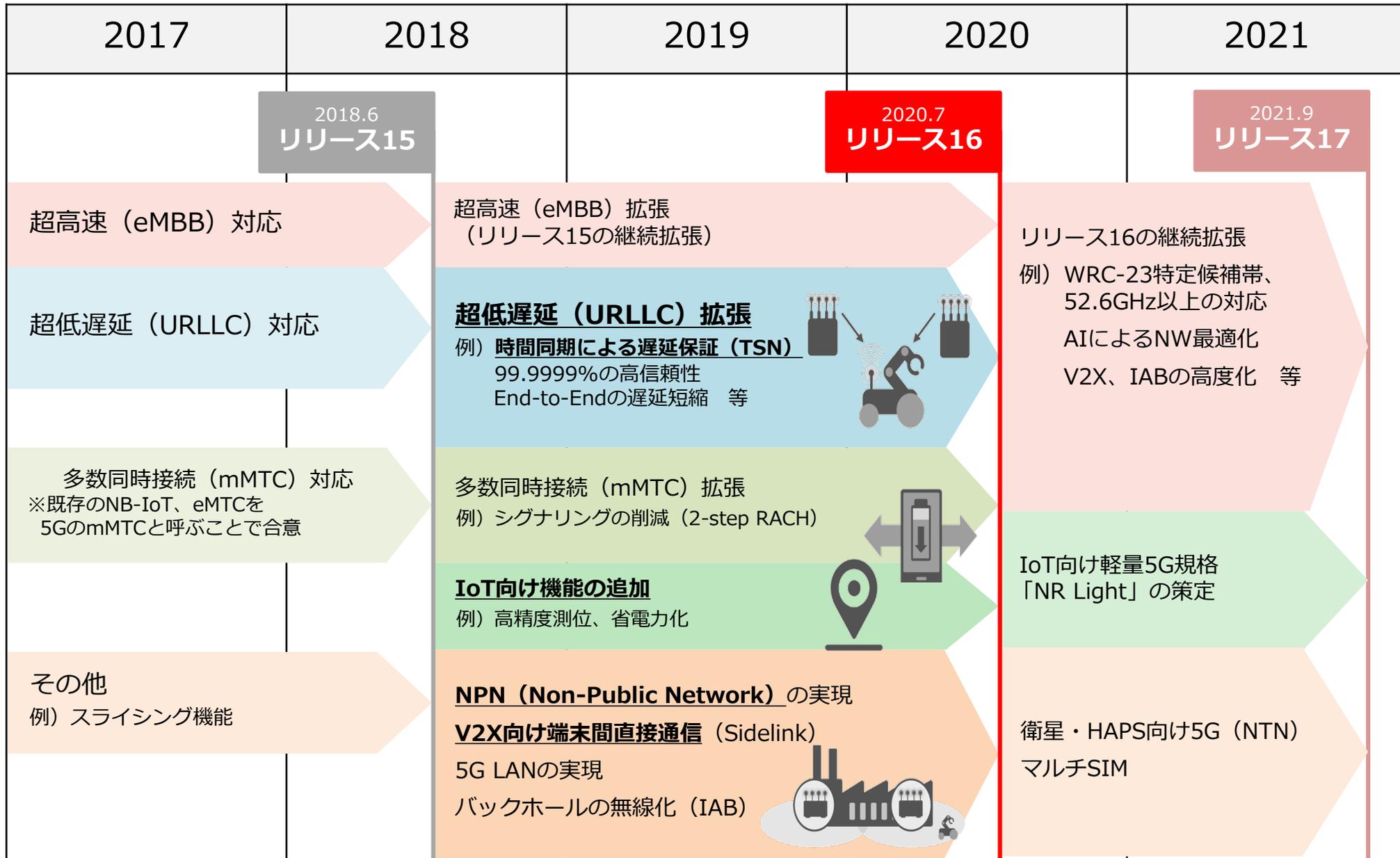
A TSG may decide that a specification is sufficiently stable that it may be considered "frozen". That is, only CRs for essential corrections of errors shall be considered.

Normally, all specifications of a Release will be frozen when the TSGs decide that the functionality of the Release is stable – i.e that all new features to be included in the Release have been defined and that all new or modified functionality required to implement those features has been incorporated into the specifications.

At this point, the Release as a whole shall be declared to be "frozen", and its constituent specifications shall likewise be "frozen". Thereafter, only essential corrections (CR categories A or F – see subclause 4.6.2) shall be permitted.

“frozen”

新リリースに求められる新しい機能や修正が全て盛り込まれて十分に安定し、バグフィックス以外の修正が行われないう状態



5G実現に向けた日・米・中・韓・欧の取組状況

(2020年9月14日総務省調べ)

	日本 	米国 	中国 	韓国 	欧州 
周波数等	3.7, 4.5GHz帯 28GHz帯	600MHz帯 2.5, 3.5GHz帯 25,28,37,39GHz帯	2.5,3.5,4.8GHz帯 (26GHz帯は検討中)	3.5GHz帯 28GHz帯	700MHz帯 3.5GHz帯 26GHz帯
サービス開始時期	2020年春から 本格展開	2018年10月 (固定系ネット接続用) 2019年4月から本格 展開 (スマートフォン)	2019年11月から 本格展開 (スマートフォン)	2019年4月から 本格展開 (スマートフォン) 28GHz帯は2020年後半か ら展開予定	2019年5月のスイ ス、英国を皮切り に、 各国にて順次展開 2020年中の全EU加盟国に おけるサービス開始を目標
サービス形態や実証等	<ul style="list-style-type: none"> 2020年3/25よりNTTドコモ、3/26よりKDDI、3/27よりソフトバンクが商用サービス開始。9/30より楽天がサービス開始。 ローカル5Gは、2019年12/24より免許申請受付、3/27より本免許交付開始。富士通、東京大学等が本免許を取得している。 	<ul style="list-style-type: none"> Verizonは2018年10月から固定系サービスを、2019年4月からスマホ向けサービスを開始。現在35都市で提供中。 AT&Tは2018年12月、モバイルルータを提供、2019年12月にスマホ向けサービスを開始。現在395都市で提供中。 T-Mobileは6月にミリ波帯でのサービスを開始し6都市で提供中。2019年12月から全国の600MHz帯のLTE帯域を5G化。 Sprintは2019年5月にサービス開始し9都市で提供。2020年4月、T-Mobileと合併。 	<ul style="list-style-type: none"> 中国移動、中国電信、中国聯通の3社は2019年11月から50都市でスマホ向けサービス開始。3社の5G加入者は5000万超。(2020年3月末現在) 国内外の事業者・ベンダーと政府、研究機関が北京郊外に広大な試験フィールドを構築 中国電信、中国聯通の2社は、5Gネットワークの建設を地域毎に分担し、共同で構築、保守を行う。 CATV事業者の中国公電はSA方式で5Gネットワークを構築。 	<ul style="list-style-type: none"> SK Telecom, KT, LG U+の3社は2019年4月からソウル全域を含む首都圏・6大広域市などでスマホ向けサービス開始。 2019年4月に政府横断総合戦略として「5G+戦略」を取りまとめ。2022年までに1000の中小企業工場に導入等の政策目標を設定。 3社の5G加入者は600万人超。(2020年4月末現在) 	<ul style="list-style-type: none"> 2019年5月、スイスコムが欧州初の5Gスマホ向けサービスを開始。 いわゆる「ローカル5G」の検討を英国、ドイツ、スウェーデン等が実施。ドイツでは2019年11月より免許交付を開始し、Bosch等が既に取得済。 主要国のサービス開始状況は以下のとおり。 2019年5月：スイス、英国 6月：イタリア、スペイン 7月：ドイツ、フィンランド 2020年3月：ノルウェー 2020年4月： オランダ、ベルギー 5月：スウェーデン

Contents

- 0 はじめに
- 1 国際標準化の動向
- 2 既存周波数のNR化検討の背景・経緯**
- 3 既存バンドの5G化に関する検討
- 4 ローカル5Gの動向
- 5 第5世代移動通信システムの高度化に関して
- 6 動的周波数共用の今後の動向

○ 周波数割り当て・ローカル5Gの制度化

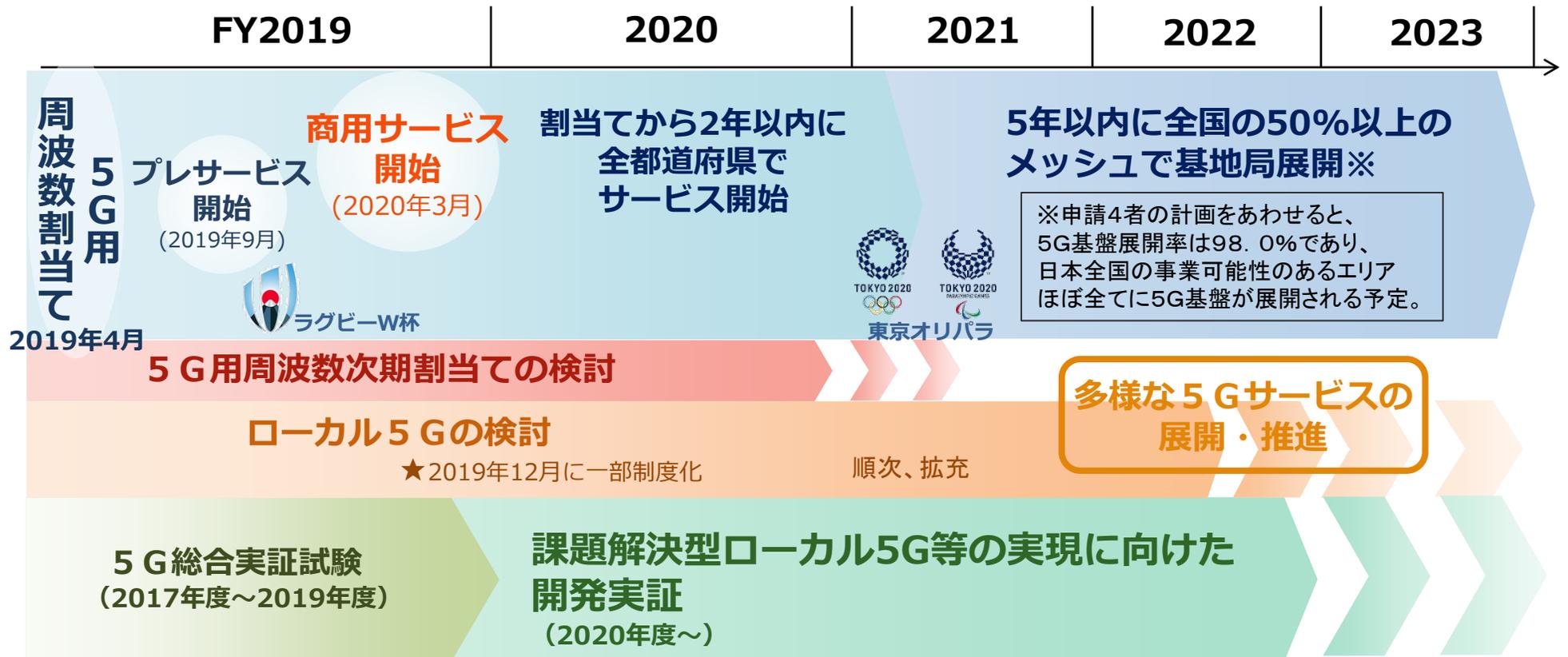
2019年4月に、5G用周波数割り当てを実施。同年12月にローカル5Gを一部周波数で制度化。2020年内に、ローカル5G用周波数を拡大予定。今後、5G用周波数の追加割り当てに向けた検討を進める。

○ 5Gの普及展開・高度化に向けた研究開発、開発実証の実施

5Gの高度化に向けた研究開発や地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証を実施。

○ 国際連携・国際標準化の推進

主要国と連携しながら、5G技術の国際的な標準化活動や周波数検討を実施。



5Gの広範な全国展開確保のイメージ

■ 全国を10km四方のメッシュに区切り、都市部・地方を問わず事業可能性のあるエリア※を広範にカバーする。

※対象メッシュ数：約4,500

- ① 全国及び各地域ブロック別に、**5年以内に50%以上のメッシュで5G高度特定基地局を整備**する。
(全国への展開可能制の確保)
- ② 周波数の割当て後、**2年以内に全都道府県でサービスを開始**する。 (地方での早期サービス開始)
- ③ **全国でできるだけ多くの基地局を開設**する。 (サービスの多様性の確保)

(注) MVNOへのサービス提供計画を重点評価 (追加割り当て時には提供実績を評価)

今般の開設指針案の考え方による整備エリア (赤囲み部分)

→ 居住地域だけでなく、都市部・地方を問わず産業可能性のあるエリアに整備

従来の人口カバー率の考え方による整備エリア

→ 居住地域主体、大都市から整備



※ 5G用周波数の特性上、1局でカバーできるエリアが小さく、従前の「人口カバー率」を指標とした場合、従来の数十倍程度の基地局投資が必要となるため、人口の少ない地域への5G導入が後回しとなるおそれ。

