

事務局資料

令和5年1月
総務省総合通信基盤局
電波部電波政策課

目次

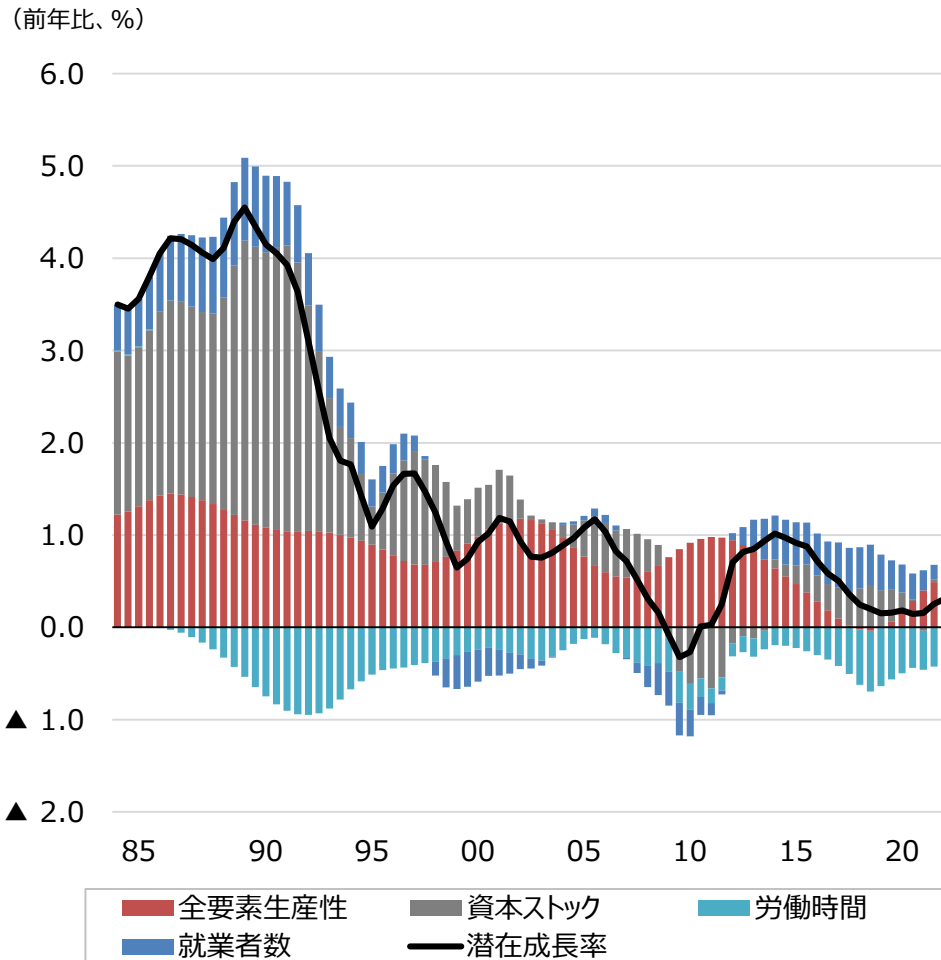
総論	2
5Gビジネスの現状	10
インフラ整備関係	11
端末・機器関係	26
ユースケース関係	32
周波数帯の特性に応じた割当方式の制度化	43
今後の検討の進め方	52

総論

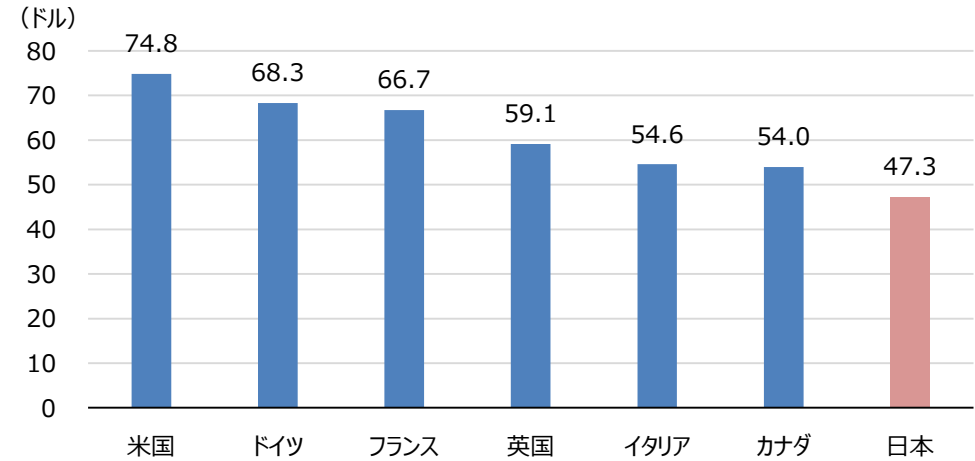
日本の潜在成長率と労働生産性

- 日本の潜在成長率は、バブル崩壊以降、すう勢的に低下している。少子高齢化や働き方改革が進む中、潜在成長率を上昇させるためには、生産性の持続的な向上が重要。
- しかしながら、日本の労働生産性は諸外国と比べて低く、ICT活用による生産性向上が期待されている。

日本の潜在成長率



時間当たり実質労働生産性の国際比較（2021年）



ICTによる労働生産性の向上と労働参加の拡大

- 生産年齢人口の減少による労働力の不足が見込まれる中で、**ICTを活用することにより、労働生産性の向上や新たな労働参加の拡大などが期待**できる。
- 例えば、ロボット・AIなどを活用することにより、人間が行う作業を代替し同じ生産物・付加価値を生み出すために必要な労働力を縮小させることが可能となるとともに、作業の迅速化や精度向上などによる業務の効率化を図ることや、ビッグデータの解析などにより生産過程や流通過程の更なる効率化を図ることも可能となる。
- また、テレワーク、サテライトオフィス、クラウドソーシングなどを活用することにより、場所を問わずに就業が可能となり、育児・介護・障害などこれまで様々な事情により就労が困難であった人々が多様で柔軟な働き方を選択することを可能とし、労働参加率の向上につながることを期待される。

(出典) 総務省：令和4年版情報通信白書

日本のデジタル競争力

- スイスの国際経営開発研究所（IMD: International Institute for Management Development）によれば、日本のデジタル競争力は、足もとで低下傾向（2015年：23位→2022年：29位）
- 日本は、ブロードバンド普及率などには優位性があるが、デジタルスキルや設備投資等の順位が低い。

2022	2015	順位変動 (2015→2022)	国名
1	8	+7	デンマーク
2	2	-	米国
3	5	+2	スウェーデン
4	1	-3	シンガポール
5	7	+2	スイス
6	6	-	オランダ
7	3	-4	フィンランド
8	18	+10	韓国
9	14	+5	香港特別行政区
10	4	-6	カナダ
11	15	+4	台湾
12	11	-1	ルウエー
13	22	+9	UAE
14	9	-5	オーストラリア
15	25	+10	イスラエル
16	12	-4	英国
17	33	+16	中国
18	26	+8	オーストリア
27	13	-14	ニュージーランド
28	30	+2	スペイン
29	23	-6	日本

デジタル競争力ランキングにおける日本の順位(2022)

※63カ国中の順位



7 研究開発への支出総額

62 デジタル/技術的なスキル

最下位 国際経験

2 ワイヤレスブロードバンドの普及率

32 電気通信への投資

34 ベンチャーキャピタル

2 世界のロボット分布

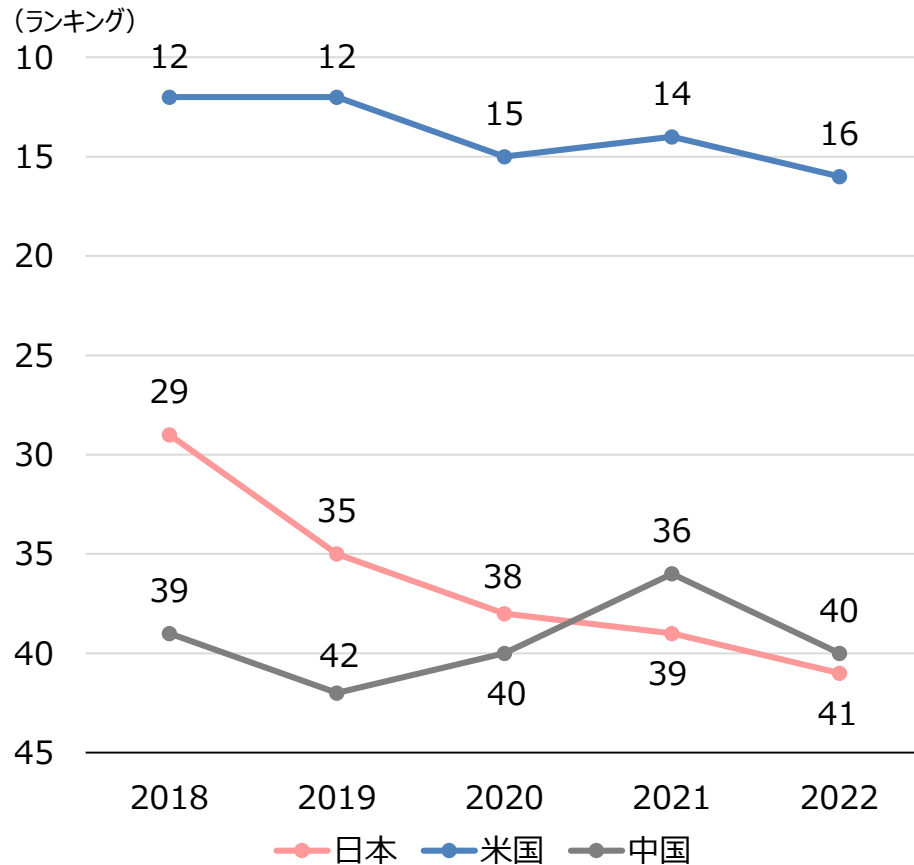
45 サイバーセキュリティ

最下位 ビッグデータの活用と分析

日本の人材競争力

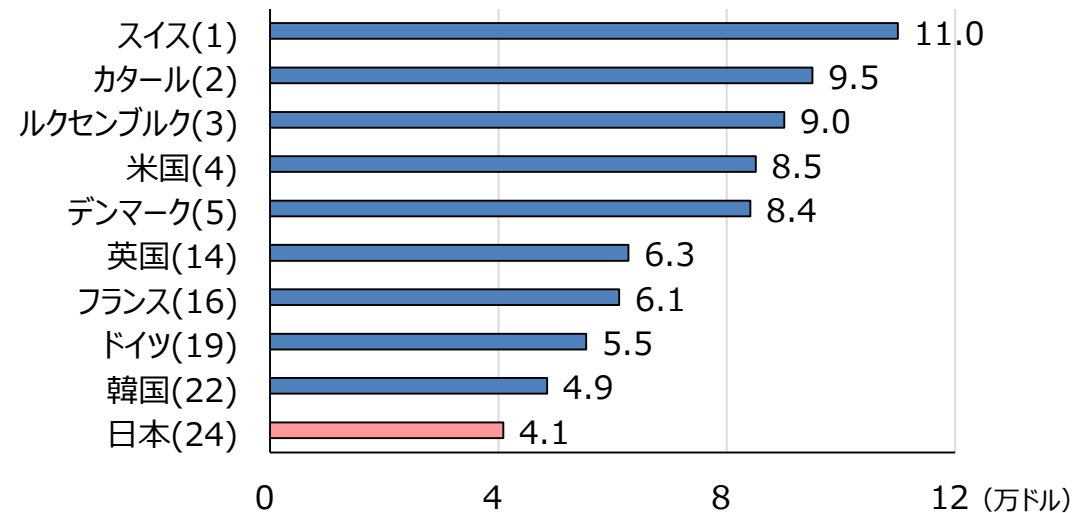
- 各国の人材競争力を評価するIMDの「世界人材競争力ランキング」において、近年、日本の順位は後退。
- ヒューマンソシア社の調査によれば、日本の情報通信就業者の賃金は、世界第24位で、トップ国の半分以下の額にとどまっている。一方、一部の企業では、人材獲得のため、高度な専門知識を有する人材に対して高額な報酬を提示している例がみられる。

世界人材競争力ランキング



情報通信業就業者の賃金

(注) 括弧内は98カ国中の順位



高度人材の報酬制度の事例

企業名	待遇
NEC	研究職を対象に新卒でも最大年収1,000万円以上
ソニー	新卒に最大年収730万円
富士通	AIなどの専門知識を有する高度人材に、30代でも3,000～4,000万円
NTTドコモ	ビッグデータ解析などの専門知識を有する高度人材に、年収3,000万円

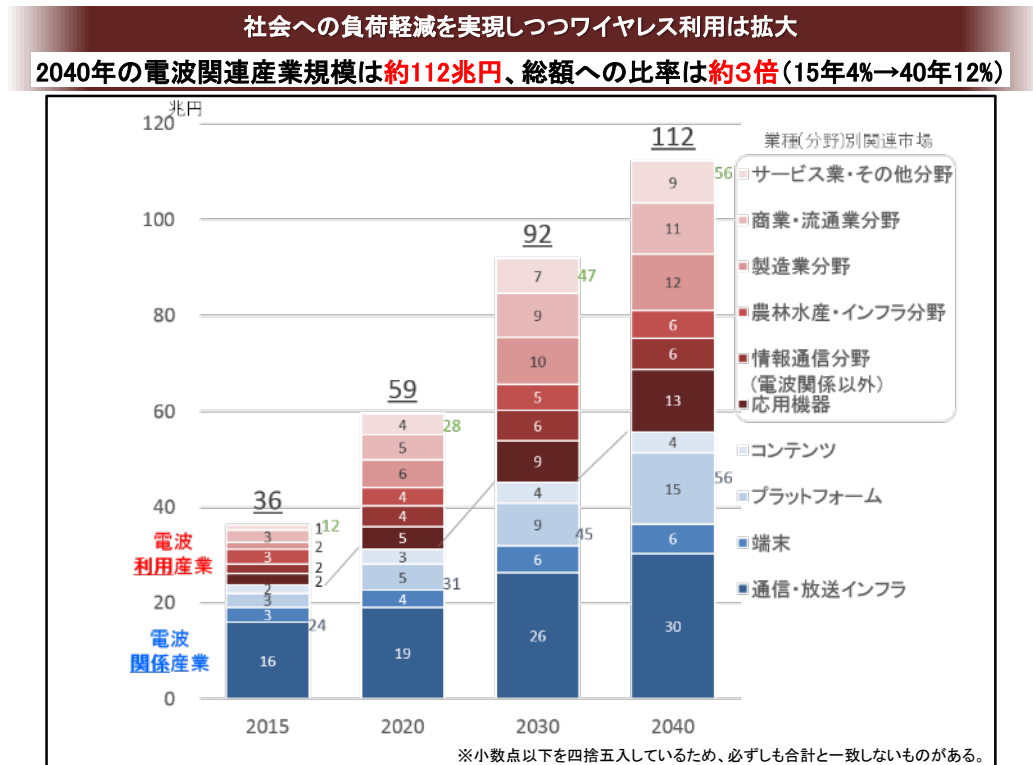
(出典) IMD : World Talent Ranking
 ヒューマンソシア : 2022年度版 : データで見る世界のITエンジニアレポートvol.6 (2022年12月14日)
https://corporate.resocia.jp/info/news/2022/20221214_itreport06
 ダイヤモンドオンライン : 新卒で年収3000万円も！激化する高度人材争奪戦 (2020年1月3日)
<https://diamond.jp/articles/-/224131>

ワイヤレスビジネスの見通し

- 電波関連産業の市場規模は、2015年度の36兆円から、2030年度には92兆円、2040年度には112兆円へ拡大が見込まれている。

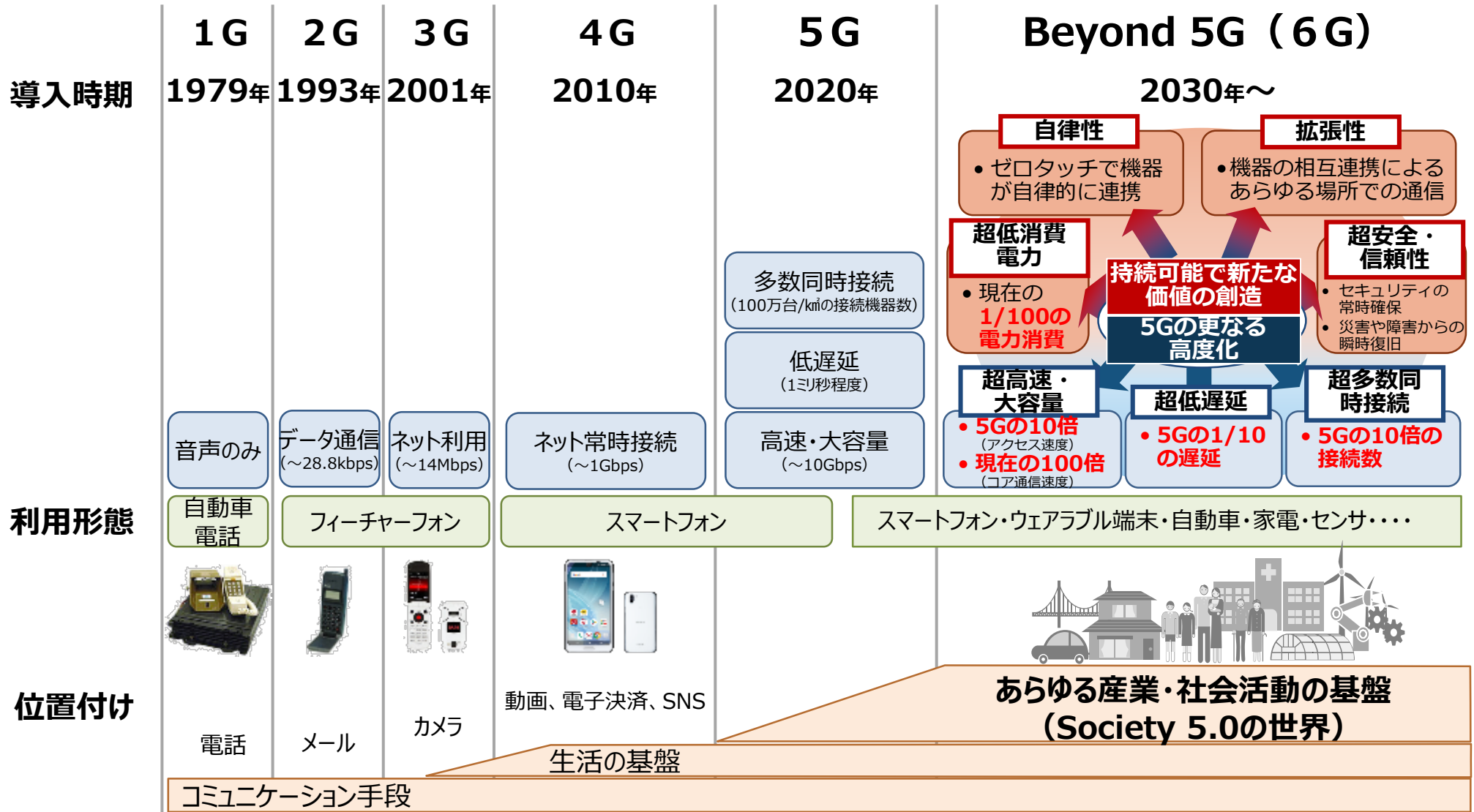
ワイヤレス関連産業の市場規模について

- 電波関連産業規模は、下グラフのとおりと試算。**2040年時点では、合計で112兆円。**
- 我が国の全産業の生産額に電波関連産業の生産額が占める割合は2015年時点で約4%→2040年に12%（同、約3倍）。



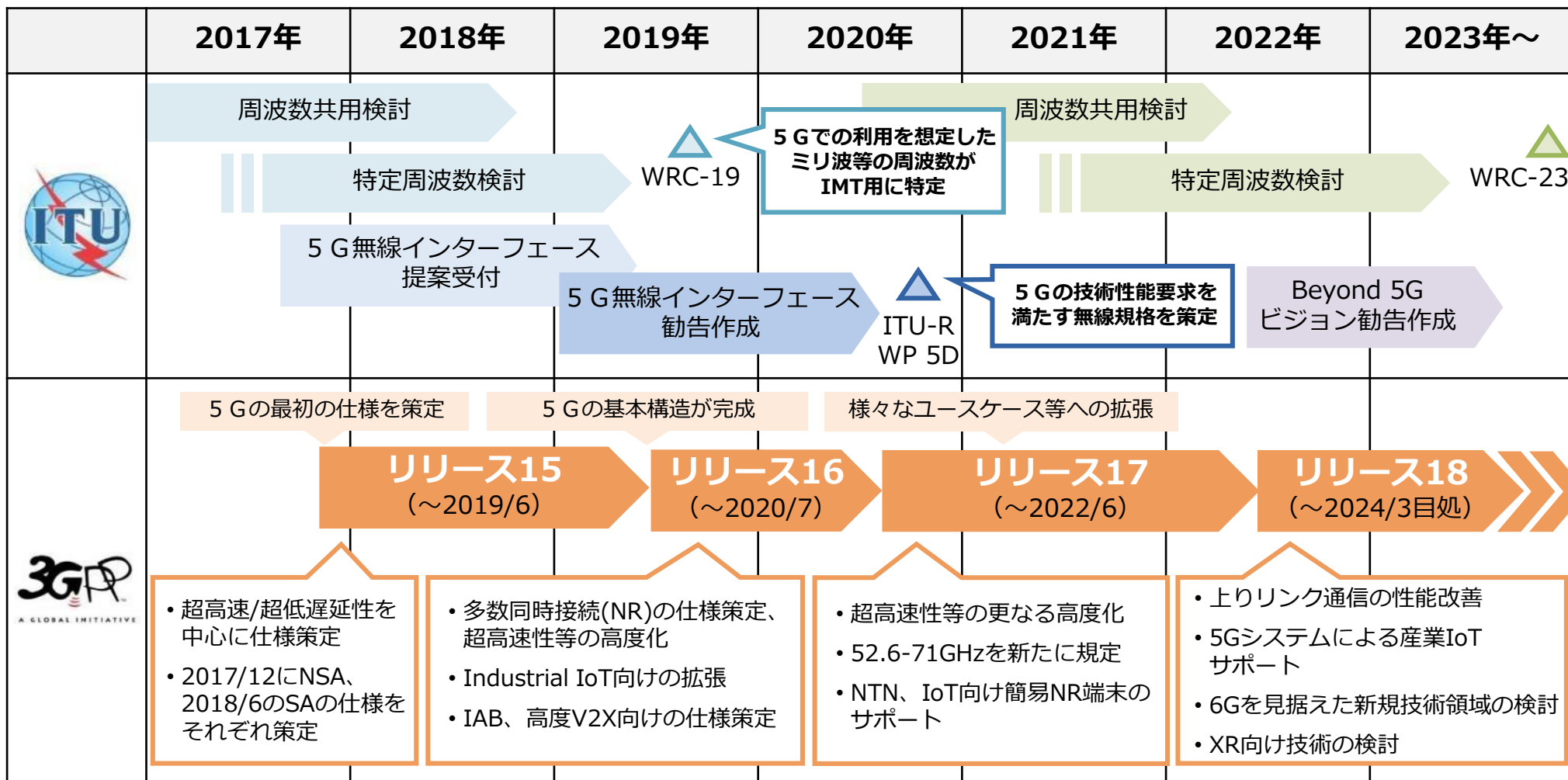
移動通信システムの進化と利用ニーズの拡大

- 移動通信システムは約10年ごとに進化を続け、それとともに携帯電話の利用ニーズも、コミュニケーション手段から生活基盤、そして、あらゆる産業・社会活動の基盤へと拡大を続けている。



5Gの国際標準化の動向

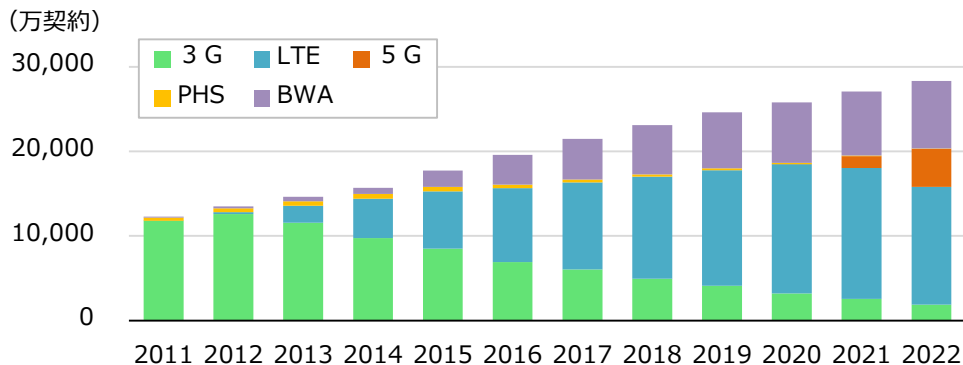
- ITU（国際電気通信連合）や3GPP等において、5Gの国際標準化が行われている。
- 5Gの仕様を最初に標準化したリリース15にはじまり、5Gの機能拡張（Industrial IoT、NTN、IAB、V2X、XR等）やBeyond 5G・6Gに向けた議論が進んでいる。



(出典) NTTドコモ：3GPP Release 15標準化技術概要、3GPP Release 16における5G無線の高度化技術概要及び3GPP Release 17における5G無線の高度化技術概要を参考に作成、5Gおよび5G-Advanced標準化動向を参考に作成

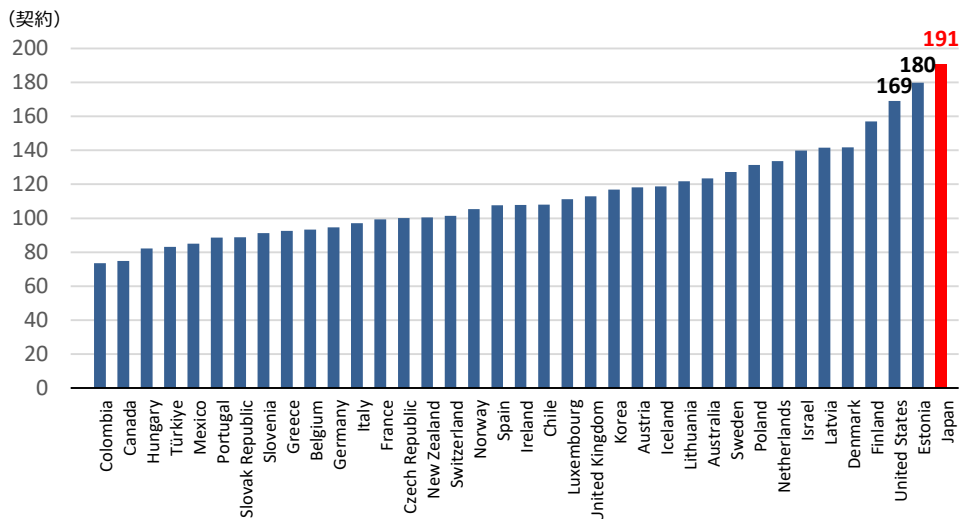
- 国内の携帯電話契約数は増加し続けており、世界的に見ても最高水準。足もとでは5G契約数も急増。
- BtoC用の通信サービスだけでなく、BtoBを主なターゲットにしたIoTデバイス数も増加している。

国内の携帯電話契約数の推移



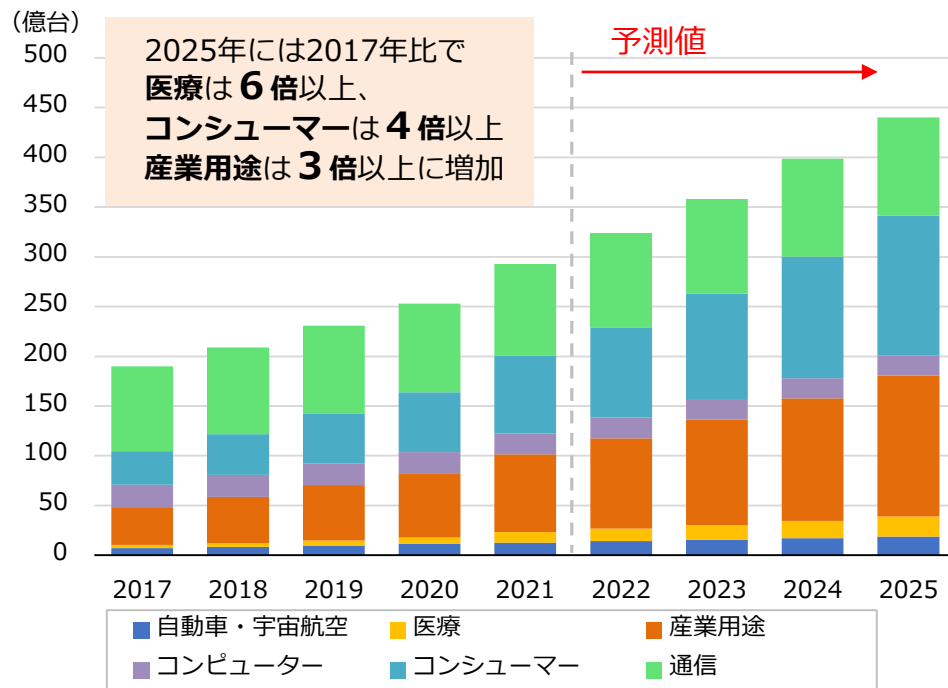
(出典) 総務省：電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表

人口100人当たりの携帯電話契約数の国際比較 (2021年)