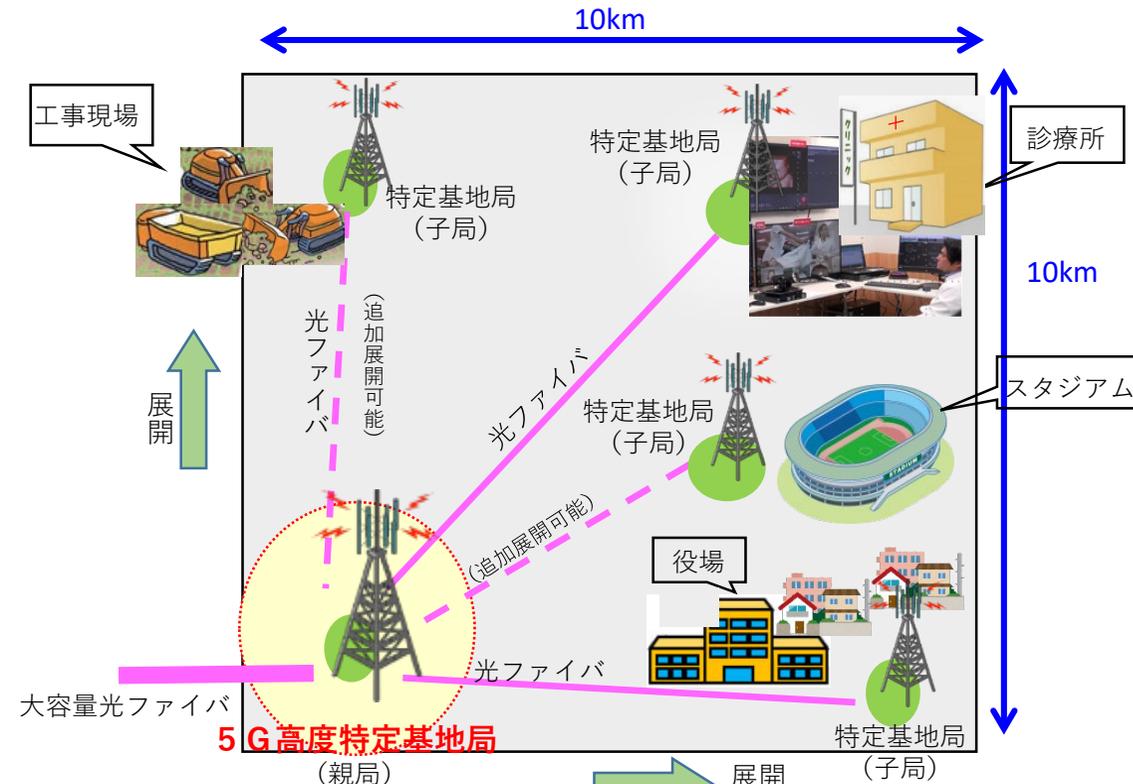
5Gの広範な全国展開確保のイメージ

- 10km四方のメッシュに区切り、メッシュ毎に5G高度特定基地局（ニーズに応じた柔軟な追加展開の基盤となる特定基地局）を整備することで、5Gの広範な全国展開を確保することが可能。

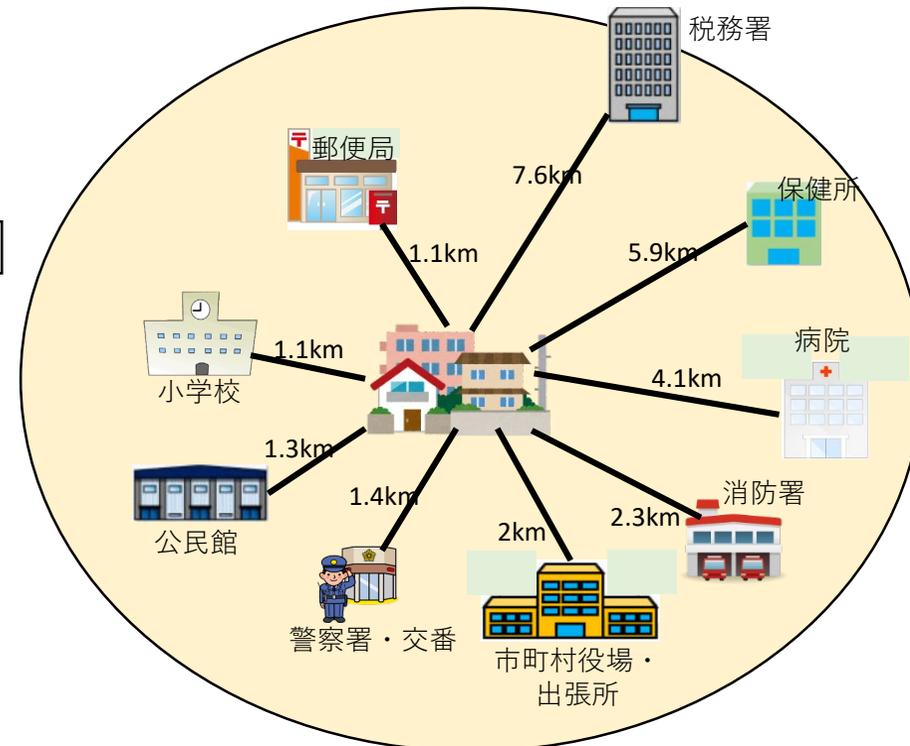
<各メッシュにおける5G展開イメージ>

(参考) 平均的な生活・産業圏は居住地から概ね10km以内

- 利用者から見た各公共的施設等までの平均距離（全国平均）については、下図のとおり最も離れた公共的施設等でも10km程度となっている。



複数の特定基地局 (子局) を展開可能な超高速回線を備えた基盤となる5G高度特定基地局を各メッシュ毎に整備

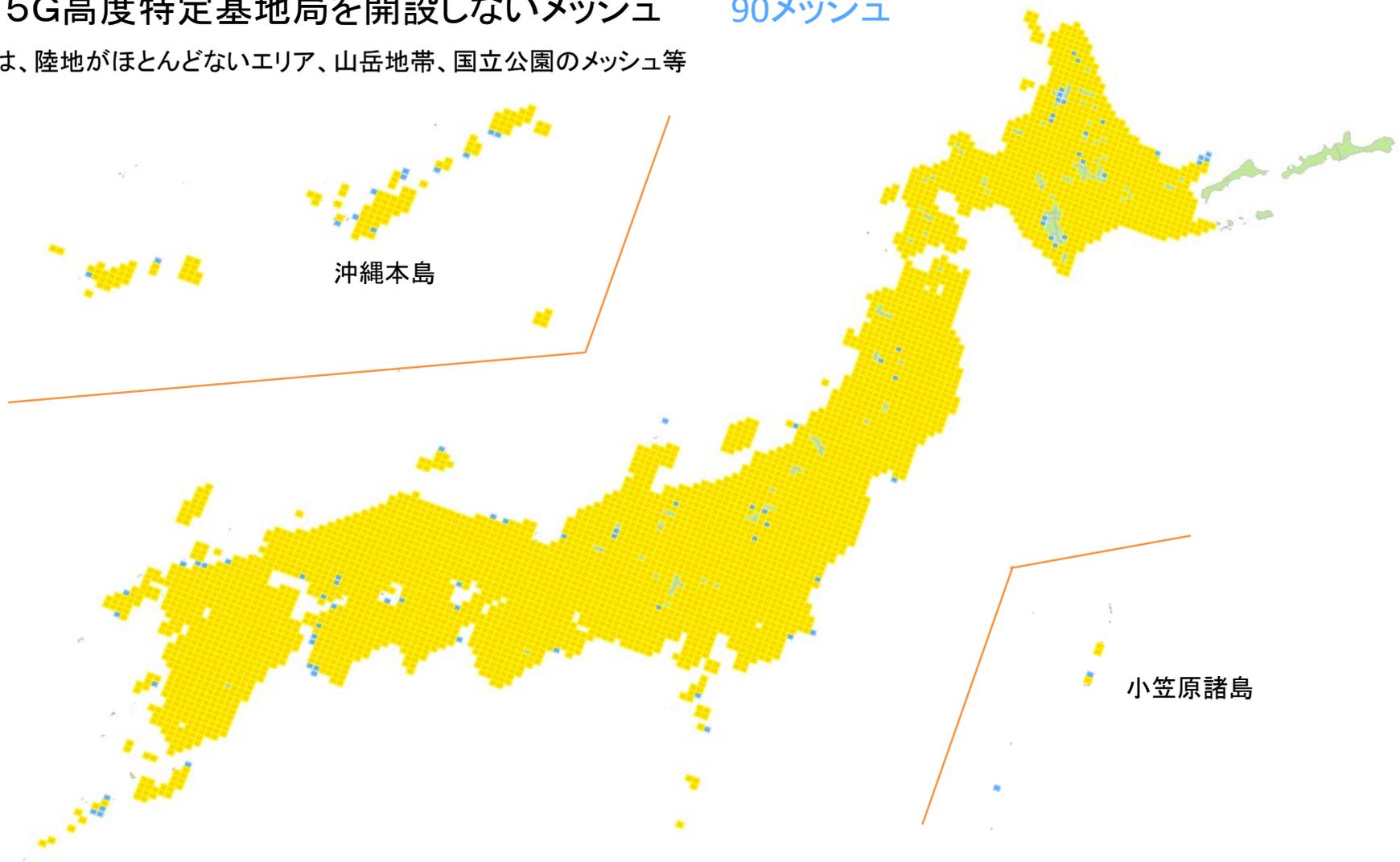


全国の5G基盤展開率

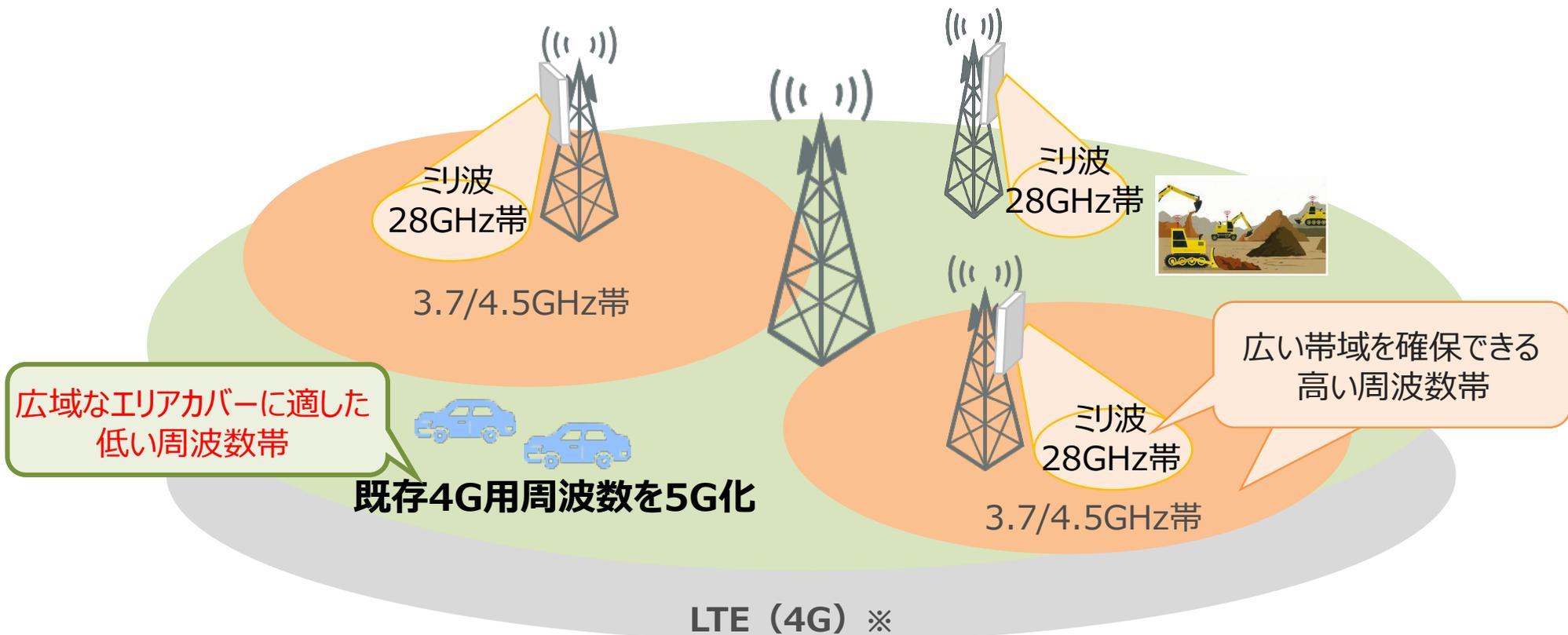
認定4者の計画をあわせると、2023年度末の5G基盤展開率は**98.0%**となり、日本全国の事業可能性のあるエリアほぼ全てに5G基盤が展開される。

- 5G高度特定基地局を開設するメッシュ **4,374メッシュ**
- 5G高度特定基地局を開設しないメッシュ **90メッシュ**

※ ■ は、陸地がほとんどないエリア、山岳地帯、国立公園のメッシュ等



- 2019年4月に携帯電話事業者4者に5G用周波数（3.7/4.5GHz帯、28GHz帯）を割当て。
- 今後、既存の4G等で使用しているバンドにおいて5G化を可能とし、**5Gの広域なカバー**を実現することで、**地域の産業などの5Gの利活用を加速することが期待されており**、2020年3月には4G用周波数の5G化に関する技術的条件を策定。8月27日に制度化。