(出典) OECD.stat : Total mobile cellular subscriptions per 100 inhabitants

世界のIoTデバイス数の推移



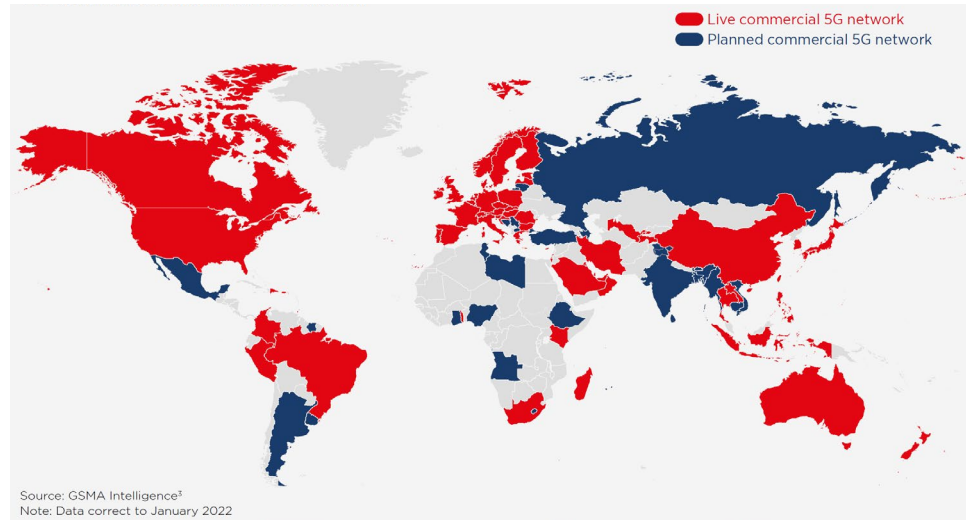
※ここでいうIoTデバイスとは、固有のIPアドレスを持ちインターネットに接続可能な機器及びセンサーネットワークの末端として使われる端末等を指す。
※各カテゴリの範囲は以下のとおり。
「自動車・宇宙航空」：自動車(乗用車、商用車)の制御系及び情報系においてインターネットに接続可能な機器、軍事・宇宙・航空向け機器(例：軍用監視システム、航空機コックピット向け電装・計装機器、旅客システム用機器など)
「医療」：画像診断装置(ほか医療向け機器、コンシューマーヘルスケア機器、その他検査機器(血糖値計、心電計などのウェアラブル検査機器)その他検査機器は、2021年の数値から集計対象としている
「産業用途」：オートメーション(IA/BA)、照明、エネルギー関連、セキュリティ、検査・計測機器などのオートメーション以外の工業・産業用途の機器
「コンピューター」：ノートパソコン、デスクトップパソコン、サーバー、ワークステーション、メインフレーム・スパコンなどのコンピューティング機器
「コンシューマー」：家電(白物・デジタル)、プリンターなどのパソコン周辺機器、ポータブルオーディオ、スマート玩具、スポーツ・フィットネス、その他
「通信」：固定通信インフラ・ネットワーク機器、2G・3G・4G各種バンドのセルラー通信及びWi-Fi・WIMAXなどの無線通信インフラ及び端末

(出典) Omdiaのデータを基に作成(総務省：令和4年版情報通信白書)

5Gビジネスの現状

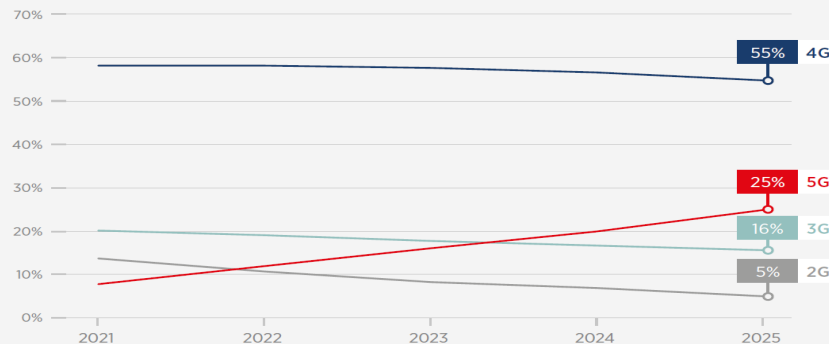
- 2022年1月時点において、世界70か国で5Gサービスが提供されている。また、GSMAの予測によれば、2025年に向けて、世界で4Gまでのサービスが減少するのに対し、5Gサービスは25%を占めるまでに成長する見込み。
- 世界に先駆けて5Gサービスを商用化した米国や韓国では、順調にサービスを拡大。一方、2022年12月、韓国では、カバレッジ義務を達成しなかったこと等により、ミリ波の割当てが取り消されるなど、サービス展開に苦戦する事例もみられる。

世界各國の5Gサービス提供状況（2022年1月時点）



世代別通信サービスの普及状況と予測

Percentage of connections (excluding licensed cellular IoT)



(出典) GSMA: The Mobile Economy 2022、米国と韓国の動向は総務省調べ

諸外国の動向

(米国の動向)

- 2016年7月、FCCは、周波数オークションにより、ミリ波を5G向けに割当て。また、2020年以降、ミッドバンド・Sub6も5G向けに割当て。
- 5Gの商用開始当初（2018年10月）、地方エリアではブロードバンド整備が十分でないことも背景に、5Gは、モバイル用途ではなく、固定的な使用方（FWA等）としてサービスが展開された。その後、2019年4月に、スマートフォン向けサービスが開始された。
- 5Gの人口カバー率は90%以上。主にローバンドが使われているが、ミッドバンド・Sub6のエリアも拡大している。ミリ波帯についても、各社で整備が進んでおり、例えば、Verizon社は、3万5,000以上のミリ波基地局を整備し、87都市をカバー（2022年3月末時点）。

(韓国の動向)

- 2018年6月、科学技術情報通信部は、周波数オークションによりミッドバンド・Sub6とミリ波を5Gに割当て。
- 2018年12月、5Gによるモバイルルータ（法人向け）の提供が開始され、その後、2019年4月に、スマートフォン向けサービスが開始された。
- ミッドバンド・Sub6を中心にエリア展開が進んでおり、人口の半数超が5G契約をしている（2022年8月末時点）。
- 一方、ミリ波帯の基地局数は、約6,000局（2022年9月末時点）にとどまっており、割当てから3年後の免許条件履行状況点検において、評価点の低かったKTとLGU+は割当てが取り消され、SKテレコムは利用期間が10%短縮される制裁措置（2022年12月最終確定）を受けた。

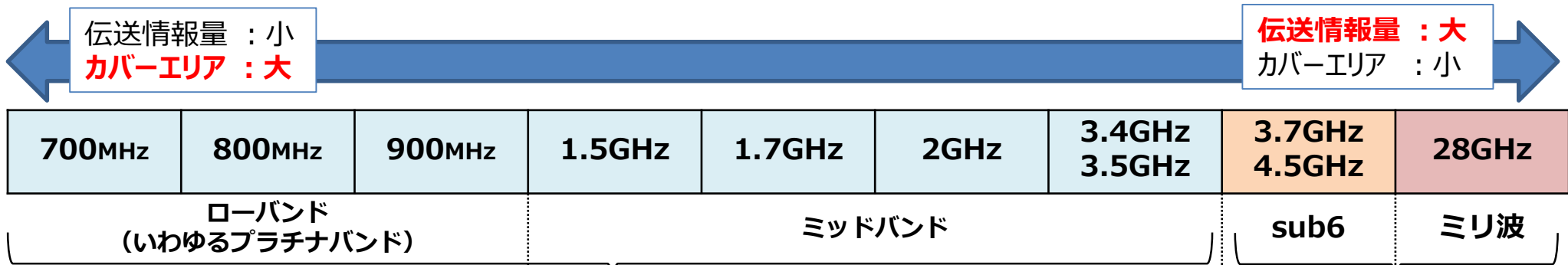
- 5Gの3つの主な特長のうち、「超高速」は主に「周波数の幅」に依存。
- 周波数の幅を広く確保するためには、高い周波数帯※の活用が重要。
※ただし、高い周波数帯は低い周波数帯と比較して、カバーエリアが狭い特徴がある。
- 我が国では、「超高速」を実現するため、2019年、高い5G用周波数として、sub6（3.7GHz帯・4.5GHz帯）、ミリ波（28GHz帯）の割当てを実施。

● 携帯電話用周波数の割当状況

	700 MHz帯	800 MHz帯	900 MHz帯	1.5 GHz帯	1.7 GHz帯	2 GHz帯	2.3 GHz帯	3.4 GHz帯	3.5 GHz帯	sub6 3.7GHz帯 4.5GHz帯	ミリ波 28 GHz帯	合計
docomo	20	30	—	30	40 <small>東名阪のみ</small>	40	—	40	40	200	400	840
au	20	30	—	20	40	40	40	—	40	200	400	830
SoftBank	20	—	30	20	30	40	—	40	40	100	400	720
Rakuten	—	—	—	—	80 <small>(40MHzは東名阪以外)</small>	—	—	—	—	100	400	580
合計	60	60	30	70	190	120	40	80	120	600	1,600	2,970

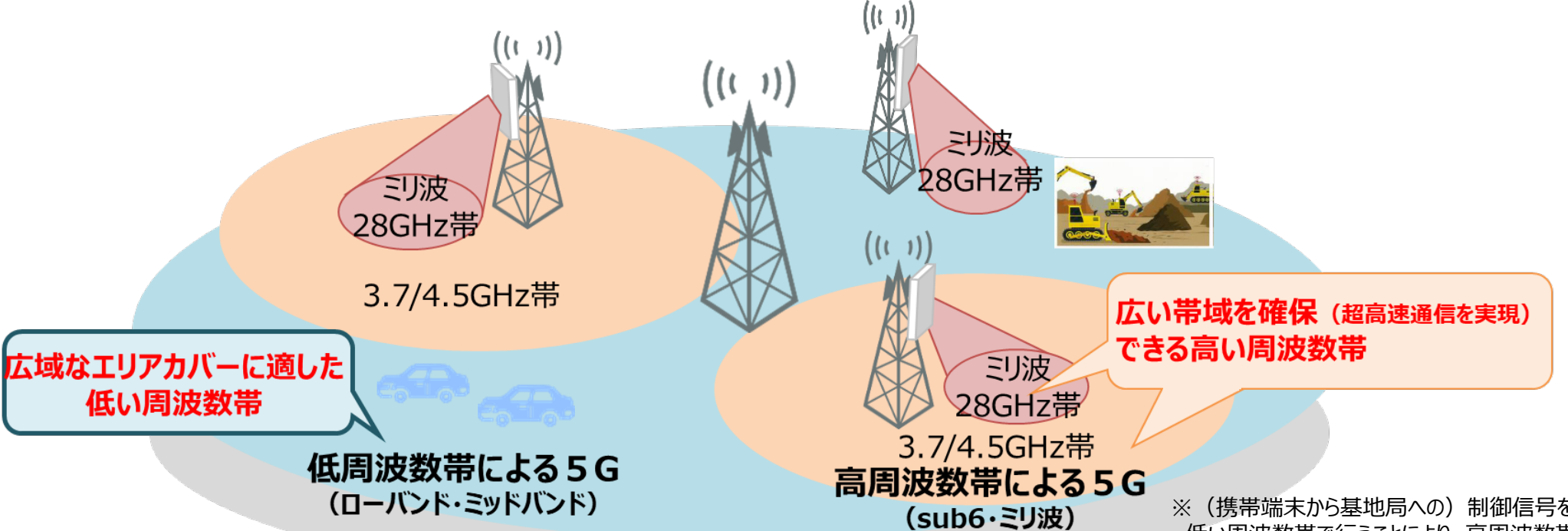
単位：MHz

- 5 Gのカバレッジ拡大と3つの特長（超高速、超低遅延、多数同時接続）を実現していくためには、低周波数帯から高周波数帯まで、幅広い周波数帯を活用することが重要。



当初 4 G で使用していた周波数帯

5 G 専用周波数帯



※ (携帯端末から基地局への) 制御信号を低周波数帯で行うことにより、高周波数帯エリアの拡大が可能

- 5Gの全国人口カバー率（2022年3月末時点で93.2%）はローバンド・ミッドバンドによる寄与が大きい。
- Sub6については、カバー率は限られているが、処理しているトラフィック量は最も多い。
- ミリ波帯については、カバー率は0.0%、処理しているトラフィック量もほぼなく、限定的な利用にとどまっている。

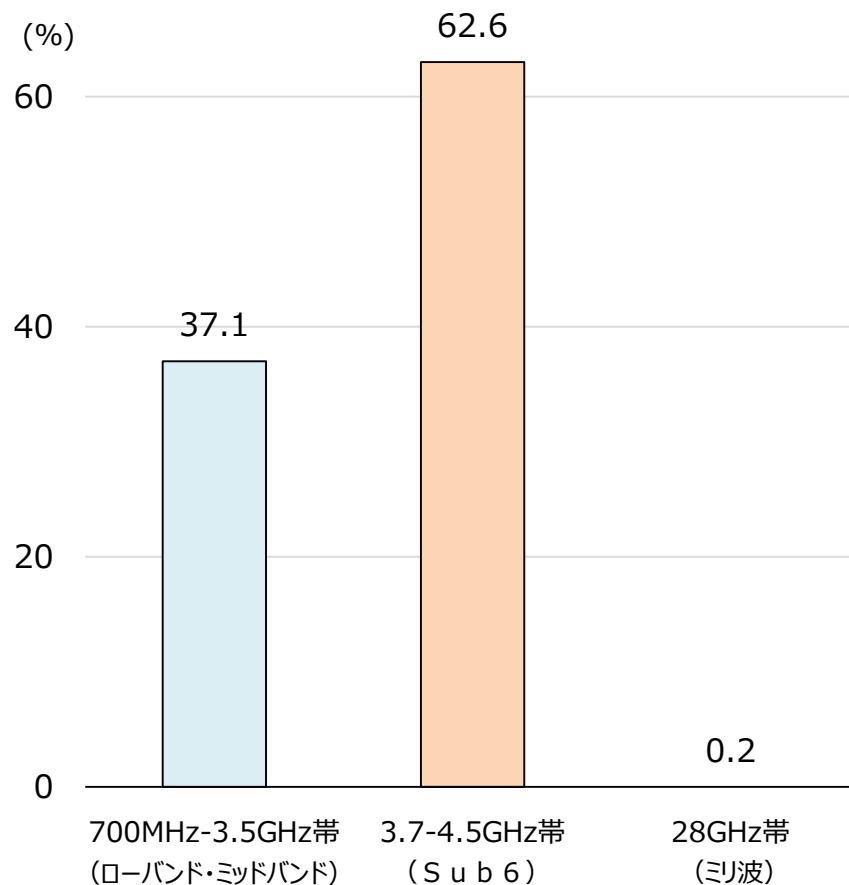
帯域別の各社5G人口カバー率
(2022年3月末時点)

	人口カバー率			
	NTTドコモ	KDDI	ソフトバンク	楽天モバイル
700MHz	-	55.5%	90.7%	-
1.7GHz	-	0.0%	83.9%	-
3.4GHz/ 3.5GHz	0.0%	30.1%	52.8%	-
3.7GHz	15.4%	2.4%	14.3%	12.6%
4.0GHz/ 4.5GHz	31.8%	0.0%	-	-
28GHz	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