※5G未対応の端末でも4Gで使用可能

Contents

0 はじめに

1 国際標準化の動向

2 既存周波数のNR化検討の背景・経緯

3 既存バンドの5G化に関する検討

4 ローカル5Gの動向

5 第5世代移動通信システムの高度化に関して

6 動的周波数共有の今後の動向

- 既存バンドの5G化において、最大空中線電力及び空中線電力の許容偏差、不要発射強度（隣接チャネル漏洩電力、スプリアス領域における不要発射の強度、スペクトラムマスク）等は新たに規定する必要があるが、いずれも4G(LTE Advanced)における規定値の範囲内に収まっているため、既存システムとの共用検討は原則不要
- 一方、2.5GHzや3.4/3.5GHz帯にアクティブアンテナを導入した場合は、空中線の指向特性が動的に変わることから、ビームフォーミングを考慮した既存システムとの共用検討が必要



検討結果

【2.5GHz帯】

- アクティブアンテナの利用による所要改善量は、従来検討に対して減少または僅かの増加にとどまるため、従来検討の結果と同様に共用可能
- ただし、所要改善量がプラスとなる組み合わせでは事業者間調整による合意が必要

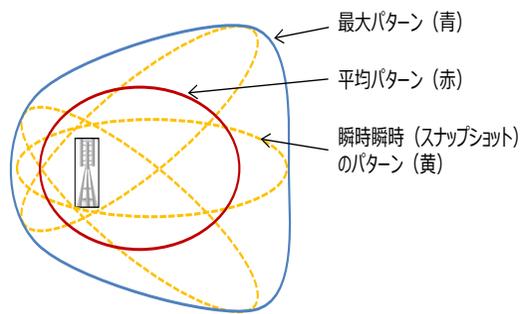
【3.4・3.5GHz帯】

- 平成25年度の4G導入時の共用検討結果、平成30年度の5G導入時の共用検討結果のどちらにおいても、事業者間調整を実施することにより共用可能と結論づけている
- これらを踏まえ、3.4～3.6GHz帯を5G化した場合においても、5G化によって各基地局の諸元がどのように変化するのか、ビームフォーミングが適用されるか否かということを確認するとともに、4G基地局からの干渉と5G基地局からの干渉が混在する状況における地球局への干渉影響に関する評価手法に留意したうえで、事業者間協議を行うことにより共用可能と考えられる

2.5GHz帯広帯域移動無線アクセスシステム(BWA)を5G化する場合、アンテナパターンとスプリアス発射の許容値以外は従来のパラメータと同じである。これらのパラメータを用いて衛星通信システム(N-Star)及びBWAシステム(旧方式、高度化方式)との共用検討を行った

アクティブアンテナのアンテナパターン

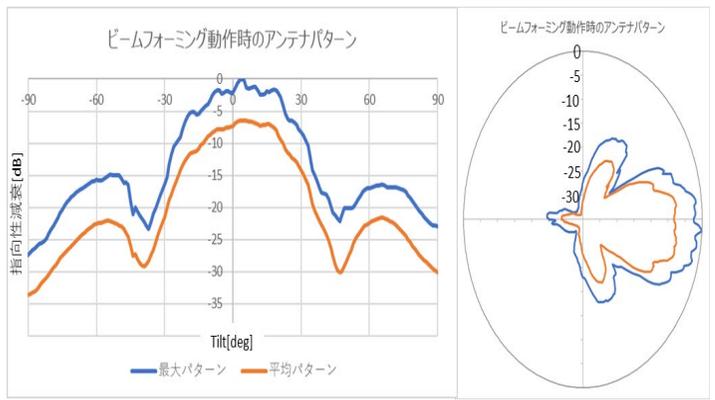
- シミュレーション上で基地局エリア内に配置した陸上移動局の位置を変更しつつ、基地局の瞬時毎のアンテナパターンの変化をスナップショットで取得(黄色)。シミュレーション上で取得した多数のスナップショットに対して統計処理を行うことでアクティブアンテナのアンテナパターンを生成
- 最大パターン: 瞬時毎のスナップショットの統計処理を行い、空中線指向特性の最大値によりモデル化したもの(青)
- 平均パターン: 瞬時毎のスナップショットの統計処理を行い、空中線指向特性の平均値によりモデル化したもの(赤)



BWAの5Gパラメータ

パラメータ	値	
送信電力	46	dBm/BW
アンテナ利得	17	dBi
給電線損失	5	dB
スプリアス発射(≥2655MHz)	-13	dBm/MHz
スプリアス発射(≤2535MHz)	-42	dBm/MHz
アンテナパターン	下図	
チルト角[degree]	4.0	deg
空中線高	40	m

共用検討結果(所要改善量)



赤字が従来検討よりも 所要改善量が増加した 組み合わせ	従来検討	アクティブアンテナ				
		現行基地局		次期基地局		
		最大パターン	平均パターン	最大パターン	平均パターン	
N-Star	衛星局(現行)	0.3dB*1	0.3dB	0.3dB	1.3dB*2	0.4dB*3
	衛星局(次期)	13.5dB*1	13.5dB	13.5dB	14.5dB*2	13.6dB*3
	衛星移動局(帯域内)	0dB	-	-	0dB	-5.1dB
	衛星移動局(帯域外)	4.1dB*1	-	-	4.1dB*3	-1.0dB
地域 バンド	高度化基地局	-	-	-	-	-
	WiMAX方式基地局	49.7dB*1	-	-	54.9dB*3	49.7dB*3

*1: サイトエンジニアリングを伴う事業者間調整を前提として共用可能。
 *2: N対1モデルのため平均パターンを用いると想定。
 *3: 従来と同様の事業者間調整が必要。
 なお、局数について複数条件がある組み合わせは、所要改善量が最大となるものを記載。

検討結果

- アクティブアンテナの利用による所要改善量は、従来検討に対して減少または僅かの増加にとどまるため、従来検討の結果と同様に共用可能
- ただし、所要改善量がプラスとなる組み合わせでは事業者間調整による合意が必要

3.4/3.5GHz帯における衛星地球局との共用については、過去の情報通信審議会「2013年度 3.4～4.2GHz帯地球局と4Gの共用検討」及び「2018年度 3.6～4.2GHz帯地球局と5Gの共用検討」における評価手法と評価結果を比較する形で考察を行った

基地局パラメータ

共用検討の条件

スモールセル

	4G基地局 (2013年度)	5G基地局 (2018年度)
スモールセル		
空中線電力	20dBm/MHz	5dBm/MHz
空中線利得	5dBi	23dBi
送信系各種損失	0dB	3dB
EIRP	25dBm/MHz	25dBm/MHz
アンテナパターン	静的なアンテナパターン (オムニアンテナ)	ビームフォーミングを考慮したアンテナパターン (最大/平均)

		4G基地局 (2013年度)	5G基地局 (2018年度)
1対1対向モデル(机上検討)		所要改善量を算出	未実施
干渉時間率 100%の条件による検討	シングルエンタリー評価	地形影響、小セル基地局、サイトシールディングによる干渉軽減効果を算出	未実施
	アグリゲート評価	スモールセルの適用、サイトシールディング、離隔距離確保(15km程度)、見通し内の基地局設置回避等の条件により、1,000局程度のスモールセル基地局の設置が可能との結果(地球局Aの例)	未実施
干渉時間率を考慮し、長時間干渉基準/短時間干渉基準のそれぞれを検討	シングルエンタリー評価	メッシュ中心に基地局1局を配置、伝搬計算を実施し、干渉影響の及ぶ地理的範囲の算出(マクロセル/スモールセルのそれぞれ、長時間干渉基準/短時間干渉基準の両基準で実施)	・昼間人口の多いメッシュより順に、メッシュ中心に基地局1局を配置、伝搬計算を実施 ・長時間干渉が一定閾値以下、かつ短時間干渉が基準未満となるメッシュを、基地局の設置可能性のあるメッシュと判断 ・累積干渉電力が長時間干渉基準未満となるまで、基地局の設置可能性のあるメッシュを抽出した上で、陸上移動局からの干渉影響を無視できない各地球局等からの離隔距離を算出し、当該距離範囲内のメッシュを除外 ・残りの基地局設置可能性のあるメッシュにおいて、陸上移動局から地球局への影響評価を行い(詳細割愛)、最終的に基地局設置可能数の規模感を算出。
	アグリゲート評価	地球局Bを対象に、山口県内の主要な市町の干渉電力の総和を評価し、単一干渉源で保護基準を超える基地局に対して干渉軽減対策(周波数分離、セクタアンテナ適用等)を行うことで、アグリゲート干渉量の緩和効果を算出 受信設備(LNA)飽和について総受信電力を算出し、山口市内基地局からの干渉量によるリスク評価	
(伝搬モデルに勧告ITU-R P.452を適用)			

4Gの評価とは異なる算出手法

マクロセル

	4G基地局 (2013年度)	5G基地局 (2018年度)
マクロセル		
空中線電力	36dBm/MHz	28dBm/MHz
空中線利得	17dBi	23dBi
送信系各種損失	5dB	3dB
EIRP	48dBm/MHz	48dBm/MHz
アンテナパターン	静的なアンテナパターン (指向性アンテナ)	ビームフォーミングを考慮したアンテナパターン (最大/平均)

検討結果

- 平成25年度の4G導入時の共用検討結果、平成30年度の5G導入時の共用検討結果のどちらにおいても、事業者間調整を実施することにより共用可能と結論づけている
- これらを踏まえ、3.4～3.6GHz帯を5G化した場合においても、5G化によって各基地局の諸元がどのように変化するのか、ビームフォーミングが適用されるか否かということを確認するとともに、4G基地局からの干渉と5G基地局からの干渉が混在する状況における地球局への干渉影響に関する評価手法に留意したうえで、事業者間協議を行うことにより共用可能と考えられる

- 既存の4G等で使用されている周波数のうち、現在、認定期間中である開設計画に係る3.9G普及のための特定基地局の開設に関する指針（700MHz・900MHz帯）及び4G普及のための特定基地局の開設に関する指針（1.7GHz・3.4GHz帯）については、5Gで使用することを想定していないため所要の変更を行う。（8月27日公布、施行）
- ※ 開設計画がない又は開設計画の認定期間が終了しているその他の周波数についても5G化に関する計画を提出を求める。

主な変更等の概要

- 1 既存の4G等で使用している周波数帯における5G化に関する計画の提出に関する事項
 - ・ 5G化基地局を開設計画上の4G等の基地局としてみなす規定を追加
 - ・ 5G化基地局の開設数、人口カバー率等の計画提出に関する規定を追加
- 2 サプライチェーンリスクに関する事項
 - ・ 5G化基地局については、安心・安全な5Gネットワークの構築の観点から、5G導入のための開設指針・開設計画と同様に、5G化を行う基地局設備等の調達計画の作成には「IT調達に係る国の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ」等（※）に留意することとする規定を追加

（※）「情報通信ネットワーク安全・信頼性基準」（昭和六十二年郵政省告示第七十三号）並びに「政府機関等の情報セキュリティ対策のための統一基準群（平成三十年度版）」及び「IT調達に係る国の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ」（平成三十年十二月十日関係省庁申合せ）

Contents

- 0 はじめに
- 1 国際標準化の動向
- 2 既存周波数のNR化検討の背景・経緯
- 3 既存バンドの5G化に関する検討
- 4 ローカル5Gの動向**
- 5 第5世代移動通信システムの高度化に関して
- 6 動的周波数共有の今後の動向

ローカル5Gの概要

- ローカル5Gは、地域や産業の個別のニーズに応じて**地域の企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内でスポット的に柔軟に構築**できる5Gシステム。
一部の周波数帯で先行して**2019年12月に制度化**

<他のシステムと比較した特徴>

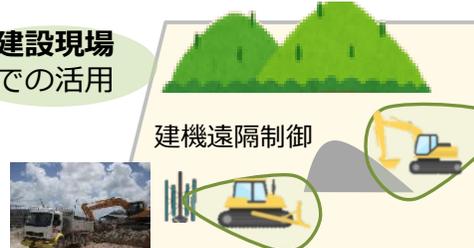
- 携帯事業者の5Gサービスと異なり、
 - 携帯事業者によるエリア展開が遅れる地域において5Gシステムを**先行して構築可能**。
 - 使用用途に応じて**必要となる性能を柔軟に設定**することが可能。
 - 他の場所の通信障害や災害などの影響を受けにくい**。
- Wi-Fiと比較して、**無線局免許に基づく安定的な利用が可能**。