周波数：低
伝送情報量：小
カバーエリア：大

周波数：高
伝送情報量：大
カバーエリア：小

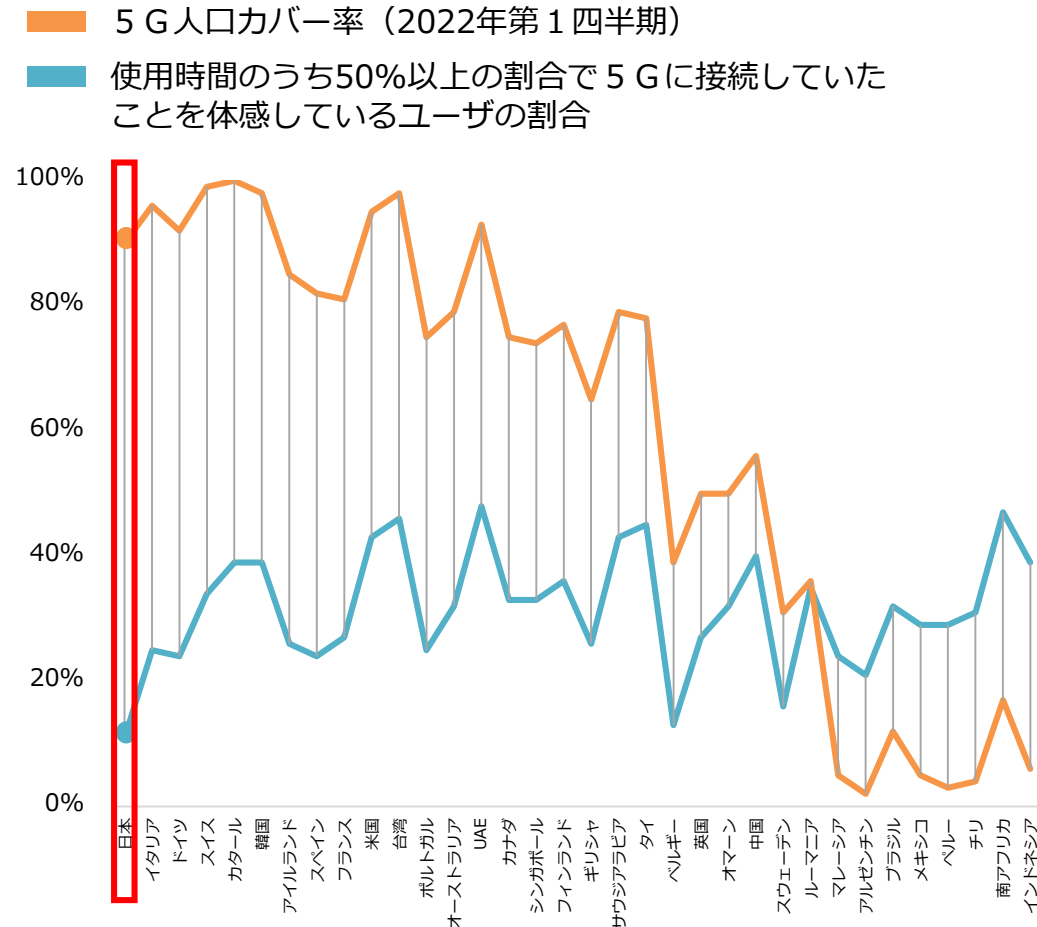
帯域別の5Gトラフィック量
(2022年3月末時点)



(出典) 総務省: 令和4年度携帯電話及び全国BWAに係る電波の利用状況調査の調査結果の概要を基に作成

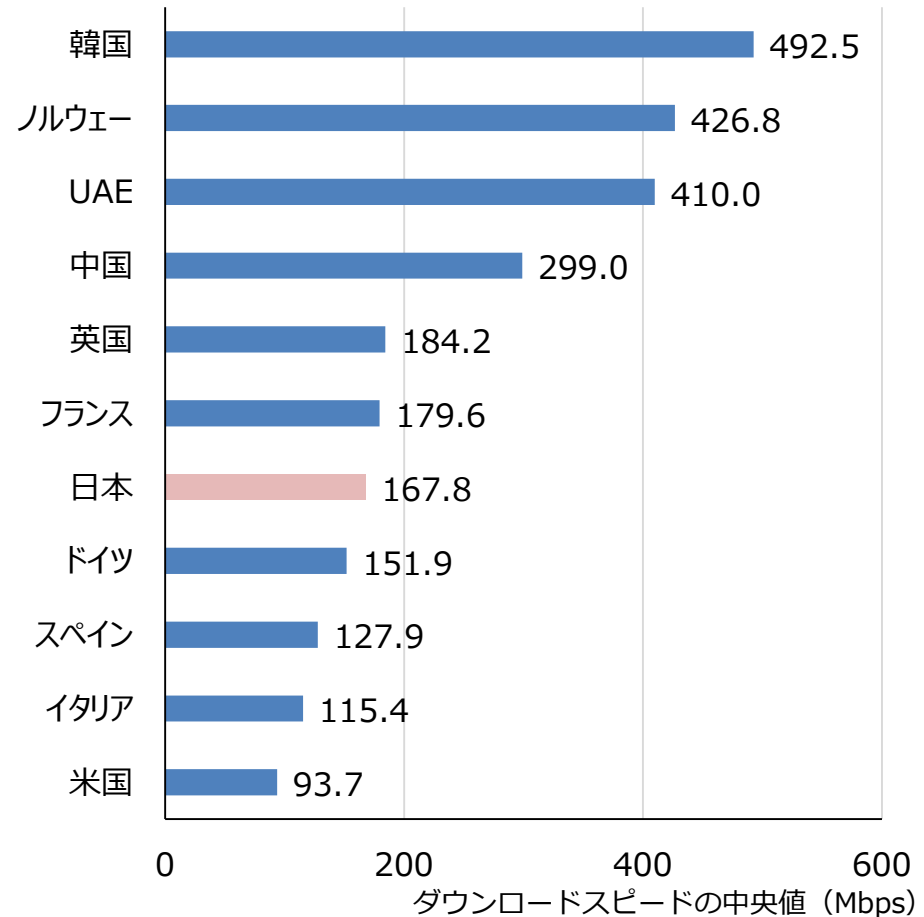
- Ericsson社によれば、日本の5G人口カバー率は高水準であるが、5Gに接続していたことを体感しているユーザーの割合は低い。
- Ookla社によれば、日本の5Gのダウンロード速度は、韓国やノルウェー、UAE、中国等と比較すると遅く、英国やフランス、ドイツなどと同じ2番手グループに位置している。

5Gの人口カバー率とユーザーの体感



(出典) Ericsson : What do next wave 5G consumers want?

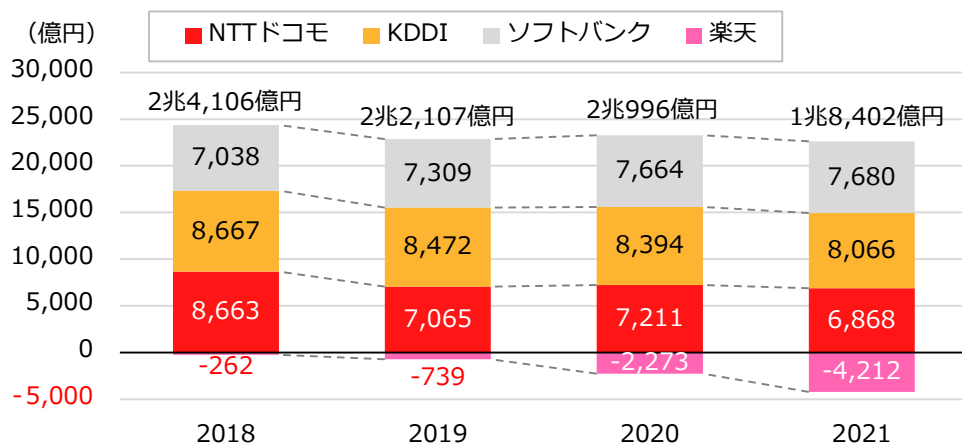
5Gダウンロードスピード (2021年第3四半期)



(出典) Ookla : Growing and Slowing: The State of 5G Worldwide in 2021
<https://www.ookla.com/articles/state-of-worldwide-5g-2021>

- 携帯電話事業者は、国民生活に不可欠なインフラとして低廉な料金で高品質なサービスを提供することが求められる一方、国際競争が活発化する中、設備投資や研究開発投資には増加圧力がかかっている。

通信事業に係る各社の営業利益※の推移



(※) NTTドコモ：通信事業に係るもの（固定等含む）
 KDDI：連結からライフデザイン領域の値を控除したもの
 ソフトバンク：コンシューマ事業及び法人事業に係るもの（固定等含む）
 楽天：モバイルセグメントに係るもの

携帯電話料金の低廉化の影響

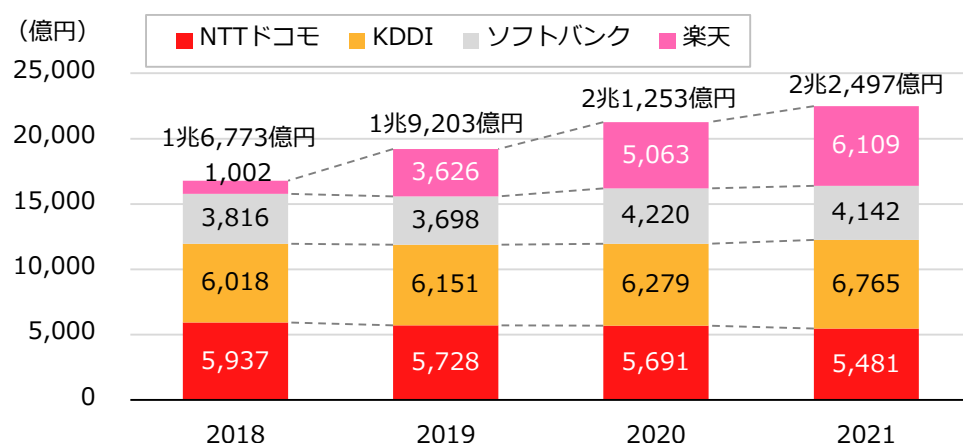
2021年度決算におけるMNO 3社の通信料収入は
NTTドコモ：▲956億円、**KDDI**：▲872億円、
ソフトバンク：▲694億円 となっている。

さらに、2022年度の通信料収入の予想は
NTTドコモ：▲1,143億円、**KDDI**：▲700～800億円、
ソフトバンク：▲900億円（携帯電話料金の低廉化の影響のみ）
 を見込んでいる。

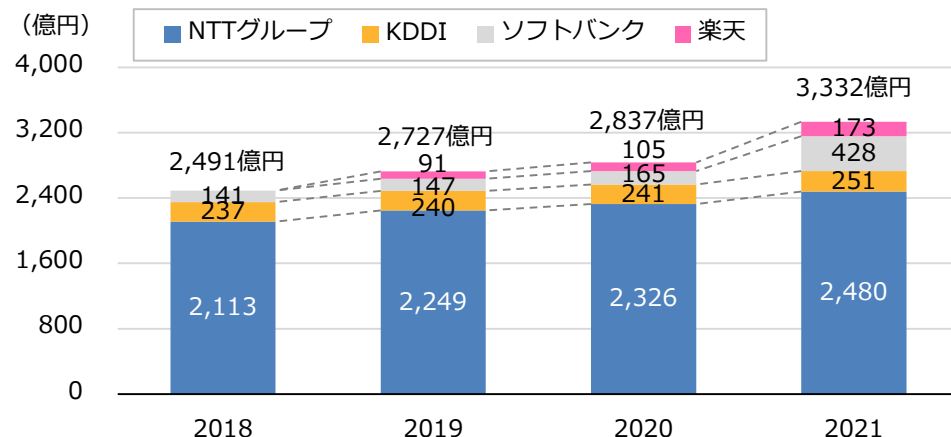
(※) NTTドコモについて、2021年度決算はグループ再編前の旧ドコモグループにおける増減値、2022年度予想はグループ再編後のNコム、コムウェアの含む新ドコモグループの増減値

(出典) 各社のIR資料、有価証券報告書 (注) 楽天の決算期は1月～12月である。

各社の設備投資額の推移

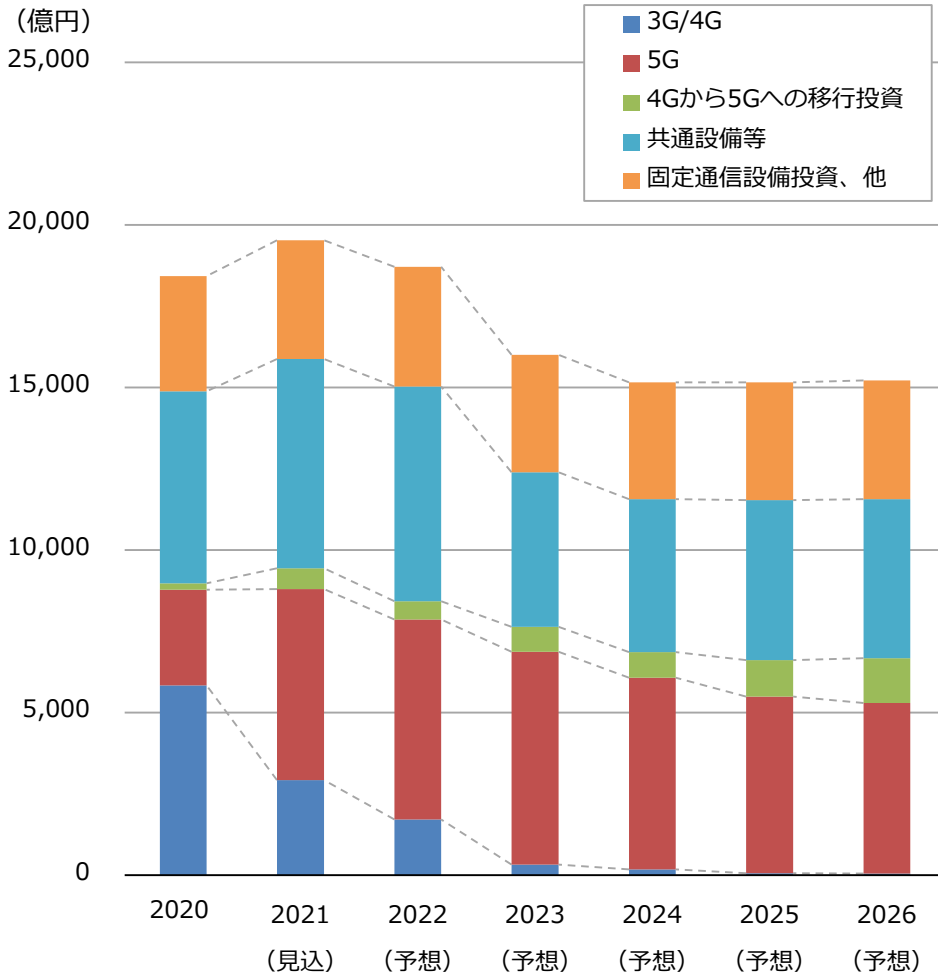


各社の研究開発投資額の推移



- デロイト トーマツ ミック経済研究所の推計によれば、国内携帯電話事業者の設備投資額は抑制的に推移。この背景として、5Gサービスの普及が進んでも通信サービスの収益が伸びないこと等が指摘されている。
- 現在、5G基地局の整備は、NR化帯域やSub-6を中心に進んでおり、ミリ波の基地局数の増加は低調。

国内携帯電話事業者の設備投資額の予測

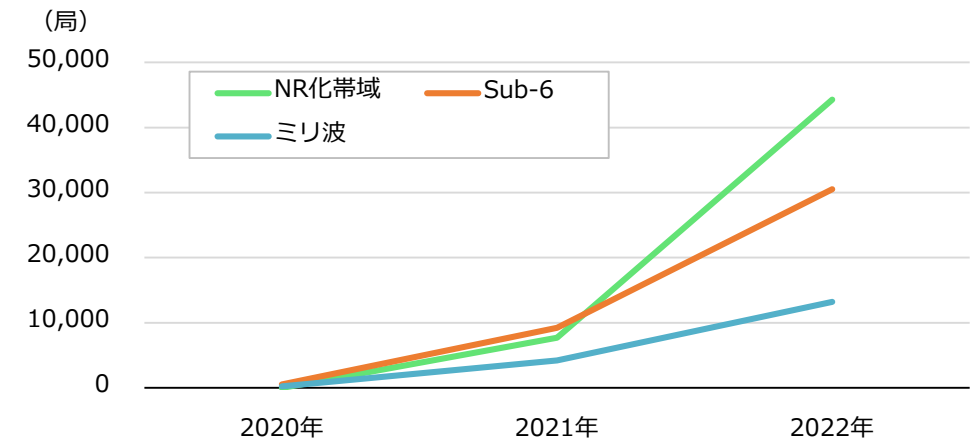


(出典) デロイト トーマツ ミック経済研究所：
5G基地局市場の予測とモバイルキャリア各社の戦略 2021年度版 (2022年4月5日)
<https://mic-r.co.jp/mr/02350/>