ゼネコンが建設現場で導入 建機遠隔制御



建物内や敷地内で自営の5Gネットワークとして活用

建設現場での活用



建機遠隔制御



工場での活用



スマート工場

インフラ監視



スマート農業



農業での活用

農家が農業を高度化する 自動農場管理



自治体等が導入 河川等の監視



河川監視



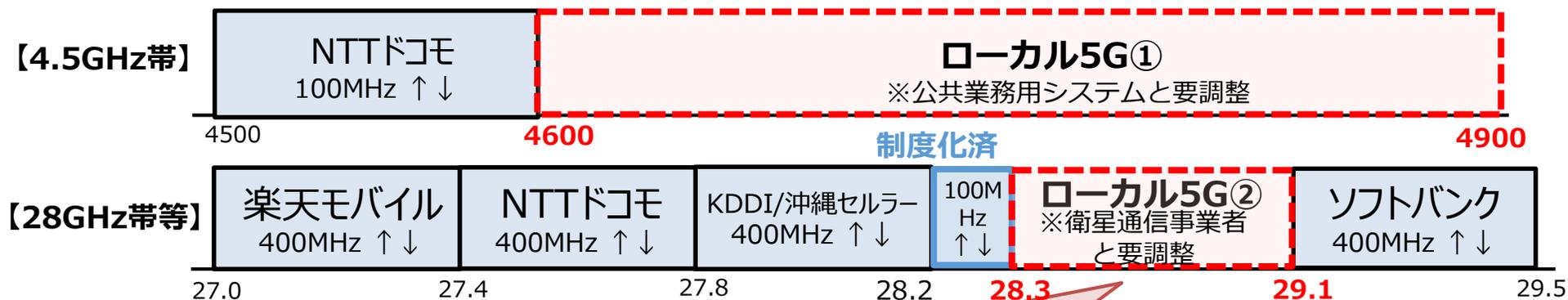
防災現場での活用

センサー、4K/8K



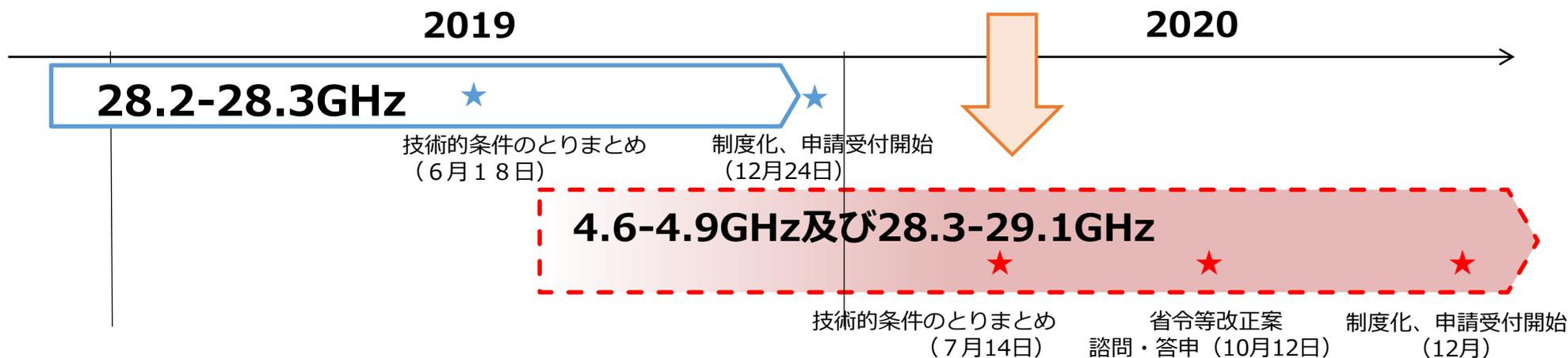
ローカル5Gが使用する周波数と導入スケジュール

- ローカル5Gの使用周波数帯のうち、既に他システムとの共用条件の検討がまとまっていた**28.2-28.3GHzの100MHz幅**については、**先行して2019年12月24日に制度化**。
- 4.6-4.9GHz及び28.3-29.1GHzの周波数帯**は、本年7月に情報通信審議会において技術的条件が取りまとめられ、**本年12月に制度化予定**。



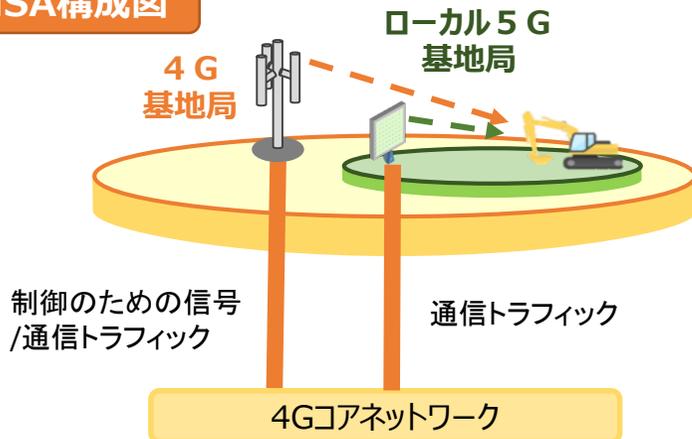
4.6-4.9GHz及び28.3-29.1GHzについて、
他システムとの周波数共用条件を検討し、制度化を図る

○当面は「屋内」又は「敷地内」
での利用を基本とする



- 5Gは、導入当初の技術仕様上、5Gの無線局に加えて、制御のための信号をやりとりするために、**4Gの基地局、コアネットワークを確保する必要がある**。【NSA※1構成】
- 本年7月に国際標準規格が策定されたことから、今後、**5Gの基地局、コアネットワークのみで動作するネットワーク構成が可能**となる見込み。【SA※2構成】

NSA構成図

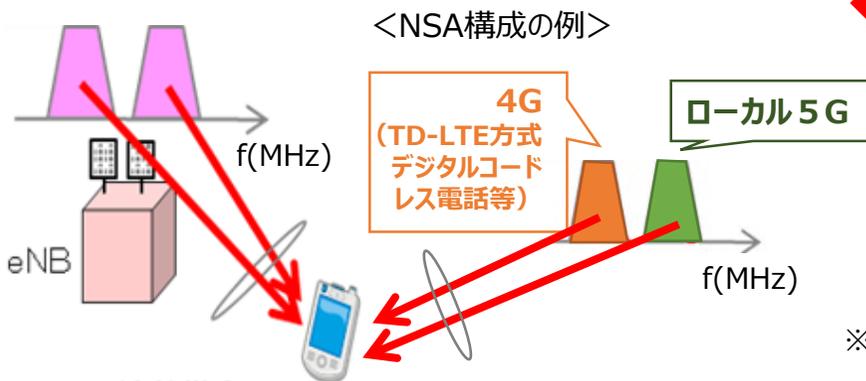


※1 NSA : Non Stand Alone
※2 SA : Stand Alone

- ◆ ローカル5G事業者等が、局所的な4Gの基地局、コアネットワークを自前で運用する仕組みとして、昨年12月に**2.5GHz帯自営等BWA**の制度を合わせて整備。
- ◆ この他、**既存の全国MNOや地域BWA事業者**から4Gの基地局やコアネットワークを借り受けることも可能。



キャリアアグリゲーション技術



- ◆ **1.9GHz帯TD-LTE方式デジタルコードレス電話をローカル5Gの制御を行う「4Gの基地局」として利用可能とするとともに、通信トラフィックとしても一体的に利用可能とするため、キャリアアグリゲーション技術※3の対象として制度整備。**

※3 キャリアアグリゲーション技術とは、二以上の搬送波を一体として使用して行う無線通信技術。

- 拡張周波数帯における他システムとの共用検討を実施し、以下のとおり共用条件を設定。

■ 他システムとの共用条件

(公共業務用無線局との共用条件)

- 屋内利用限定 かつ
一部の市区町村においては設置不可

(隣接する周波数を使用する無線局との共用条件)

- 屋外、屋内利用いずれも可能
- 屋外利用の場合に、一部の市区町村において使用条件（空中線電力及び不要発射の強度の上限値）を設定

【4.5GHz帯】



(衛星通信システムとの共用条件)

- 28.3-28.45GHzは屋外、屋内利用いずれも可能
- 28.45-29.1GHzは屋内利用が基本
- 使用条件（空中線電力及び空中線利得の上限値）を設定

【28GHz帯】

制度化済



■ 5Gシステム同士の共用条件

- 同一周波数を利用する近接するローカル5G同士は、免許申請時にエリア調整を実施
- 隣接周波数を利用する全国5G等と非同期の運用を行う場合は、「準同期TDD」を導入

拡張周波数帯における免許主体の範囲

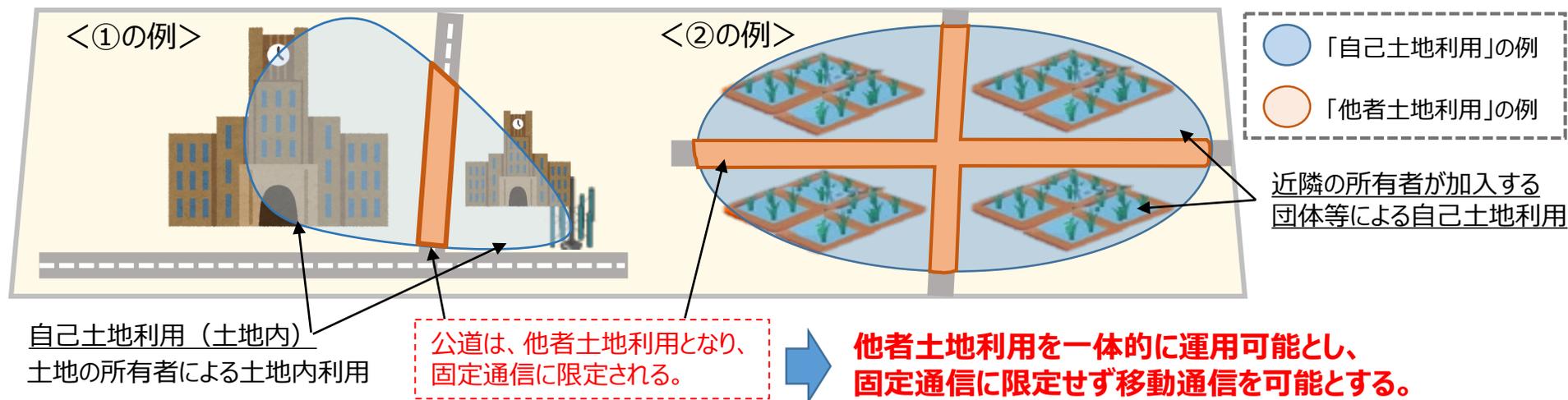
- 現行制度の免許主体の範囲の考え方を基本的に踏襲しつつ、**ローカル5Gの柔軟な運用を可能とするため、一定の条件において考え方を緩和**し、現状、固定通信に限定される他者土地利用での移動通信を可能とする。

■ 拡張周波数帯における免許主体の範囲の考え方

- 28.2-28.3GHzの導入の際に整理された「自己土地利用」、「他者土地利用」の考え方を踏襲。
- 大学のキャンパスや病院等の敷地の間を公道や河川等が通っている場合等の一定の条件における他者土地利用については、自己土地利用と同等の扱いとして移動通信を可能とする。

(想定される条件例)

- ① 自己土地の周辺の狭域の他者土地について、他の者がローカル5Gを開設する可能性が低い場所
- ② 近隣の土地の所有者が加入する団体等によって加入者の土地周辺において一体的に業務が行われる場合



- ローカル5Gの広域利用（広範囲に他者の土地まで含めてカバーする場合）については、サービスイメージ等が具体化された段階で今後検討を行うこととする。

非同期運用の導入

- 現在、全ての全国5G・ローカル5Gは基地局と端末の送信と受信のタイミングを一致させる同期運用としているが、**5Gの多様なユースケースに対応するため非同期運用を導入。**
- 非同期運用としては、利用ニーズが多い「上りスロットの比率が高いTDDパターン」を実現しつつ、**干渉調整の簡素化が可能な準同期TDDを導入。**

■ 非同期運用における基本的な考え方

原則として、同期運用を行う無線局（同期局）が、非同期運用を行う無線局（非同期局）よりも優先的に保護されることが適当である。

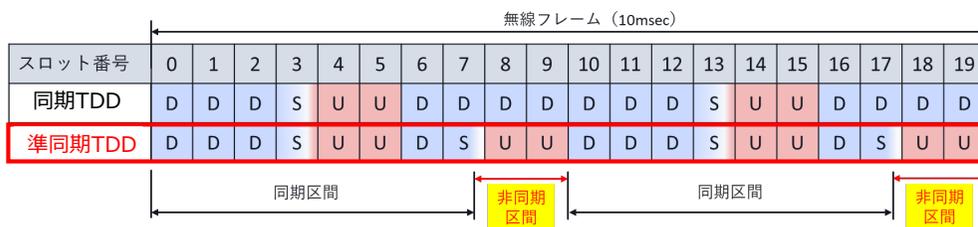
- 先発・後発にかかわらず、非同期局が同期局から有害な混信を受ける場合は、非同期局が同期局からの混信を容認するものとし、同期局に保護を求めてはならない。
- 先発・後発にかかわらず、非同期局が同期局に有害な混信を与えてはならない。同期局へ有害な混信が生じた場合は、非同期局が混信回避の対策を実施するものとする。

■ 準同期TDDの導入

非同期運用する場合の干渉調整を簡素化するため、全国5Gの同期TDDとスロットのタイミングを一致させたまま上り/下りスロットのパターンのみを一部変更する「準同期TDD」を導入する。

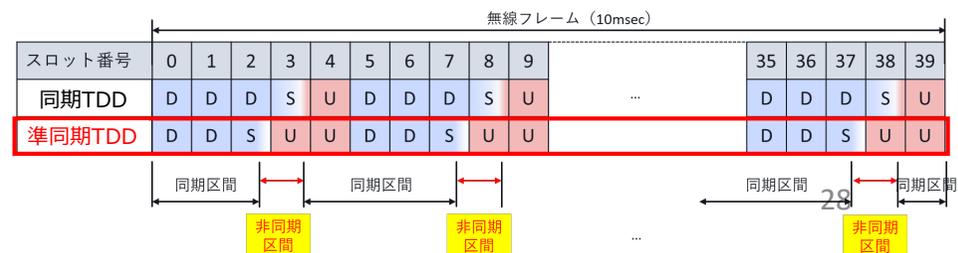
4.7GHz帯準同期TDD

※D:下りスロット U:上りスロット



28GHz帯準同期TDD

※D:下りスロット U:上りスロット



- ローカル5Gの概要、免許の申請手続、事業者等との連携に対する考え方等の明確化を図るため、令和元年12月17日に制度整備と併せて**ガイドラインを策定・公表**。