帯域別の5G基地局数 (2022年3月末時点)

	NR化帯域 (700MHz - 3.5GHz)	Sub-6 (3.7/4.5GHz)	ミリ波 (28GHz)	5G 基地局の 合計
NTT ドコモ	3	16,573	3,140	19,716
KDDI	10,050	5,663	2,328	18,041
ソフト バンク	34,244	2,542	2,265	39,051
楽天	0	5,753	5,485	11,238

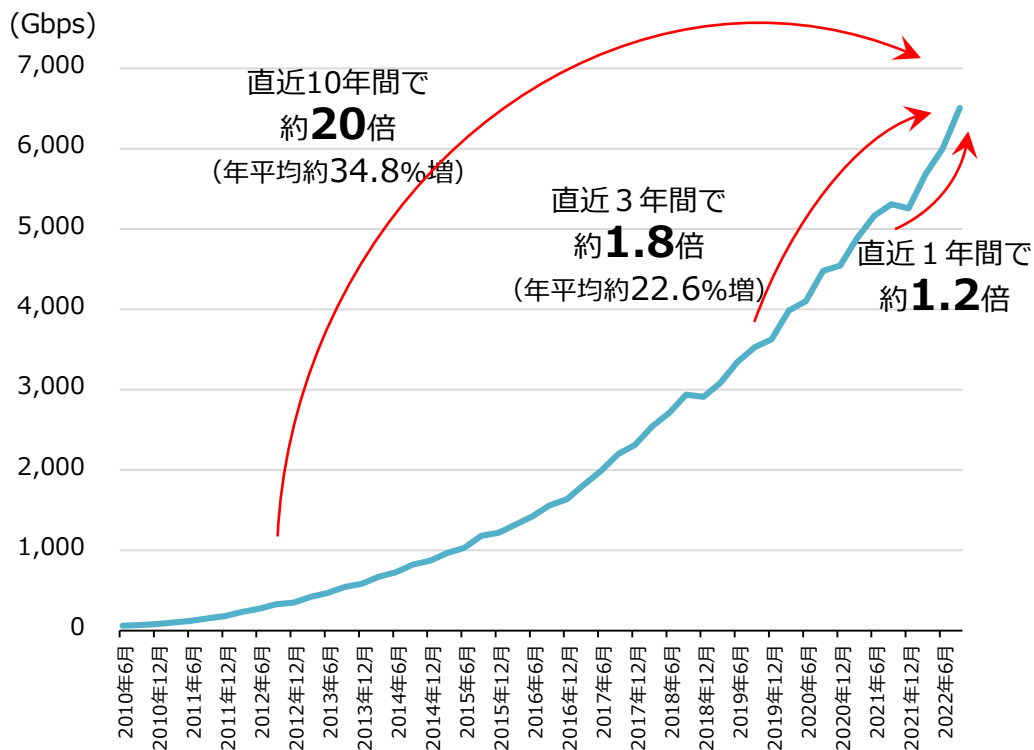
帯域別の5G基地局数の推移



(出典) 総務省：令和2～4年度携帯電話及び全国BWAに係る電波の利用状況調査の調査結果の概要を基に作成

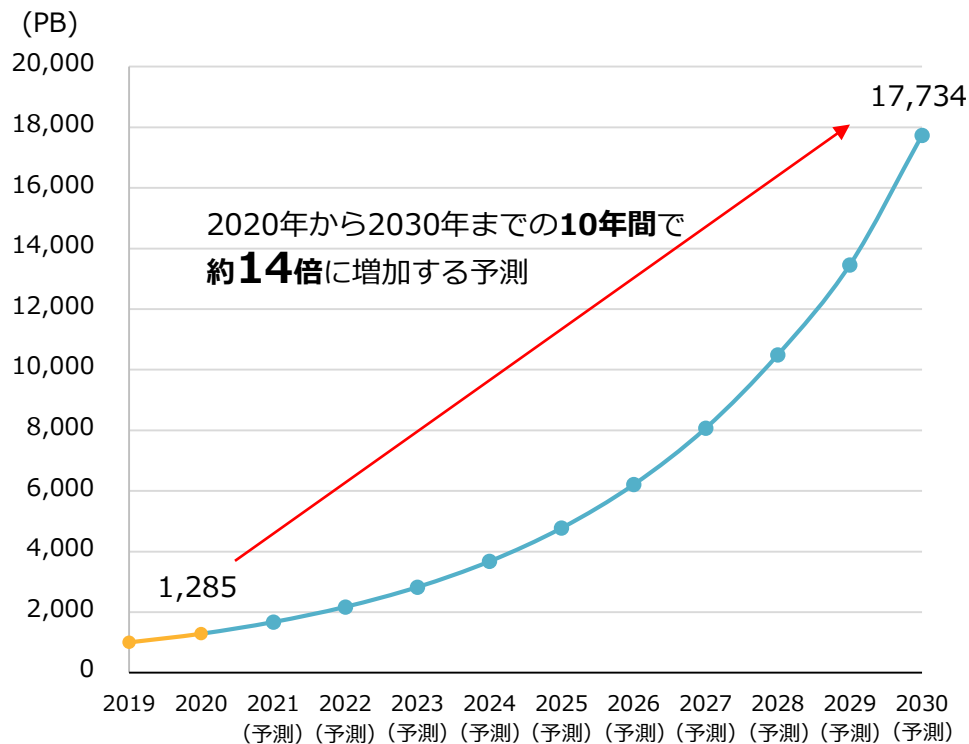
- 移動通信トラフィック量は急増しており、足もとでは1年間で約1.2倍となっている。
- Beyond 5G推進コンソーシアムにおいて、移動通信トラフィックは今後10年間で約14倍に増加することが予測されている。また、新たなサービスやコンテンツの出現によって爆発的にトラフィックが伸びる可能性も指摘されている。

日本の移動通信トラフィック（月間平均）の推移



(出典) 総務省：移動通信トラフィックの現状（令和4年9月）

今後の日本の移動通信トラフィック（年間延べ）の予測



(出典) Beyond 5G推進コンソーシアム白書分科会：Beyond 5Gホワイトペーパー

計画策定の考え方

➤ デジタル田園都市国家構想の実現のため、

1. 光ファイバ、5G、データセンター/海底ケーブル等のインフラ整備を地方ニーズに即してスピード感をもって推進。
2. 「地域協議会」を開催し、自治体、通信事業者、社会実装関係者等の間で地域におけるデジタル実装とインフラ整備のマッチングを推進。
3. 2030年代のインフラとなる「Beyond 5G」の研究開発を加速。研究成果は2020年代後半から順次、社会実装し、早期のBeyond 5Gの運用開始を実現。

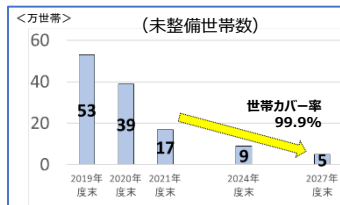
(1) 光ファイバ整備

整備方針

- ① **2027年度末までに世帯カバー率99.9%**を目指す※。更なる前倒しを追求。
※2021年末に設定した当面の目標から約3年前倒し。
- ② 未整備世帯約5万世帯については、光ファイバを**必要とする全地域の整備**を目指す。

具体的施策

- ① **ユニバーサルサービス交付金**により、不採算地域における**維持管理を支援**
(電気通信事業法の改正)
- ② **離島等条件不利地域における地方のニーズに即した様々な対応策**を検討



(2) 5G整備

整備方針

第1フェーズ 基盤展開

- ① **全ての居住地で4Gを利用可能な状態を実現**
(4Gエリア外人口 2020年度末0.8万人→2023年度末0人)
- ② **ニーズのあるほぼ全てのエリアに、5G展開の基盤となる親局の全国展開を実現**(ニーズに即応が可能)
(5G基盤展開率 2020年度末16.5%→2023年度末98%)
- ③ **5G人口カバー率**

【2023年度末】

全国95%*(2020年度末実績:30%台)
全市区町村に5G基地局を整備
(合計28万局)
※2021年末に設定した当面の目標から5%上積み。

【2025年度末】

全国97%
各都道府県90%程度以上(合計30万局)

【2030年度末】

全国・各都道府県99%(合計60万局)

注:数値目標は4者重ね合わせにより達成する数値。今後の周波数移行等により変更があり得る。

第2フェーズ 地方展開

具体的施策

- ① **新たな5G用周波数の割当て**
- ② **基地局開設の責務を創設する電波法の改正**
- ③ **補助金、税制措置による支援**
- ④ **インフラシェアリング推進**
(補助金要件優遇、研究開発、基地局設置可能な施設のDB化)

(3) データセンター/

海底ケーブル等整備

整備方針

A. データセンター(総務省・経産省)
10数カ所の地方拠点を5年程度で整備

I. 海底ケーブル

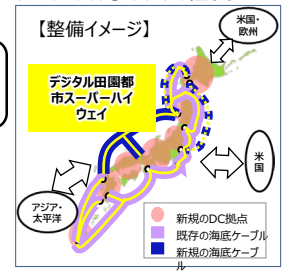
- ① **日本周回ケーブル**(デジタル田園都市スーパーハイウェイ)を**3年程度で完成**
- ② **陸揚局の地方分散**

具体的施策

- 総務省、経産省の**補助金**で地方分散を促進(大規模データセンター最大5~7カ所程度、日本周回ケーブル、陸揚局数カ所程度を整備可能)

【上記補助による民間の呼び水効果も期待】

注:上記の他、インターネット接続点(IX)の地方分散を促進



(4) Beyond 5G (6G)

研究開発・社会実装

- ① 「通信インフラの超高速化と省電力化」、「陸海空含め国土100%カバー」等を実現する技術(光ネットワーク技術、光電融合技術、テラヘルツ波技術、衛星通信、HAPS)の**研究開発を加速し、2025年以降順次、社会実装と国際標準化**を強力に推進する。
- ② **必須特許の10%以上を確保し、世界市場の30%程度の確保**を目指す。

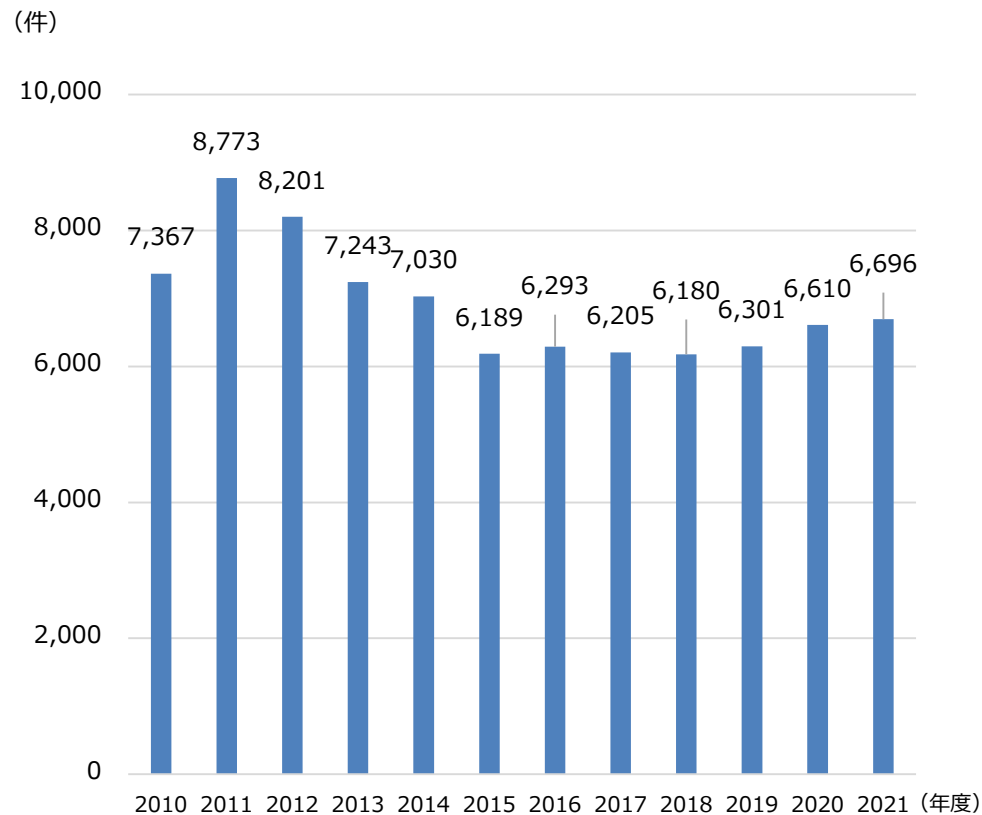
- 電気通信サービスについては、国民生活や社会経済活動の基盤としての重要性が増大してきており、自然災害や通信障害等による電気通信事故が社会全体に及ぼす影響も大きくなってきている。

令和4年度における主な通信障害の発生状況

発生日時 (継続時間)	通信事業者	影響サービス	影響範囲 (地域、利用者数)	発生原因	発生から利用者への初報時間
7月2日(土) (61時間25分)	KDDI	音声通話、SMS、ホーム電話、データ通信	全国 音声通話：約2,278万人 データ通信：765万人以上 【重大事故に該当】	人為的ミス	1時間41分 緊急通報機関へ連絡なし
8月24日(水) (45分間)	KDDI	音声通話、SMS、ホーム電話、データ通信	東日本エリア 最大8.3万人	設備故障	1時間17分 緊急通報機関へ連絡あり
8月25日(木) (5時間47分)	NTT西日本	インターネットサービス(フレッツ光)	西日本エリア 最大211万回線(品質低下) サービス停止は最大1時間50分 【重大事故に該当】	設備故障	2時間53分
9月4日(日) (2時間06分)	楽天モバイル	音声通話、データ通信	全国エリア 最大130万回線 【重大事故に該当】	設備異常	1時間05分 緊急通報機関へ連絡なし
9月4日(日) (37分間)	ソフトバンク	音声通話、データ通信	中国・四国・九州地方 4G回線：最大約105万回線 5G回線：最大約730回線	人為的ミス	2時間03分 緊急通報機関へ連絡あり
12月17日(土) (4時間54分)	NTTドコモ	データ通信	最大約242万人 【重大事故に該当】	設備異常	1時間22分
12月20日(火) (2時間02分)	NTTドコモ	データ通信	最大約69万人 【重大事故に該当】	人為的ミス	58分

電気通信事故※件数の年度別推移

(自然災害や通信障害等によるもの)



(出典) 総務省：電気通信サービスの事故発生状況（令和3年度）

※ 電気通信事業法上の重大な事故及び四半期報告事故（詳細な様式による報告分）

- 携帯電話事業者は、東日本大震災以降、災害により生じた伝送路断・停電による基地局の停波や、停波した基地局により発生した不感エリアのカバーに対応するための対策等を強化してきた。