1. ローカル5Gの免許主体

- ローカル5Gは**当面「自己の建物内」又は「自己の土地内」での利用を基本**とする。
- 建物や土地の所有者が自らローカル5Gの無線局免許を取得可能。
- 建物や土地の所有者から依頼を受けた者が、免許を取得し、システム構築することも可能。
- **携帯事業者等** (※) **によるローカル5Gの免許取得は不可**。

2. 電波法の手続き

- 無線局の免許申請及び事前の干渉調整が必要。
(標準的な免許処理期間は約1ヶ月半)
- 基地局は個別の免許申請が必要。端末は、包括免許の対象として、手続きを簡素化。
- ローカル5Gの電波利用料は、
基地局：2,600円/年
端末(包括免許)：370円/年

3. 電気通信事業法の手続き

- ローカル5Gを実現するサービス形態によっては、電気通信事業の登録又は届出が必要。

4. 携帯事業者等との連携

- **ローカル5Gの提供を促進する観点から、携帯事業者等による支援は可能**。(ただし、携帯事業者等のサービスの補完としてローカル5Gを用いることは禁止)
- 公正競争の確保の観点から、ローカル5G事業者は、**ローミング接続の条件等について不当な差別的取扱いを行うこと(特定の事業者間の排他的な連携等)は認められない**。
- NTT東西について、携帯事業者等との連携等による実質的な移動通信サービスの提供を禁止。

(※) 携帯電話サービス用及び広帯域無線アクセス用の周波数帯域(2575-2595MHzを除く)を使用する事業者

ローカル5Gの申請者及び免許人一覧

(令和2年10月13日現在、申請者20者のうち本免許12者、予備免許3者)

	主な用途	主な事業者
ベンダー/ 製造業	スマートファクトリ等 IoT向け	<ul style="list-style-type: none"> 富士通 NEC 予備免許 ひびき精機 (山口) 日立製作所 日立国際電気 東芝インフラシステムズ 審査中  <p>カメラ活用・AI分析</p>
CATV	ケーブルテレビの 有線ラスト1マイル の代替	<ul style="list-style-type: none"> 秋田ケーブルテレビ JCOM ケーブルテレビ (栃木) ZTV (三重) となみ衛星通信テレビ (富山) 愛媛CATV コミュニティネットワークセンター (愛知) <p>審査中</p>  <p>CATVで導入 4K・8K動画</p>
通信事業者	スマート農業やeスポーツ活用 を見据えた実証環境の構築	<ul style="list-style-type: none"> NTT東日本
	九州工業大学と連携した 実証実験を予定	<ul style="list-style-type: none"> QTネット (福岡)
	自社向け実証環境の構築	<ul style="list-style-type: none"> GMOインターネット 予備免許
コンサル	5Gを活用した新規事業の検討	<ul style="list-style-type: none"> 野村総合研究所 予備免許
大学	実証環境の構築	<ul style="list-style-type: none"> 東京大学
自治体	中小企業等向けの 実証環境の構築	<ul style="list-style-type: none"> 東京都 徳島県

一次産業（農業、漁業） 4件



- 自動トラクター等の農機の遠隔制御による自動運転の実現
- 農業ロボットによる農作業の自動化の実現
- スマートグラスを活用した熟練農業者技術の「見える化」の実現
- 海中の状況を可視化する仕組み等の実現

医療・ヘルスケア 3件



- へき地診療所における中核病院による遠隔診療・リハビリ指導等の実現
- 専門医の遠隔サポートによる離島等の基幹病院の医師の専門外来等の実現
- 中核病院における5Gと先端技術を融合した遠隔診療等の実現

観光・文化・スポーツ 3件



- 観光客の滞在時間と場所の分散化の促進等に資する仕組みの実現
- eスポーツ等を通じた施設の有効活用による地域活性化の実現
- MR技術を活用した新たな観光体験の実現

工場 4件



- 地域の中小工場等への横展開の仕組みの構築
- MR技術を活用した遠隔作業支援の実現
- 目視検査の自動化や遠隔からの品質確認の実現
- 工場内の無線化の実現

インフラ・モビリティ 2件



- 自動運転車両の安全確保支援の仕組みの実現
- 遠隔・リアルタイムでの列車検査、線路巡視等の実現

働き方改革 1件



- 遠隔会議や遠隔協調作業などの新しい働き方に必要なリアルコミュニケーションの実現

防災・防犯 2件



- 防災業務の高度化及び迅速な住民避難行動の実現
- 遠隔巡回・遠隔監視等による警備力向上に資する新たなモデルの構築

Contents

0 はじめに

1 国際標準化の動向

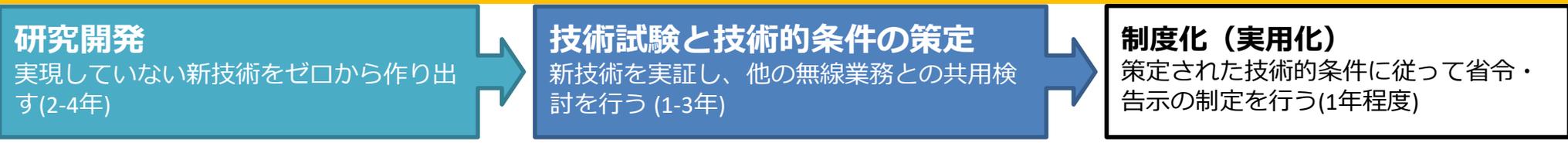
2 既存周波数のNR化検討の背景・経緯

3 既存バンドの5G化に関する検討

4 ローカル5Gの動向

5 第5世代移動通信システムの高度化に関して

6 動的周波数共有の今後の動向



	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021	2022
5G	第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発 ・5Gの基礎的な技術（超高速・超低遅延・多数同時接続）の実現 ・多数同時接続の実現に関連し、通信の緊急性に応じた通信制御技術 ・複数の無線技術を統合した環境を5Gで実現する制御技術					技術動向としても実績としても、研究開発着手後、約5年で実用化		
	第5世代移動通信システムの導入に向けた技術的条件の検討 5G技術の実証と他の無線業務との共用検討					5Gの普及・展開のための基盤技術に関する研究開発 5Gのミリ波帯普及期(2022頃想定)の研究開発。ミリ波帯無線機の小型化等とセル間協調制御で需要に対応		
5G 高度化	5Gの高度化を5年後以内に実現するために2019年度に着手する必要					第5世代移動通信システムの更なる高度化に向けた研究開発 5Gの高度化を実現する研究開発。高信頼性やミリ波帯高エネルギー効率等を実現		



○ 移動通信システムへの高まり続けるニーズに対応するためには、早くから第5世代移動通信システム（5G）の更なる高度化に取り組むことが必要である。システム全体の「高信頼性」や「高エネルギー効率」、「高効率な周波数利用」についても更なる高度化を実現することで、移動通信システムの利活用分野を更に拡大し、我が国の新産業の創出や社会課題の解決をより一層促進する。

【5Gの更なる高度化が支える利活用分野例】

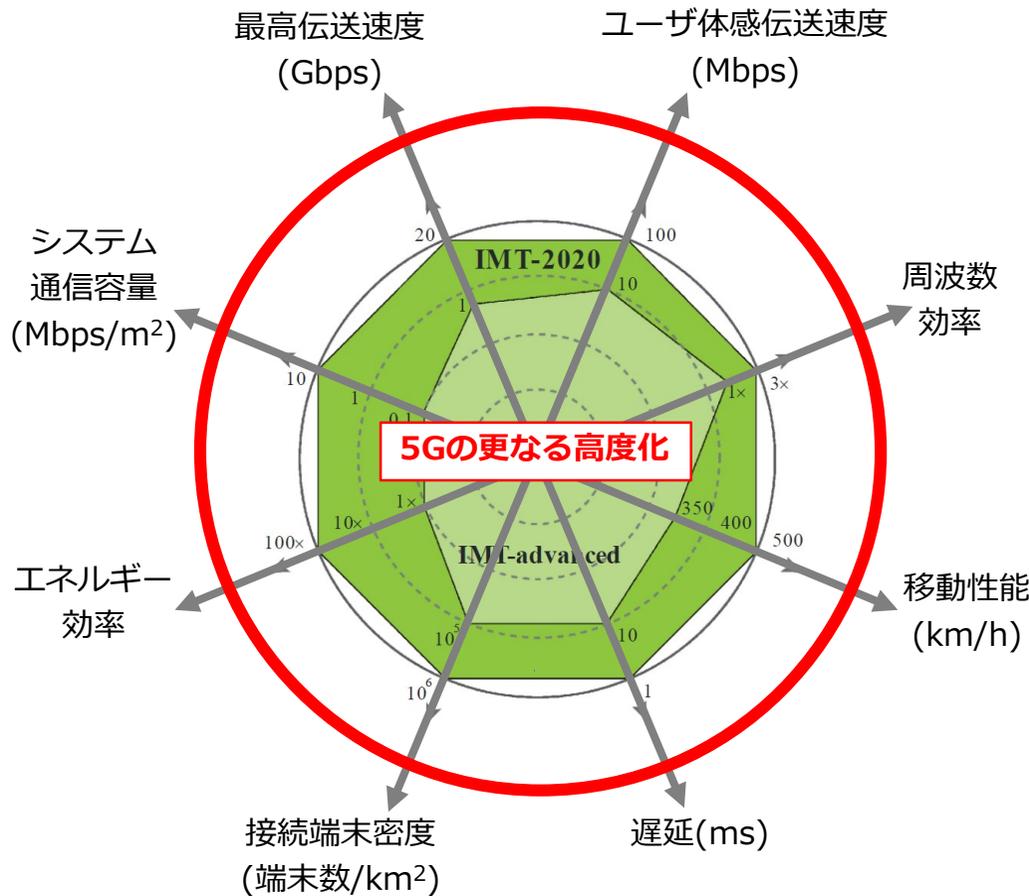
「高エネルギー効率」が支える

物流管理、スマートシティ等の社会に広く展開する利活用分野



「高信頼性」が支える

自動走行、遠隔医療、ロボット制御等の安定性が求められる利活用分野



移動通信システムへの高まり続けるニーズに対応するために、システム全体の「高信頼性」や「高エネルギー効率」、「高効率な周波数利用」について更なる高度化を実現することで、移動通信システムの利活用分野を更に拡大し、我が国の新産業の創出や社会課題の解決をより一層促進する。

【背景・課題】
我が国に導入されている28GHz帯よりも高周波数帯の高エネルギー効率な利用や、周波数利用効率を向上することが求められている。また、多様なサービスを支える基盤として、5Gの更なる高度化により、サービスの通信品質要求に応じた高信頼な通信を提供することが求められている。

【実施内容】

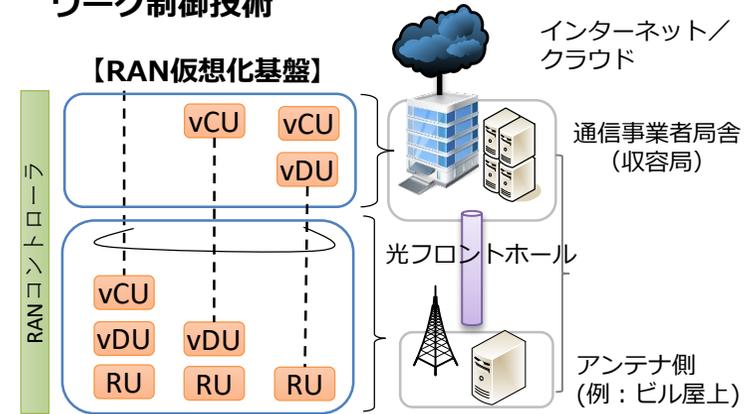
- 大容量、超低遅延、超多接続を組合せた多様なサービス要求に応じた高信頼な高度5Gネットワーク制御技術を実現する。－課題ア
- 送信電力を抑えたミリ波帯における高エネルギー効率な無線技術を実現する。－課題イ
- 自己干渉や端末間干渉を回避し、モバイルトラヒックの急増に対応した高効率な周波数利用技術を実現する。－課題ウ

目標

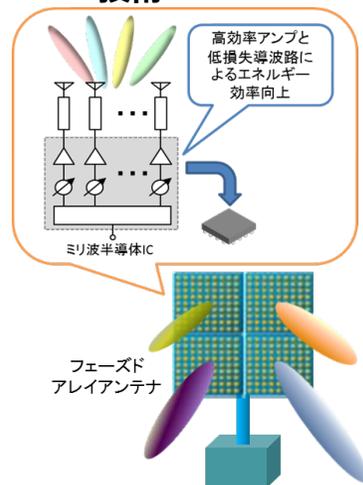
- 高信頼なサービスの提供のために、通信への要求品質を95%以上満たす適応型RAN技術の実現
- 高集積の半導体ICを用いて、フェーズドアレイアンテナを構築し、従来の2倍以上の電力効率を実現。
- Full-Duplex技術による最大2倍、平均1.2倍以上の周波数利用効率を実現。