伝送路断

…土砂崩れ・道路崩落等により通信ビル・基地局、通信ビル間の通信ケーブルの切断等が発生すること

- 衛星等の無線回線を利用した迂回通信回線（衛星エントランス回線等）用の設備等を全国に配備
- 被災時、基地局と応急的に接続し、通信を早期に復旧

衛星エントランス回線数

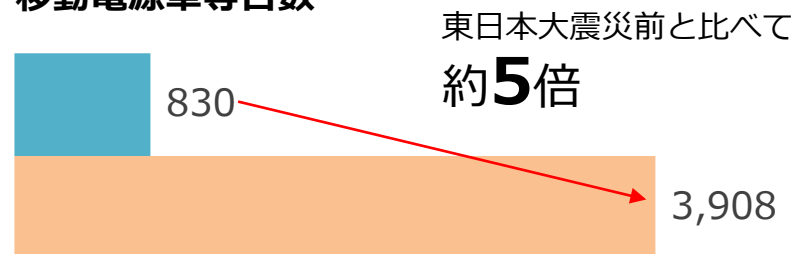


停電

…商用電源、自家発電機、予備電源（バッテリー）が停止等すること（→設備稼働の停止）

- 移動電源車や可搬型発電機、自社給油設備、タンクローリー等を全国に配備
- 被災時、基地局に**移動電源車等**の派遣や自家発電機への燃料(ガソリン)補給等し、通信を早期に復旧

移動電源車等台数



設備故障

…浸水、地震、火災等により通信用設備に支障が生じること

- バックアップ設備がある場合、当該設備を稼働し、応急復旧
- 携帯電話の対策として、**車載型・可搬型基地局等**を全国に配備
- 被災時、応急復旧による通信の確保を図りつつ、速やかな設備の修理、交換等を実施

車載型基地局等台数

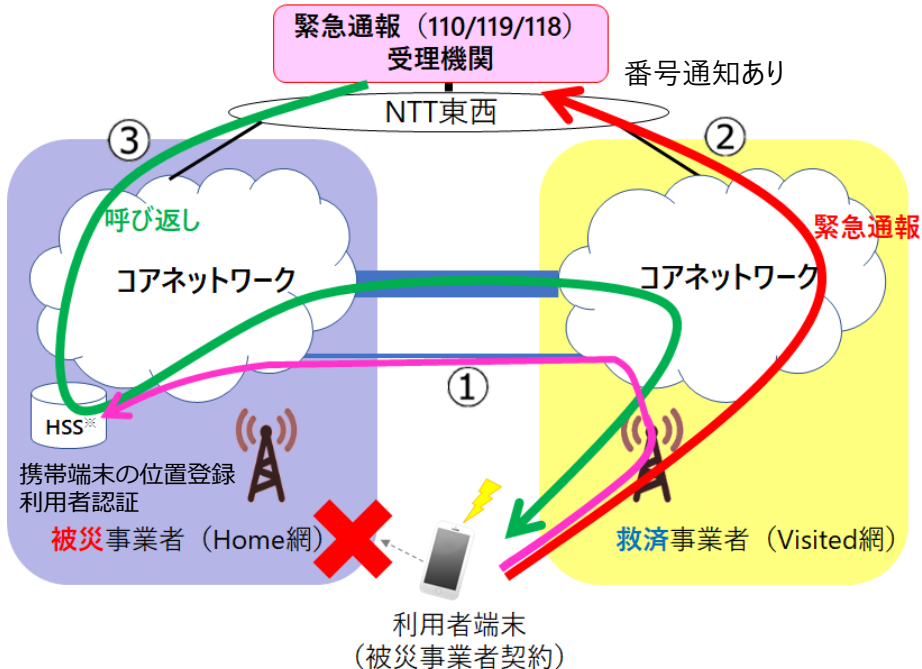


- 携帯電話サービスは、国民生活や経済活動に不可欠なライフラインであり、自然災害や通信障害等の非常時においても、継続的に通信サービスを利用できる環境を整備することが課題である。
- 令和4年12月、「非常時における事業者間ローミング等に関する検討会」において、非常時における通信手段の確保に向けて、携帯電話利用者が臨時的に他の事業者のネットワークを利用する「事業者間ローミング」のうち、フルローミング方式の導入に向けた基本的な方向性が取りまとめられた。

フルローミング方式

一般の通話やデータ通信が可能
緊急通報機関からの呼び返しが可能

緊急通報機関の指令台に発信者の電話番号が表示される。
緊急通報機関はその番号に対して呼び返しができる。

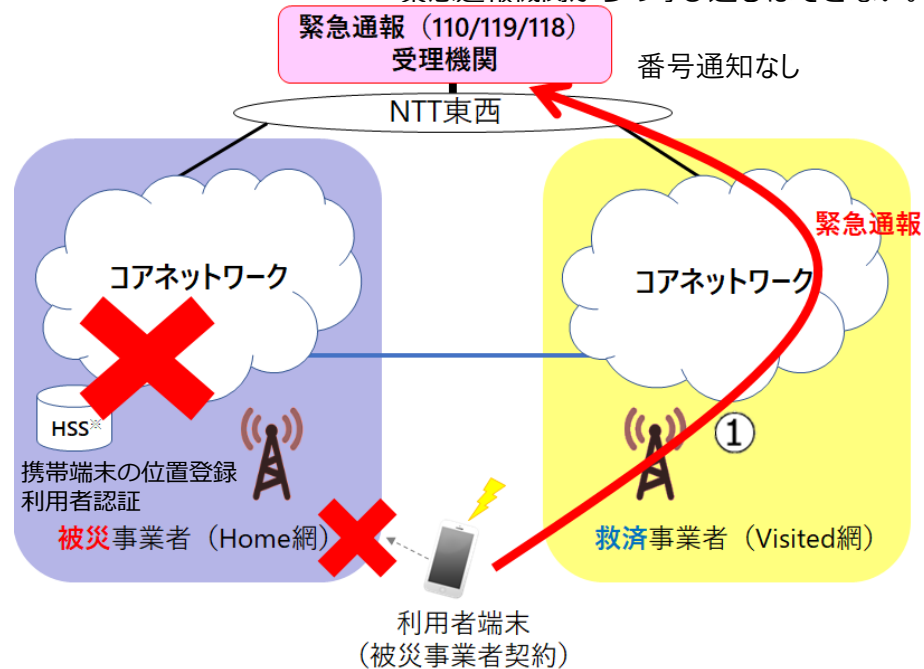


- ① HSS（加入者データベース）による利用者認証や端末位置登録
- ② ①の完了後、一般の通話や緊急通報の発信が可能
- ③ 緊急通報機関から利用者への呼び返しが可能

「緊急通報の発信のみ」を可能とするローミング方式

コアネットワークに障害が発生した場合

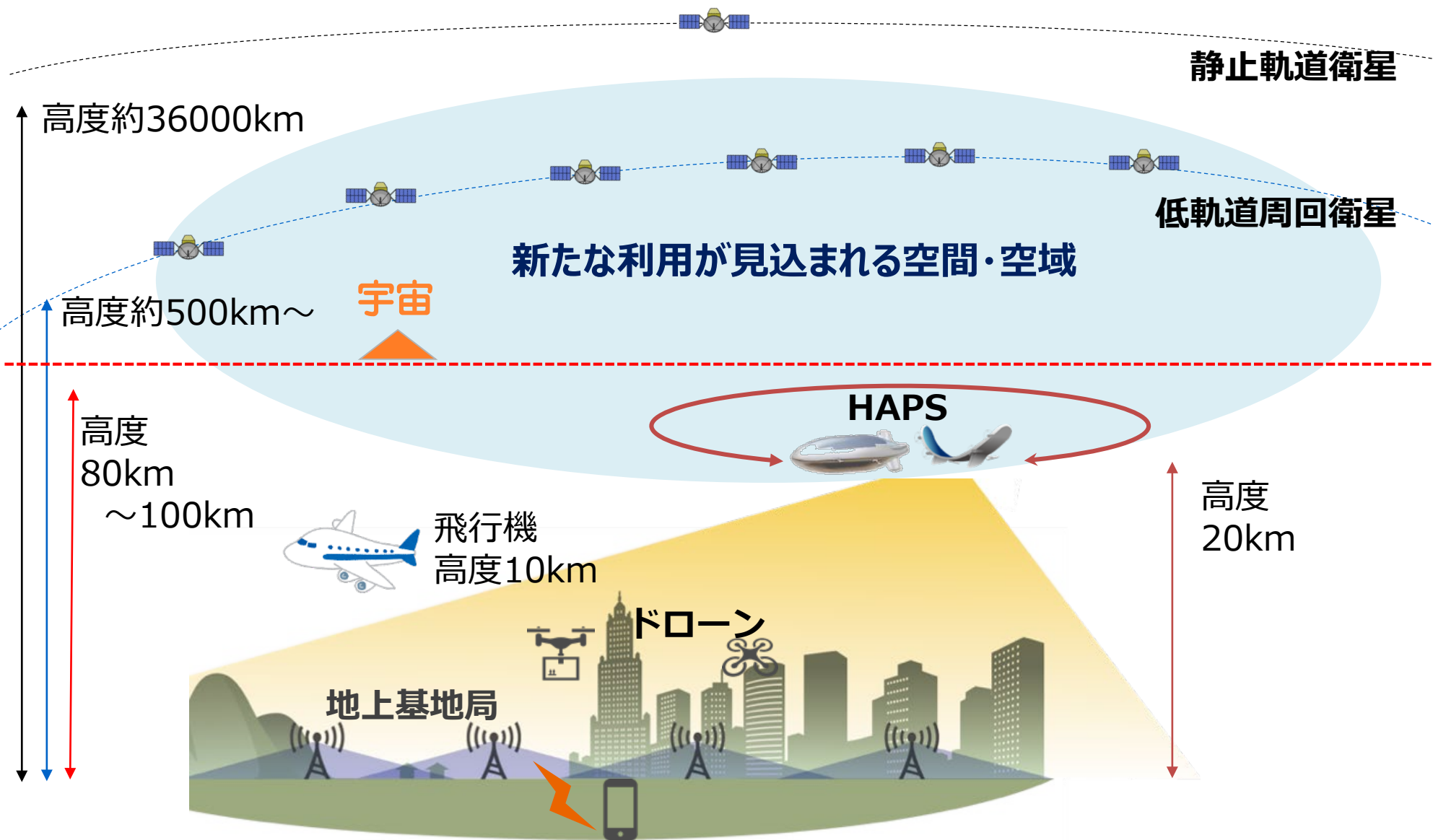
発信者の電話は表示されないため、
緊急通報機関からの呼び返しはできない。



- ① HSSに障害が発生しているため、緊急通報機関に対する緊急通報の発信のみが可能
(緊急通報機関からの呼び返しや一般の通話はできない。)

※HSS：加入者データベース（Home Subscriber Server） 携帯端末の位置登録、利用者認証を行うための設備

- 携帯電話事業者等においては、安全・信頼性の確保やBeyond 5Gに向けて、衛星・HAPSによるNTN（非地上系ネットワーク）の整備に向けた検討が行われており、また、必要な研究開発等も行われている。





主な衛星コンステレーションの動向



	Globalstar	Iridium (Iridium Certus)	SpaceX (Starlink)	OneWeb	AST SpaceMobile	Amazon (Project Kuiper)
衛星総数	25機 (予備衛星1機含む) (全機打上済)	75機 (予備衛星9機含む) (全機打上済)	4408機 (3624機打上済)	648機 (542機打上済)	168機 (2022年9月に実験衛星打上)	3236機 (2023年実験衛星2基打上予定)
軌道高度	約1400km	約780km	約550km	約1200km	約700km	約600km
日本でのサービス展開 (予定含む)	2017年10月開始	2022年1月開始 ※ナローバンドの従来サービスは1997年から実施	2022年10月開始	2023年中 (予定)	- (未定)	- (未定)
備考	北米でiPhoneによる衛星通信で利用 (日本でのサービスは未定)	KDDI等が国内サービスを提供	KDDIが携帯基地局のバックホール回線として使用予定	ソフトバンクが出資	楽天が出資	-

注：2022年11月現在の値。なお、衛星の機数・サービス展開時期等は頻繁に変更されていることに留意。

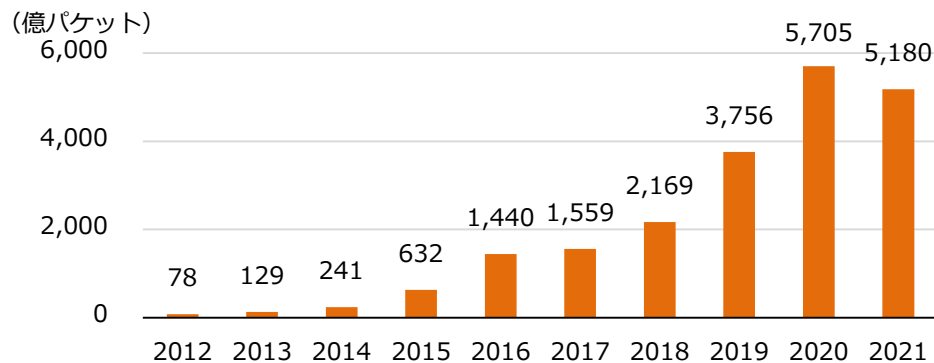
HAPS (High-Altitude Platform Station, 高高度プラットフォーム) の開発事例

候補事業者	Airbus Defence and Space	HAPSモバイル
プロジェクト期間	2001年～	2017年～
外観(イメージ)		
機体名称	Zephyr 8-2 (又はZephyr 8 B)	Sunlider
運用高度	20km程度	最高高度約19km (2020年9月)
成層圏での滞空実績	約64日 (2022年8月迄)	5時間38分 (2020年9月)
滞空目標	100日以上	数カ月
備考	NTTドコモ及びスカパー-JASTと研究開発や実証実験を行うための体制構築に係る覚書を締結。	ソフトバンクの子会社

- 情報通信研究機構(NICT)の大規模サイバー攻撃観測網であるNICTERにおいて、未使用のIPアドレス30万個(ダークネット)を活用し、グローバルにサイバー攻撃の状況を観測しており、サイバー攻撃関連の通信数はこの3年間で2.4倍に増加。
- また、サイバー攻撃の目的の変化(愉快犯→金銭目的→地政学的・戦略的背景)や攻撃手法・対象の拡大など、サイバーセキュリティ上の脅威が悪質化・巧妙化し、その被害が深刻化。インターネットが社会経済活動の基盤となる中、サイバーセキュリティの確保はますます重要な課題になっている。

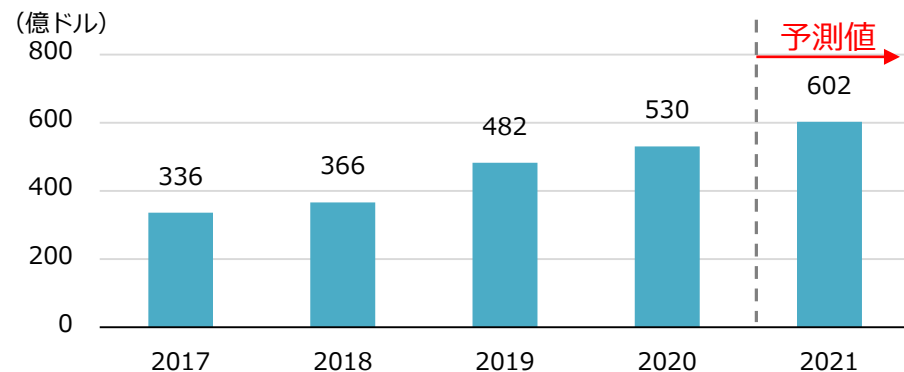
サイバー攻撃関連の通信数

(NICTER年間総観測パケット数の統計)