対象周波数帯 ミリ波帯（高SHF帯、EHF帯）

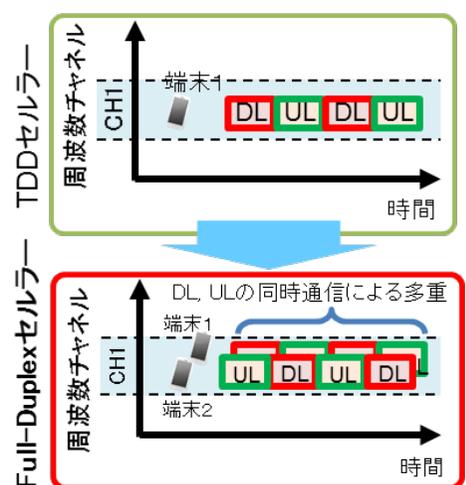
【課題ア】 多様なサービス要求に応じた高信頼な高度5Gネットワーク制御技術



【課題イ】 ミリ波帯における高エネルギー効率な無線技術



【課題ウ】 モバイルトラヒックの急増に対応した高効率な周波数利用技術



第5世代移動通信システムの更なる高度化に向けた研究開発

多様なサービス要求に応じた高信頼な高度5Gネットワーク制御技術

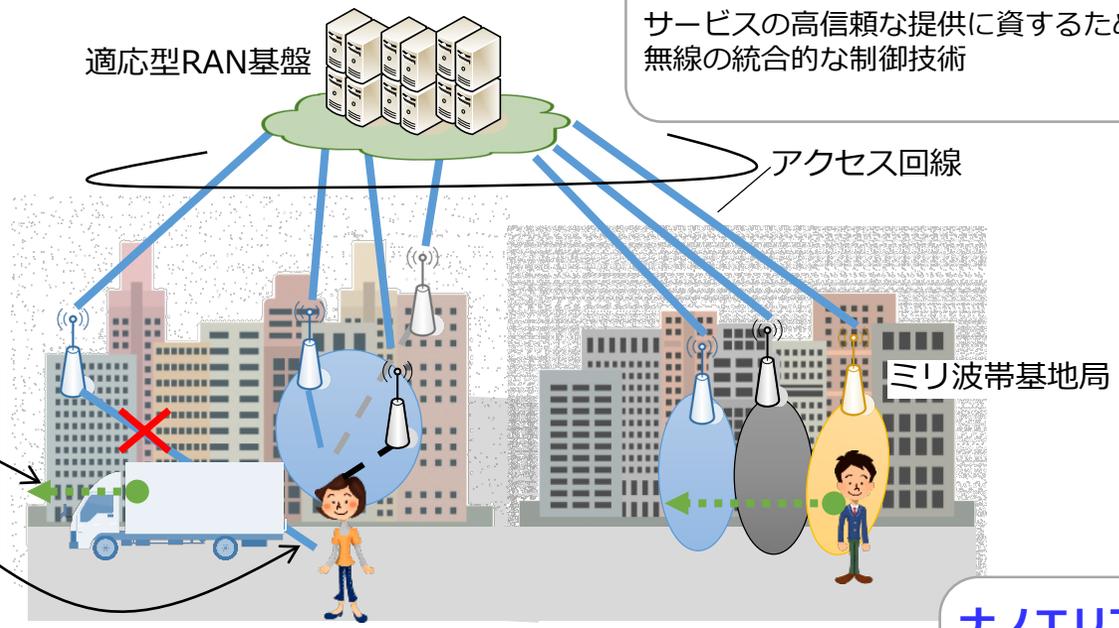
ミリ波帯のエリアにおいて、遮蔽等による通信品質の劣化を緩和するネットワークの制御技術及び5Gの特徴に対応した通信品質を継続的に提供するための技術を研究開発する。

適応型RANを実現する基地局機能配置技術
多様となるサービスを高信頼・柔軟に提供するため、RAN仮想化技術を応用し、適応的かつ高信頼に基地局機能を配置する技術

適応型RANを実現する無線統合制御技術
サービスの高信頼な提供に資するための、RAN全体を見通した無線の統合的な制御技術

ナノエリアに対応した高信頼ネットワーク制御技術
周囲の環境の変化等により遮蔽状況が変化する場合でもサービスの安定的・継続的な提供を実現する技術

ナノエリアに対応した高信頼ワイヤレスアクセス技術
ミリ波帯の無線リンクを継続的に確保するための無線通信技術



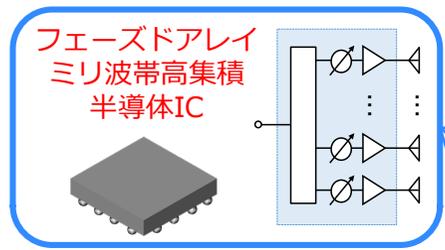
第5世代移动通信システムの更なる高度化に向けた研究開発

ミリ波帯における高エネルギー効率な無線技術

ミリ波帯の活用した5Gの大容量通信を実現するために、高エネルギー効率なフェーズドアレイアンテナ等の実現のための技術を研究開発する。

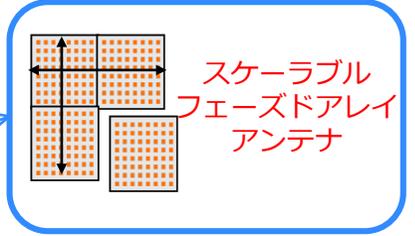
ミリ波帯高集積半導体ICの開発

高エネルギー効率ミリ波の高集積半導体ICの設計。
装置搭載を考慮したミリ波帯高集積回路に関する研究。



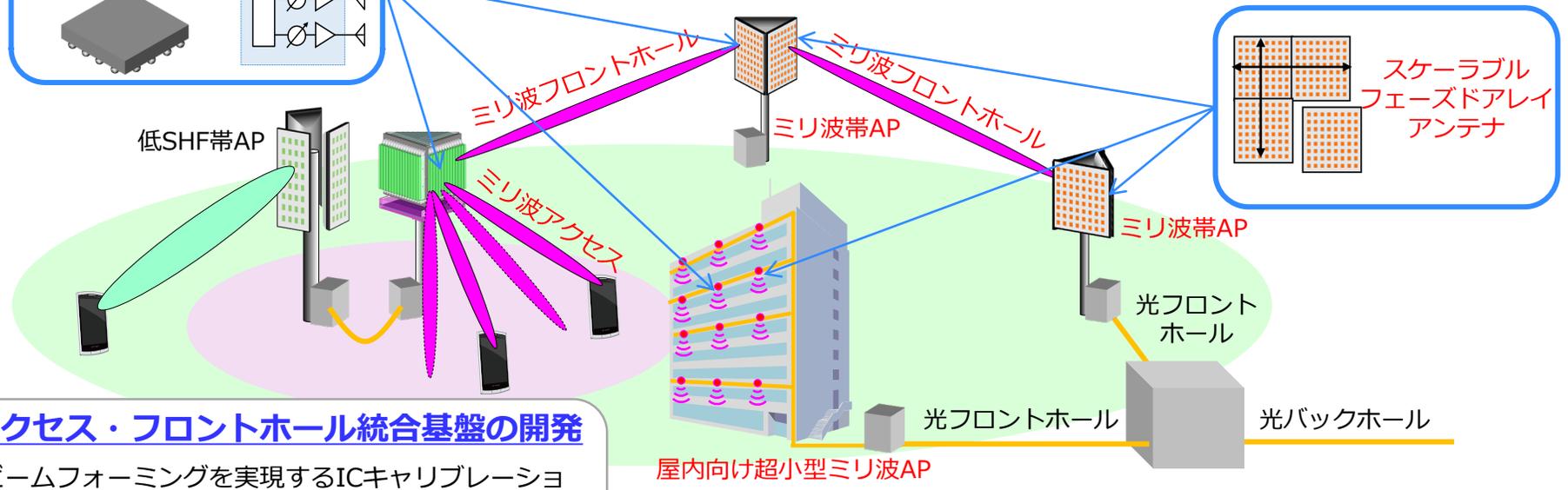
小型/スケーラブル・フェーズドアレイ基盤の開発

偏波を活用した大容量多重無線伝送に関する研究。
スケーラビリティを有するアンテナによるアナログビームフォーミングに関する研究。



無線アクセス・フロントホール統合基盤の開発

高精度ビームフォーミングを実現するICキャリブレーションに関する研究。
高効率デジタルビームフォーミング実装技術及びビーム多重技術に関する研究。



第5世代移動通信システムの更なる高度化に向けた研究開発

モバイルトラフィックの急増に対応した高効率な周波数利用技術

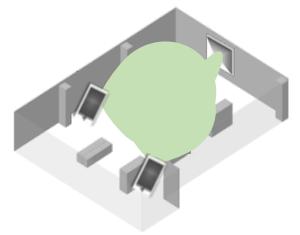
急増するモバイルトラフィックを収容するため、干渉状況をモニタし、干渉が少ない周波数・時間スロットにおいて送受信を同時に行う制御技術に関する研究開発を行う。

Full-Duplex実現のための干渉モニタリング技術

各端末の無線通信状況を時空間で把握し、干渉をモニタリングする技術

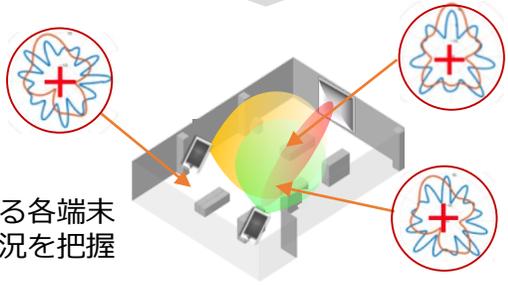
【従来の方式】

空間電力分布のみ測定可能



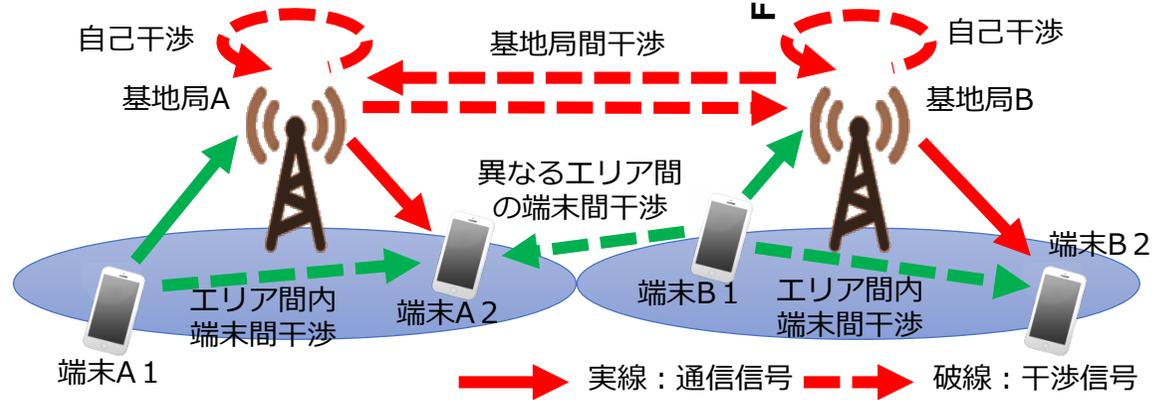
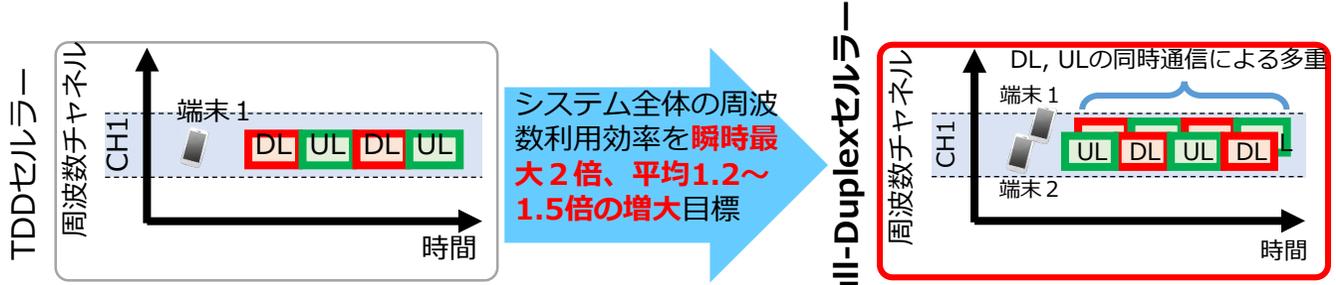
【新方式】

時空間における各端末の無線通信状況を把握



Full-Duplexセルラーシステム制御技術

Full-Duplexを行うスケジューリングを行う技術、干渉影響を緩和する送信電力制御技術及び自己干渉を低減するキャンセル技術



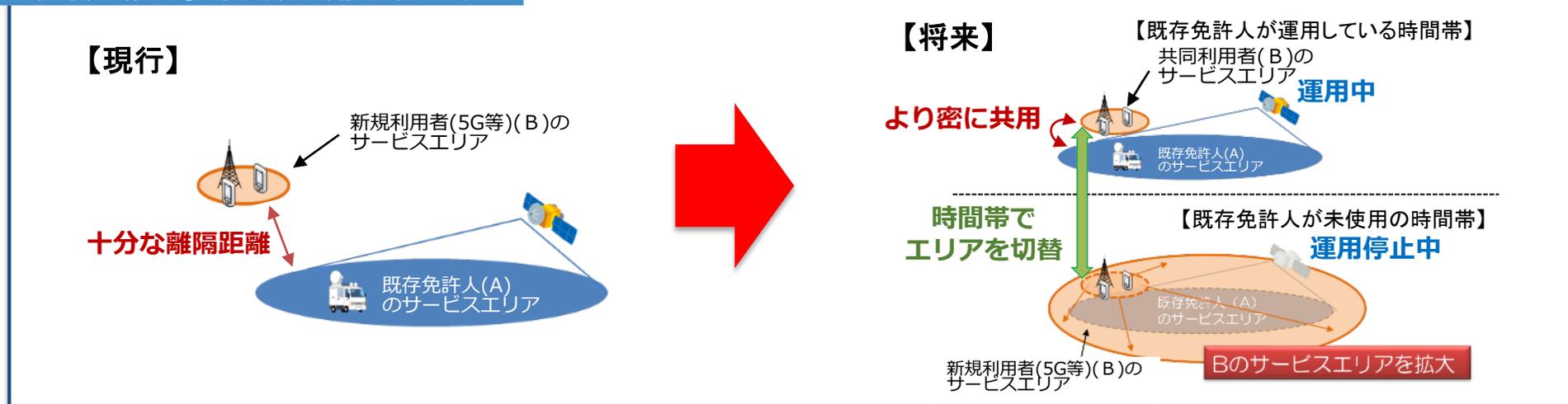
Contents

- 0 はじめに**
- 1 国際標準化の動向**
- 2 既存周波数のNR化検討の背景・経緯**
- 3 既存バンドの5G化に関する検討**
- 4 ローカル5Gの動向**
- 5 第5世代移動通信システムの高度化に関して**
- 6 動的周波数共有の今後の動向**

ダイナミックな周波数共用について

- 5G等の新たな無線システムへの周波数を確保するためには、周波数の効率的利用や共同利用が不可欠。
- 現在は、同一周波数を異なる無線システムで共用する場合は相互に電波干渉が生じないよう地理的な離隔距離を保ちながら運用。
- このため、異なる無線システム間において、地理的・時間的に柔軟に周波数を共用できるようにするシステム（ダイナミック周波数共用システム）を開発。

■ ダイナミックな周波数共用のイメージ



■ ダイナミック周波数共用システムを用いた新たな運用調整の仕組み

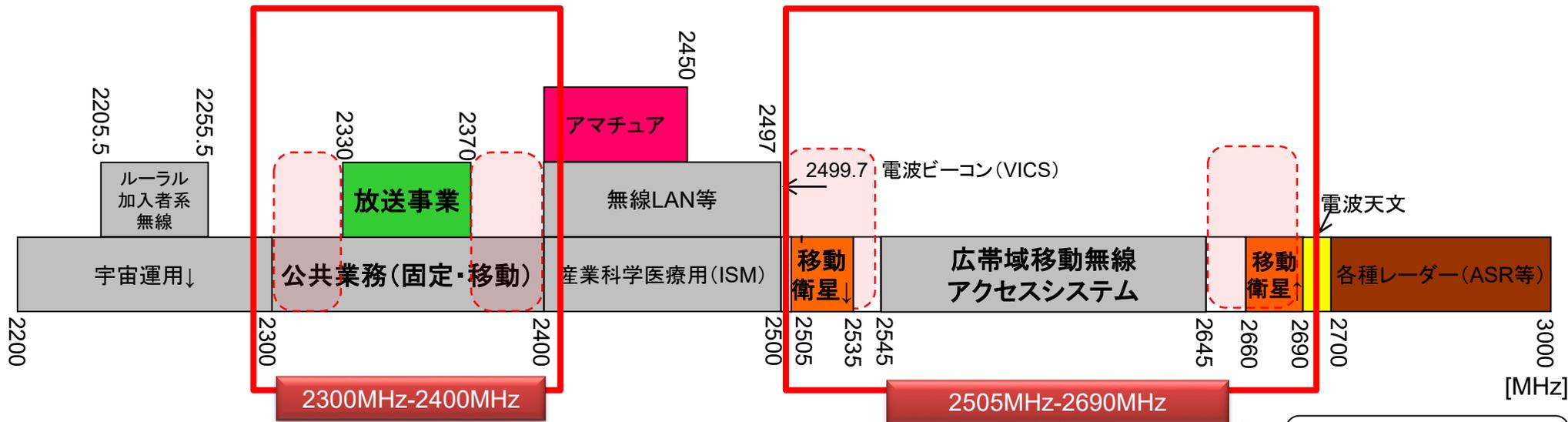


検討対象周波数帯及びその使用状況①

〈2.3GHz帯、2.6GHz帯周辺の使用状況〉

本件対象周波数帯

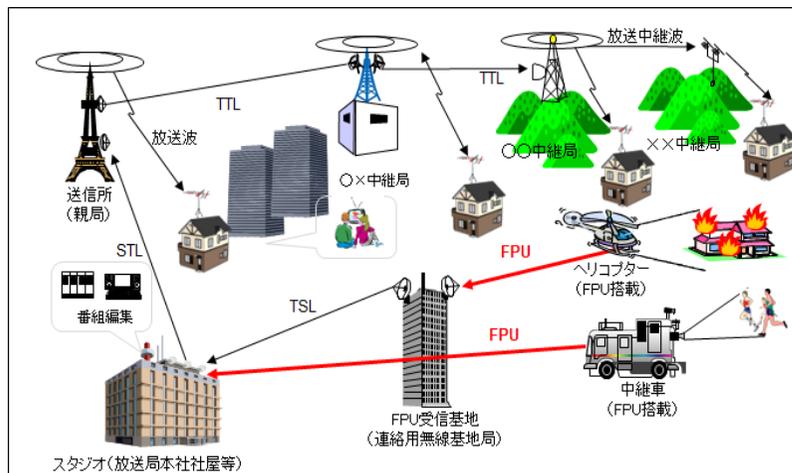
5 G 候補周波数帯



2.3GHz帯映像FPU、
公共業務用無線局

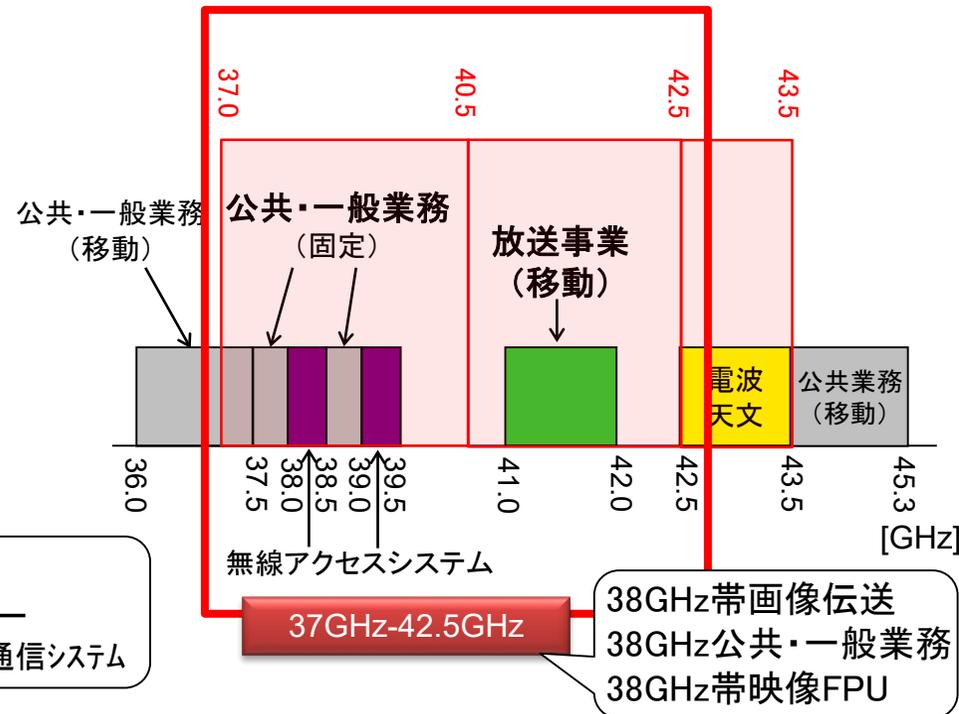
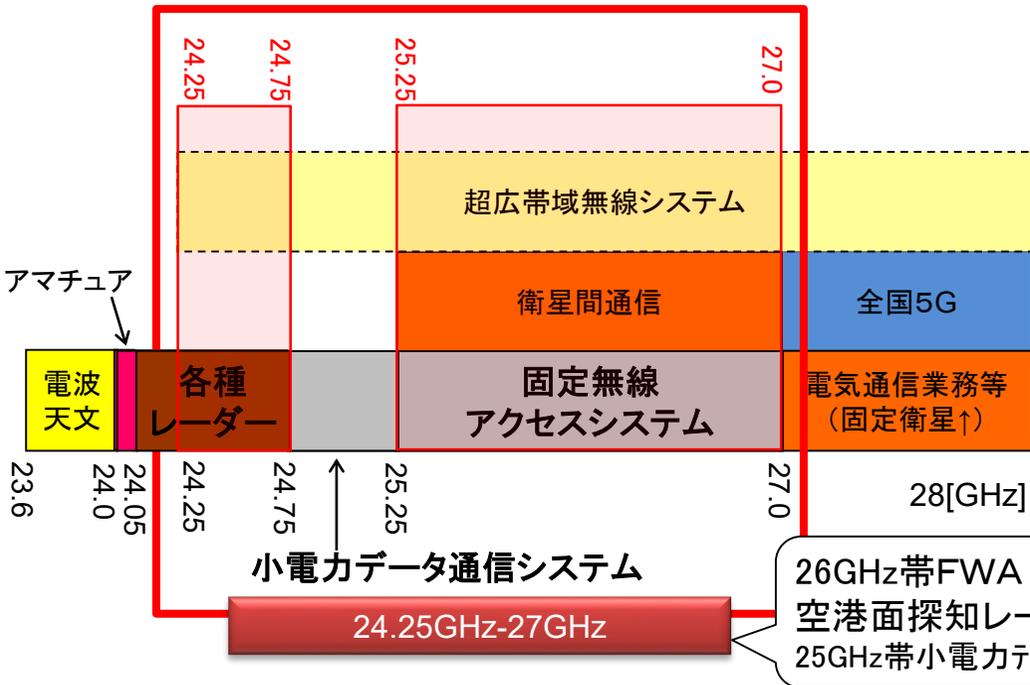
全国BWA、地域BWA、
N-STAR