(出典) NICT : NICTER観測レポート2021

世界のサイバーセキュリティ市場規模の推移



(出典) 総務省 : 令和4年版情報通信白書

サイバー攻撃の目的の変化

地政学的・戦略的背景

国家による関与の疑い

金銭目的(組織犯)

金銭等が目的:計画的、悪質

愉快犯

自己顕示、見せしめ、嫌がらせ等が目的

DDoS攻撃^{※2}の被害
不正アクセスの被害

無差別に送付された
メールによる
マルウェア^{※1}感染

ウェブサイトによる感染
特定の標的宛に送付された
メールによる感染

標的型攻撃^{※3}
水飲み場型攻撃^{※4}
不正送金の被害
リスト型攻撃^{※5}の被害

巧妙な標的型攻撃

ランサムウェア感染^{※6}
悪質なアドウェア^{※7}の被害

攻撃対象の変容・拡大
重要インフラへの攻撃・戦略的目標への
大規模攻撃の顕在化

IoTボットネット
ワーム型ランサムウェア
サプライチェーンリスク

破壊的サイバー攻撃の頻発

- ・重要インフラの物理的被害
- ・大規模DDoSによる通信障害
- ・甚大な金銭的被害
- ・大規模な個人情報・機微情報の流出
- ・安全保障上の機微情報の流出

必要な対策の多様化

安全保障

の観点を含めた対応

社会的リスク

マネジメント
の観点からの対応

情報の安全確保

の観点からの対応

攻撃手法・対象の拡大

2000年

2005年

2010年

2015年

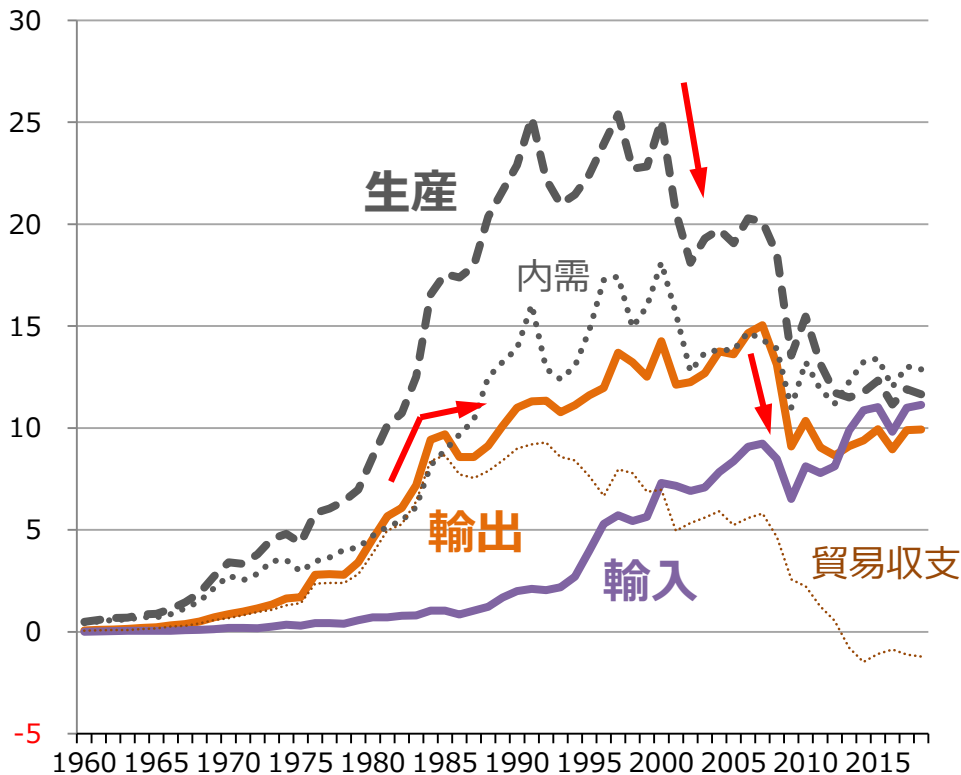
2020年

- 1985年以降、ICT関連機器の輸出は減速。2000年代に入ってからからは生産・輸出共に減少傾向に転じ、2013年には輸出額と輸入額が逆転。
- このうち通信機器については、1997年をピークに生産が減少。2000年代後半からは、スマートフォンの普及に伴い輸入が急増。

ICT関連機器※の生産・輸出入等の推移

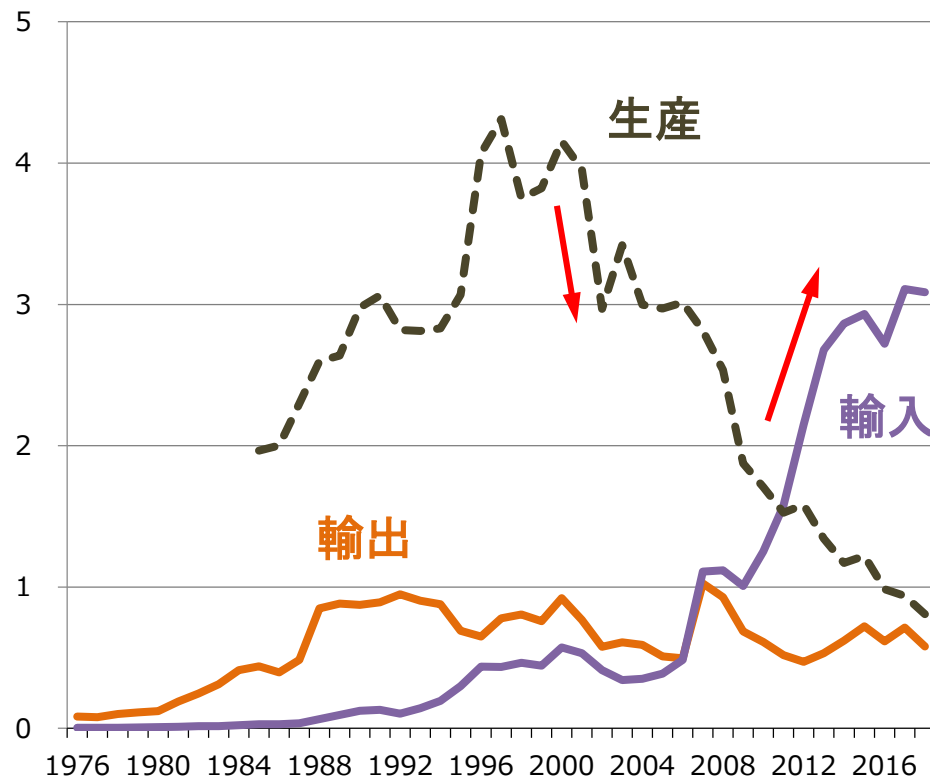
※ 民生用電子機器、産業用電子機器、電子部品・デバイスを指す

(兆円)



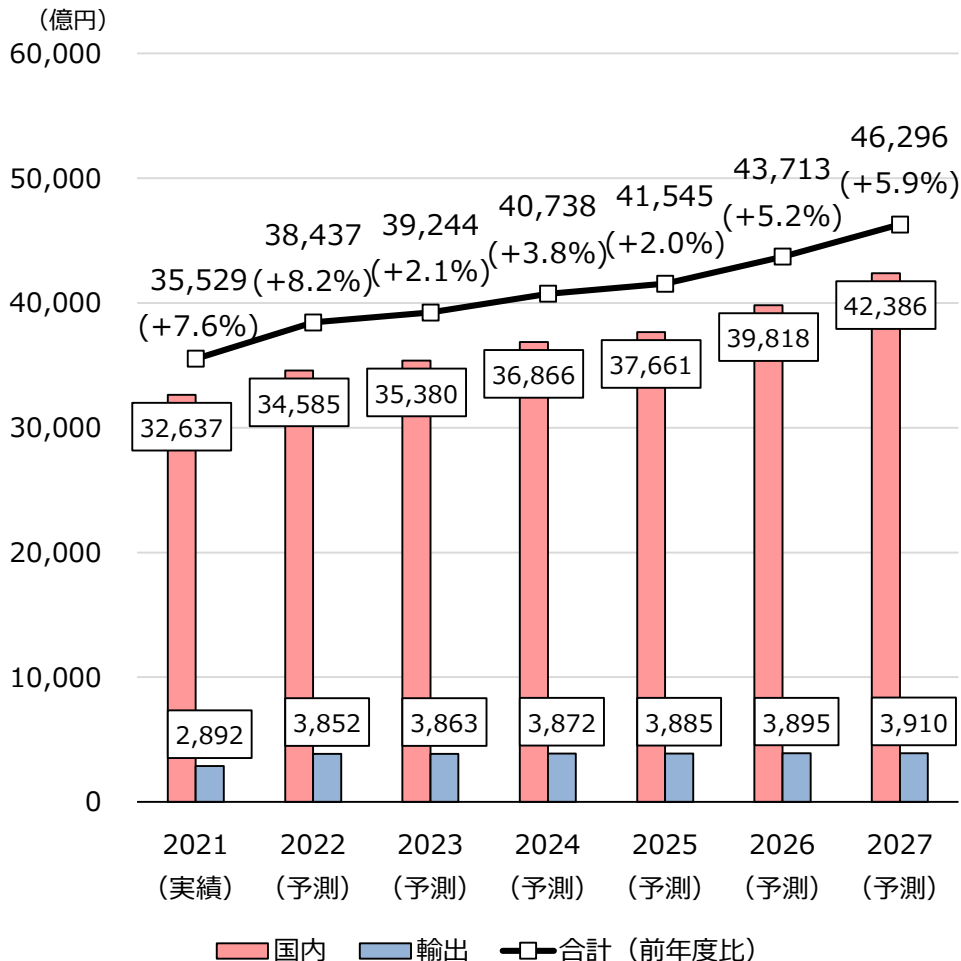
通信機器の生産・輸出入の推移

(兆円)



- CIAJによれば、2021年度は、供給制約によって低迷した通信機器がある一方で、DXの浸透に伴う通信環境などのインフラ整備、5Gなどの新技術の導入が図られたことにより需要が増加（3兆5,529億円（2020年度比7.6%増））。
- また、今後、5GやBeyond 5G/6Gの技術を使った情報通信機器の展開、高速大容量通信を支える通信インフラ・ネットワークの整備拡大が行われることで、2027年度の需要総額は4兆6,296億円(2021年度比30.3%増)になると予測。

国内通信機器市場（需要総額）の実績と予測

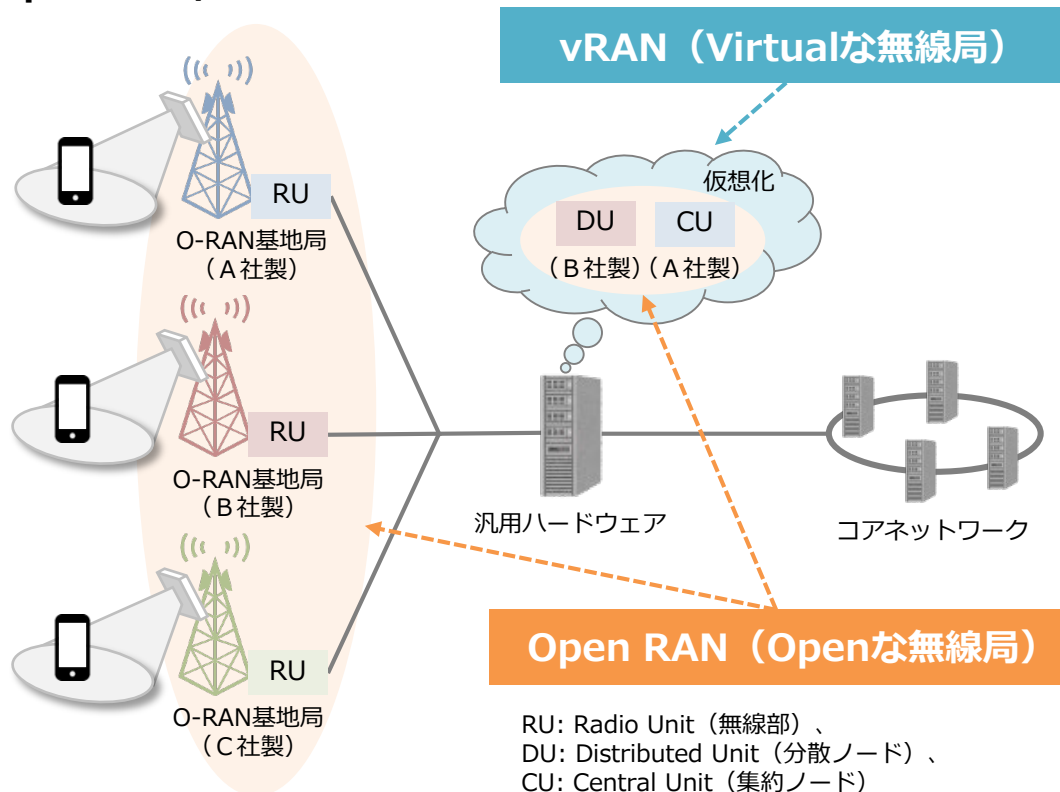


5Gビジネスに関連する主な変動要因（中期展望）

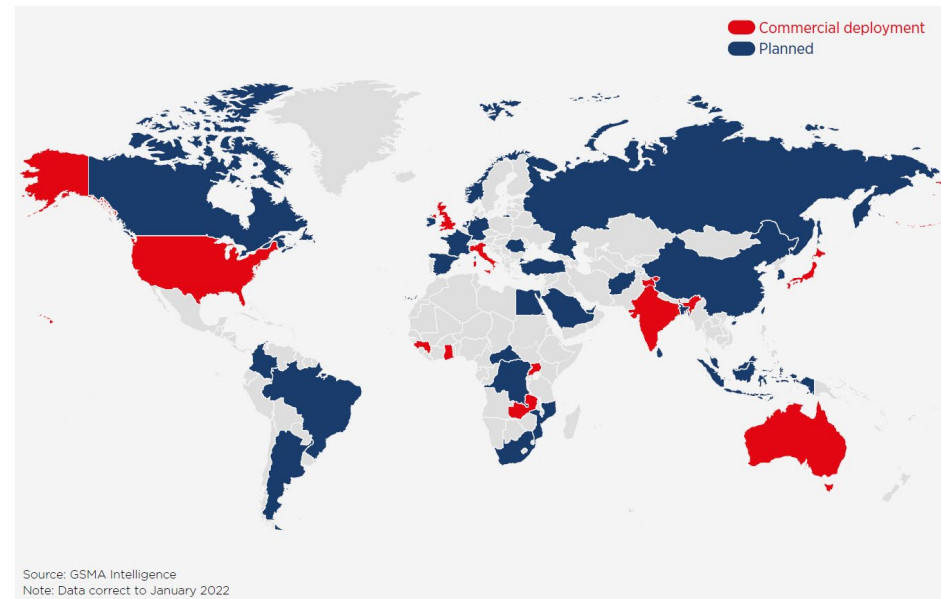
- モバイル通信端末機器の国内需要は、5Gサービスが普及する中、メタバースなどのサービスがけん引する形で需要が徐々に拡大。また、5Gの特徴である多数同時接続の実装が進むことで、5G対応のM2Mモジュールの需要拡大。
- 世界の携帯電話市場では、中国のゼロコロナ政策によるロックダウンや国際情勢の不安定化によるサプライチェーンへの影響などが緩和される2024年以降、5G端末への買い替え需要が増加。
- インフラ関連機器は、2023年度まで5G高速大容量化に向けた需要が一服するが、それ以降、5Gやローカル5G、IoTを活用したサービスの普及によるトラフィックの増大、ネットワークスライシングやエッジコンピューティングの活用などにより、引き続きネットワーク設備の増強が進み、需要が増加する見込み。
- 2020年度から通信キャリアが機器調達リスク回避のために単一ベンダーに依存した機器導入の見直したことから、日系ベンダーが海外キャリアのエコシステムに入り込むことやO-RANを活用したビジネスチャンスを獲得する動きが継続。
- インターネット関連機器市場では、キャリアの10Gbps光回線や5G回線の面的拡大やユーザの動画利用のさらなる活発化によるトラフィック増への対応が今後も続く見込み。