【参考】映像FPUの利用イメージ

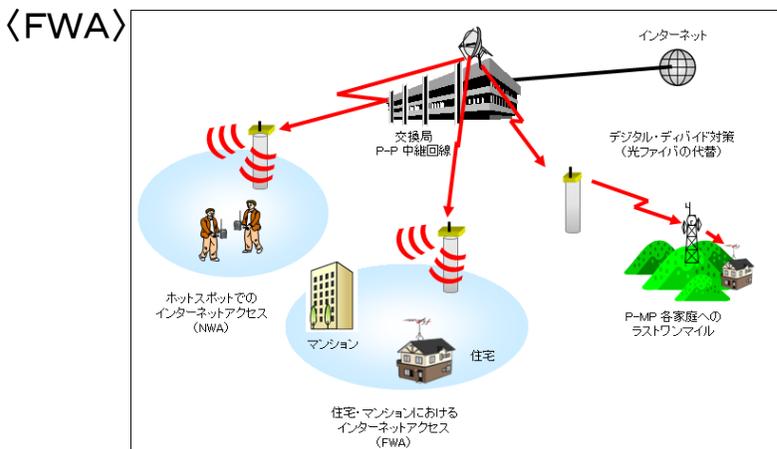


〈24.25-27.0GHz周辺の使用状況〉

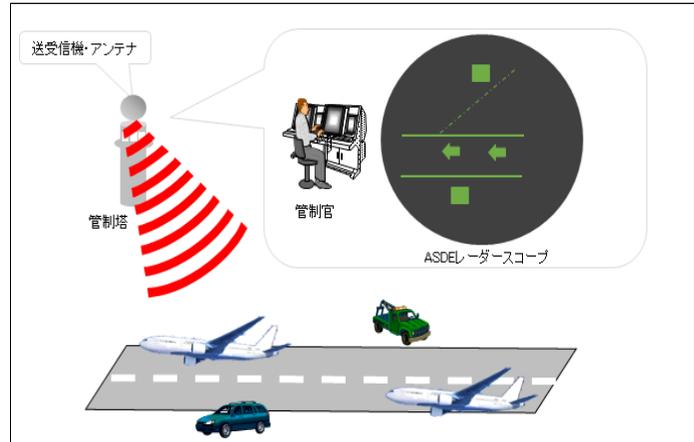
〈37-42.5GHz周辺の使用状況〉



【参考】26GHz帯無線システムの利用イメージ



〈空港面探知レーダー〉



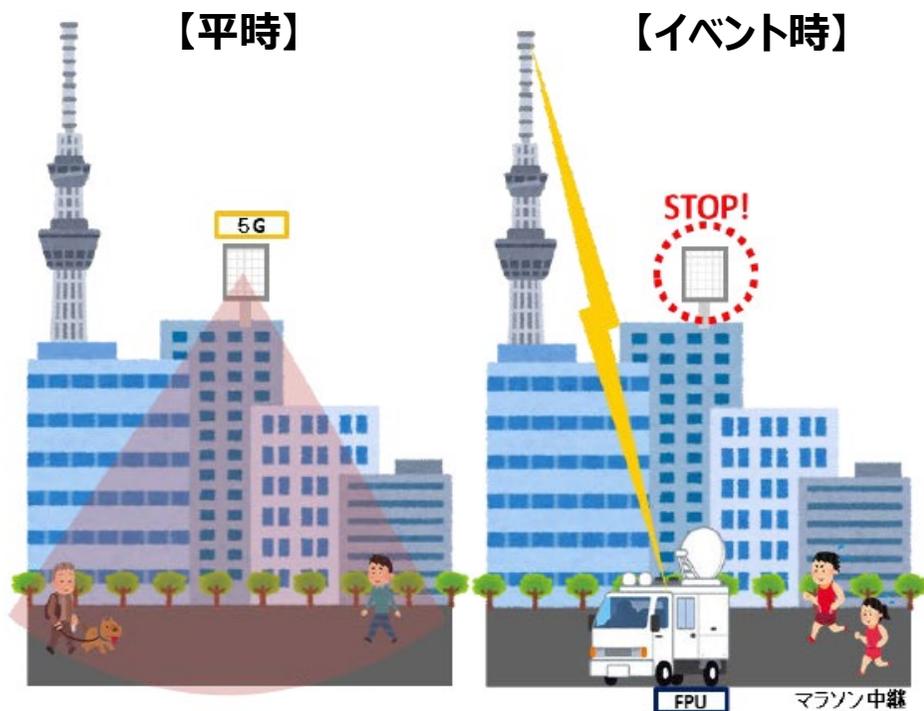
本件対象周波数帯

5G候補周波数帯

ダイナミック周波数共有の利用イメージ

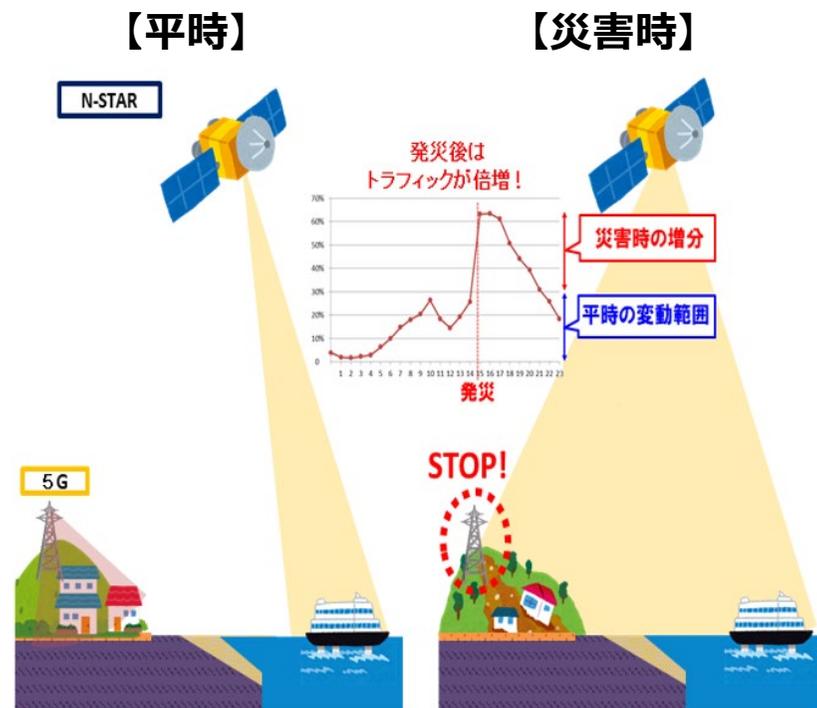
【2.3GHz帯】

- 番組中継用回線(FPU)は放送事業者がマラソン等のイベントで利用
- ⇒ 平時は携帯電話が使用し、イベント時又は緊急時にはFPUが使用



【2.6GHz帯】

- 衛星通信(N-STAR)は、平時は主に船舶通信、災害時は需要が急増
- ⇒ 平時は携帯電話が使用し、災害時は衛星が使用



ダイナミックな周波数共用システムに係る諸外国の動向

- 欧米では、有限希少な電波を有効活用する施策として、時空間的に周波数を共用するダイナミックな周波数共用システムについて法改正を実施、一部の国では導入が始まっている。
- 米国では、公共用周波数開放政策の下、海軍レーダと無線アクセスシステムとの周波数共用を実現するため、利用者の使用登録及び使用条件等を厳格に管理しつつ、昨年12月にSASの運用開始。

※SAS:センシングによる海軍レーダーの電波発射を検知し、無線アクセスシステムの稼働(周波数や出力)制御までを統合的に行うシステム

	米国 	英国 	日本 
呼称	CBRS /SAS (Citizen Broadband Radio Service / Spectrum Access System)	DSA (Dynamic Spectrum Access services)	-
法令	FCC規則(連邦規則集第47編) Part 96 (Subpart F—Spectrum Access System) *1	デジタル経済法2017 Part 2 (8 Regulation of dynamic spectrum access services) *2	本年4月に電波法改正
規定概要	<ul style="list-style-type: none"> SASの目的 SASの運用ポリシー (使用チャネルや送信電力の決定、干渉対処 等) 	<ul style="list-style-type: none"> DSA利用者の登録/取消 DSAS提供事業者の登録 登録手数料 違反/登録制限の通知 等 	検討中
備考	<ul style="list-style-type: none"> 2016年成立。 3.5GHz帯において、FCC認可事業者(Federated Wireless社等)を通じてシステムの運用を開始。 	<ul style="list-style-type: none"> 2017年成立。 TVホワイトスペース帯(470～790MHz)に導入。 3.8～4.2GHz帯も視野に入れつつ今後検討予定。*3 	<ul style="list-style-type: none"> 2019年より、「異システム間の周波数共用」について、研究開発、調査検討を実施中。

(参考) *1 連邦規則集 : <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=ad55ab34cfe00a8dfd4969df917f523b&mc=true&node=pt47.5.96&rgn=div5#sp47.5.96.f>

*2 英国デジタル経済法 : <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2017/30/section/8/enacted>

*3 OFCOM年次計画 : https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0017/112427/Final-Annual-Plan-2018-19.pdf

現在の検討状況

- 2.3GHz帯及び26GHz帯については、昨年度よりダイナミック周波数共有の可能性について検討を開始し、現在、次年度からの実用化に向けて2.3GHz帯についてシステム構築を行っているところ。
- その他の候補周波数帯（2.6GHz帯、38GHz帯）についても検討を開始する。

<主な検討内容>

- ・ それぞれの共有方法、運用ルールの検討
- ・ 周波数共有システムの要件等の検討
- ・ 社会実装に向けた課題整理及び支援策の検討 等

<検討体制>

ダイナミック周波数共有 推進会議

携帯電話事業者及び既存利用者等を対象とする、社会実装を主眼とした、ダイナミック周波数共有の帯域横断での全体進捗状況の共有と意見収集

2.3GHz帯 ステークホルダー調整会議

26GHz帯 ステークホルダー調整会議

その他候補周波数帯 調整会議

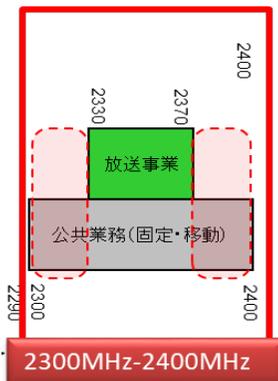
その他帯域別の調整会議体の起動は、情通審及び検討状況等により、適宜調整。

2.3GHz帯

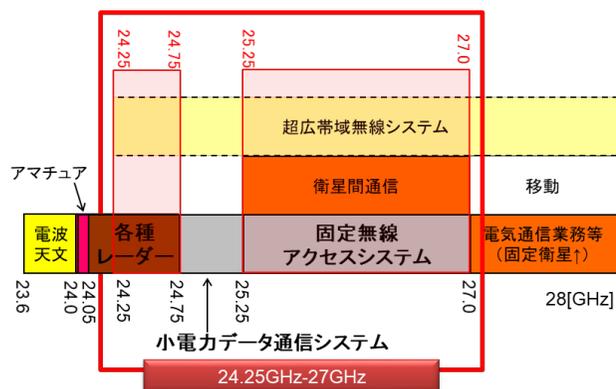
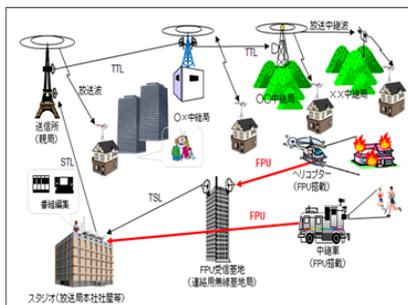
1. 検討対象周波数：2300-2400MHz(100MHz幅)
2. 共有検討の対象：①公共業務用無線システム(一次利用)と5G(二次利用)
②放送事業用無線システム(一次利用)と5G(二次利用)

26GHz帯

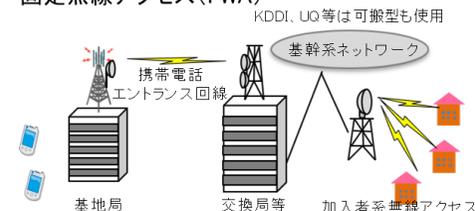
1. 検討対象周波数：25.25-27.00GHz(1.75GHz幅)
2. 共有検討の対象：固定無線アクセスシステム(FWA: Fixed Wireless Access)(一次利用)と5G(二次利用)



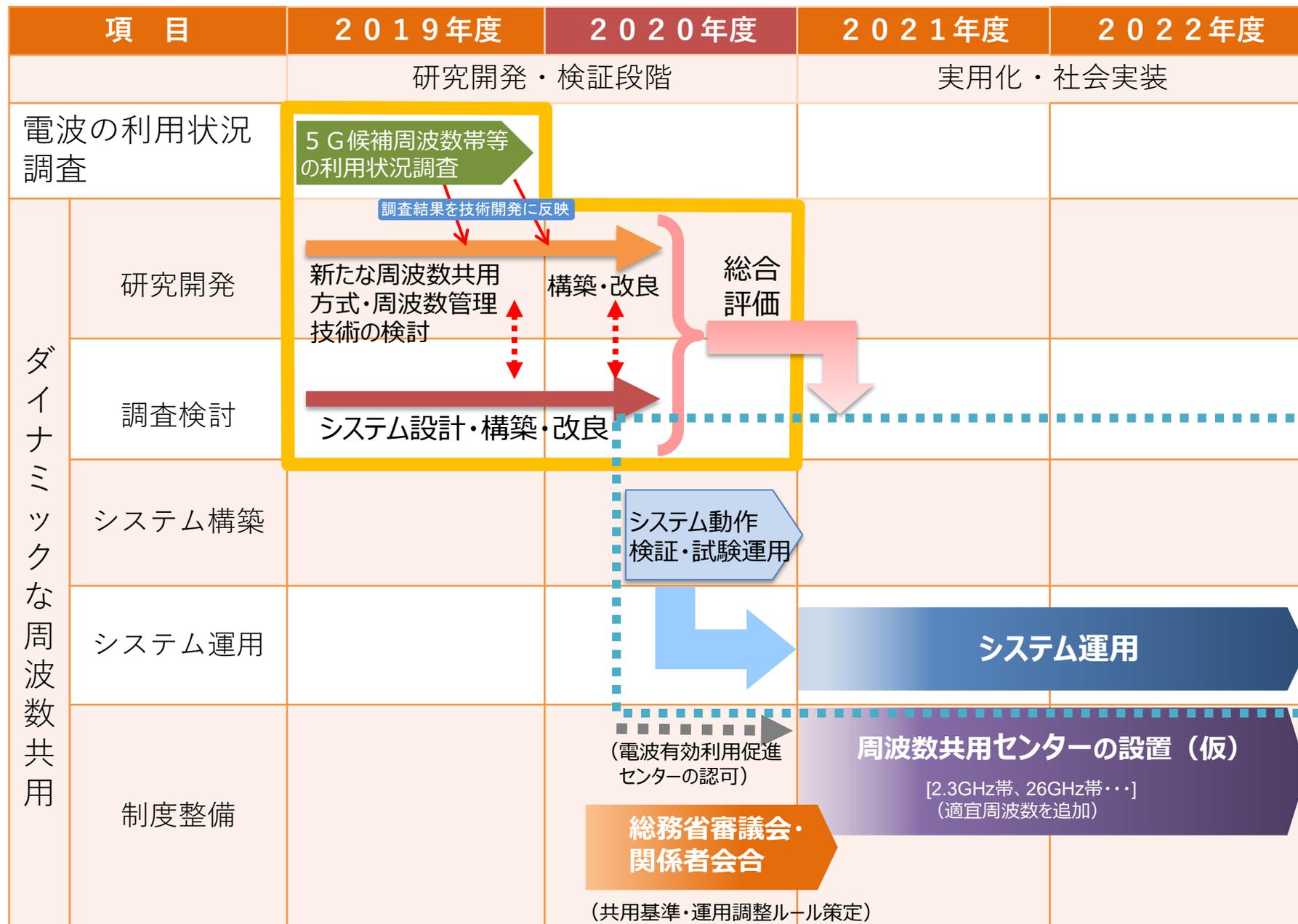
<映像FPU、映像STL/TSL/TTL>



固定無線アクセス(FWA)



2.3GHz帯ダイナミック周波数共有の導入スケジュール



ご清聴ありがとうございました



<http://www.soumu.go.jp/>