- 5G基地局を構成するRU、DU及びCUといった複数の役割を持つ機器について、インターフェースをオープンな規格とすることで、異なるベンダからなる機器を自由に組み合わせることができるようにしたり（Open RAN）、装置内のDU、CUを仮想化して汎用サーバ上で実現したり（vRAN）することにより、ネットワーク構築の柔軟性向上やコストの低減につながることを期待される。
- Open RANの商用化は初期段階であるが、世界各国で導入に向けた検討が進んでいる。2018年2月に設立されたオープンでインテリジェントな基地局の実現を目的とする業界団体「O-RAN ALLIANCE」には、2023年1月時点で、日本を含む世界各国の通信事業者32社、メーカー等320社が参加。
- 2022年12月、国内の複数のオペレータが参加する世界初のOTIC（O-RAN ALLIANCEの仕様に基づく試験認証を行う拠点）として、「Japan OTIC」が横須賀リサーチパーク内に開設された。

Open RAN/vRANの概要



世界各国のO-RAN導入状況 (2022年1月時点)

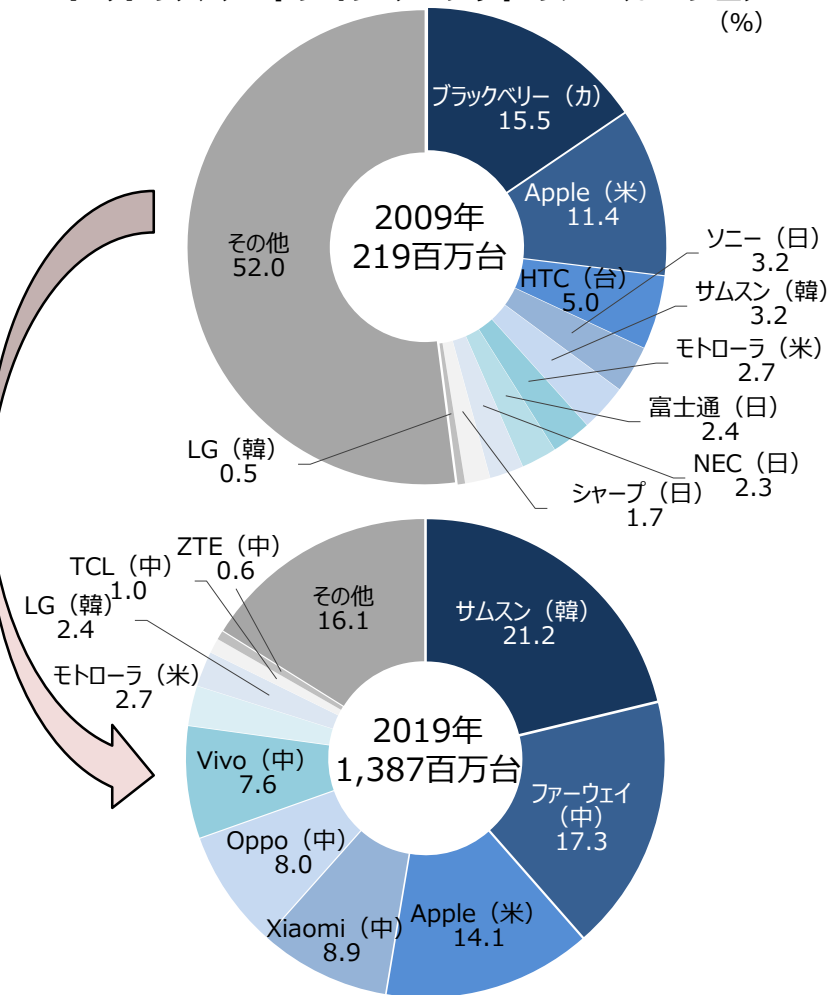


(出典) GSMA: The Mobile Economy 2022

- 世界のスマートフォンマーケットでは、普及が本格化した2009年から2019年にかけて、上位企業の顔ぶれが大きく変化。日本企業はシェアを失ったのに対し、中国企業が存在感を増している。
- 一方、スマートフォン・無線通信デバイス関連の電子部品の世界シェアをみると、様々な電子部品において日本の部品メーカーが存在感を見せている。

世界のスマートフォンマーケットのメーカーシェア

(%)



スマートフォン関連の電子部品の概要と世界シェア

スマートフォン関連部品	概要	世界シェア		
		1	2	3
チップ積層セラミックコンデンサ (MLCC)	電子回路の中で電圧を制御する部品	村田製作所 約40%	Samsung EM (韓) 約20%	太陽誘電 10~15%
表面波 (SAW) フィルタ	無線信号の中から必要な周波数だけを取り出すフィルタ	村田製作所 50%以上	Qualcomm (米) 30~35%	
セラミック発振子	デジタル回路のクロック信号源等に使用	村田製作所 75%		
無線LANモジュール	携帯端末等につける無線LANモジュール	村田製作所 50~60%	USI (中)	TDK
Bluetooth モジュール	携帯端末等につけるモジュール	村田製作所 50%	アルプスアルパイン	
インダクタ	高周波回路全般で使用	TDK 25~30%	村田製作所	太陽誘電
カメラ・アクチュエーター	カメラのオートフォーカスや手振れ補正用に使用	アルプスアルパイン 70~80%	ミネベアミツミ	TDK
CMOSイメージセンサ	スマートフォンのカメラ等で使用	ソニー 50%	Samsung (韓) 24%	OmniVision (米) 14%
リチウムイオンポリマー電池	薄型電池	TDK 40~50%	Samsung SDI (韓) 30%	LG Chem (韓) 10~20%

- 主要な端末の多くは5Gに対応しているが、ミリ波対応しているものは各社の最上位機種など限定的。

メーカー	機種名	5G対応	
			ミリ波対応
Apple	iPhone14/Pro/Pro Max/plus	○	
	iPhone13	○	
	iPhone12	○	
	iPhone SE (2nd)		
OPPO	OPPO Reno7 A	○	
Google	Google Pixel 6pro	○	○
	Google Pixel 5a、4a(5G)	○	
	Google Pixel 4a		
	Google Pixel 6、5	○	
	Google Pixel 6a	○	
SAMSUNG	Galaxy S21 5G、Z Flip3 5G、A51 5G	○	
	Galaxy Z Fold3 5G、S20+ 5G	○	○
	Galaxy A52 5G	○	
	Galaxy Z Fold4	○	○
	Galaxy Z Flip4	○	○
SHARP	AQUOS zero6	○	○
	AQUOS R6	○	
	AQUOS sense5G	○	
	AQUOS zero5G basic	○	
	AQUOS R5G	○	
	AQUOS zero2		
	AQUOS R7	○	○
	AQUOS sense7 plus	○	
	AQUOS wish2	○	
	シンプルスマホ5		
	かんたん携帯10		

メーカー	機種名	5G対応	
			ミリ波対応
SONY	Xperia 1 III	○	○
	Xperia 10 III、1 II	○	
	Xperia Ace II		
	Xperia 5 II	○	
	Xperia 1 IV	○	○
	Xperia 10 IV	○	
	Xperia Ace III	○	
FCNT	Arrows 5G	○	○
	Arrows NX9	○	
	Arrows Be 4 Plus		
	らくらくスマートフォン F-42A		
	らくらくホン F-01M		
au Design project	INFOBAR xv		
京セラ	TO RQUE 5G KYG01	○	
	GRATINA KYV48		
	BASIO 4		
	カードケータイ KY-01L		
	G'zOne TYPE-XX		
	かんたんケータイ ライト KYF43		
	かんたんケータイ KYF43		
GRATINA KYF42			
BALMUDA	BALMUDA Phone	○	
motorola	razr 5G	○	
ライカ	LEITZ PHONE 1	○	
楽天モバイル	Rakuten BIG s	○	○
	Rakuten BIG	○	○
	Rakuten Hand		
	Rakuten Mini		

「主要な端末」：2020/1/1から2022/10/10までの間に発売された、出荷台数シェア上位5位のメーカーの端末、Googleの端末、OPPOの端末及びキャリア独自販売の端末の内、主な端末

- 特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（5 G法）に基づき、開発供給計画の認定を受けた開発供給事業者（ベンダー）は、トーステップローン等の支援を受けることができる。

①特定高度情報通信技術活用システムの開発供給等が、**サイバーセキュリティを確保しつつ適切に行われること**を基本とし、我が国における②特定高度情報通信技術活用システムの開発供給に関する**産業の国際競争力の強化**並びに③特定高度情報通信技術活用システムの活用による**新たな事業の創出及び事業の革新の促進に資する**こと等を明記。

（1）特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する指針の策定【第6条関係】

- 同指針には、特定高度情報通信技術活用システムの
 - ・**サイバーセキュリティの確保**
 - ・**適切な開発供給及び導入の重要性**等について明記。

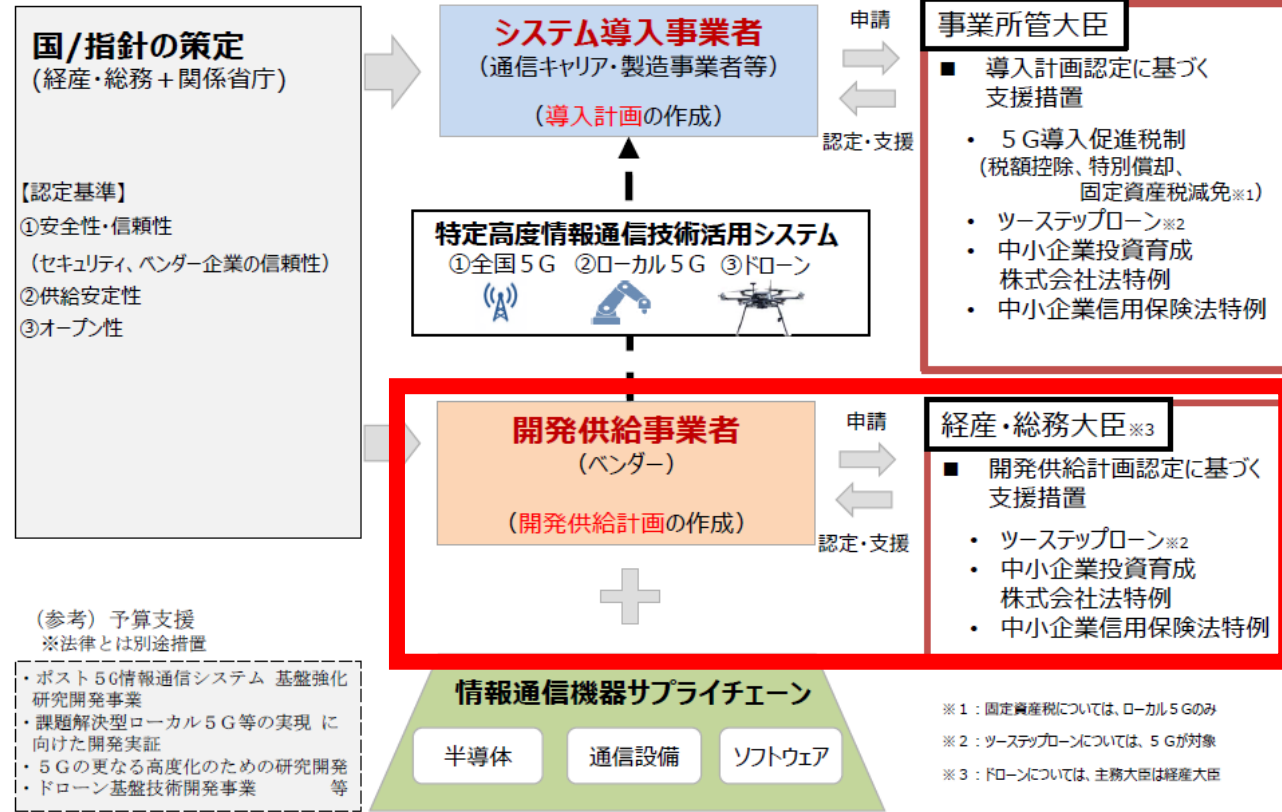
（2）特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入計画の認定【第7条～第10条関係】

- 特定高度情報通信技術活用システムの
 - ・開発供給の計画（**開発供給計画**）の認定
 - ・導入の計画（**導入計画**）の認定
 の制度を創設。認定に当たっては指針との適合性を確認。

（3）特定高度情報通信技術活用システムの普及のための支援措置【第13条～第28条関係】

- 当該認定計画に係る事業について、以下の措置を講ずる。
 - ① **日本政策金融公庫の業務の特例（トーステップローン）**【第13条～第24条関係】
 - ② **中小企業投資育成株式会社法の特例**【第26条関係】
 - ③ **中小企業信用保険法の特例**【第27条関係】
 - ④ **課税の特例（5 G導入促進税制）**【第28条関係】

【講ずる措置の全体像（イメージ）】



- 5 Gの特長を活かしたサービスを実現するため、ビームフォーミングによりカバレッジやセル容量の拡大が可能となる「Massive MIMO」や、ユーザーの近くでデータ処理を行い遅延時間を短縮する「MEC（モバイル・エッジ・コンピューティング）」等が提案されている。

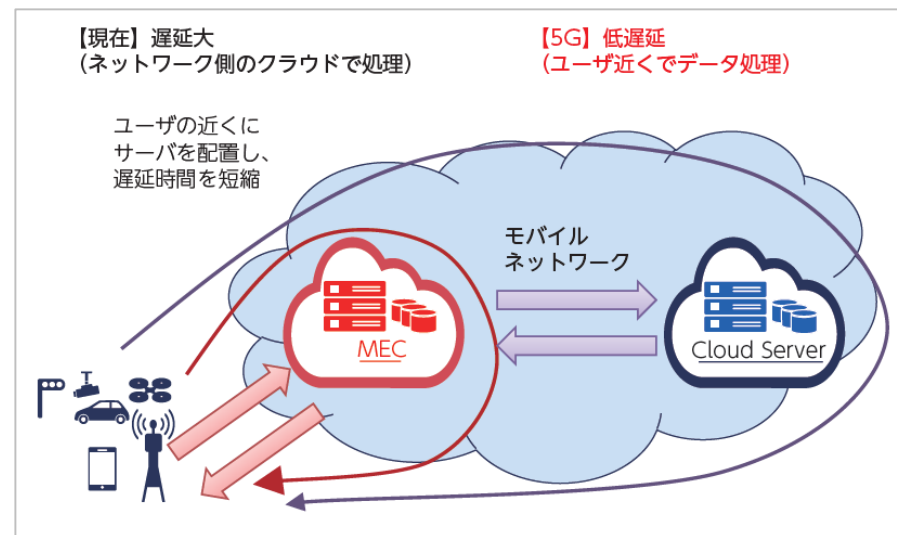
Massive MIMOとビームフォーミング

- 5 Gでは、小型化したアンテナ素子を数十～数百の単位でアンテナに並べて協調動作させる**Massive MIMO**が本格的に導入される。
- Massive MIMOの導入により、任意の方向に電波のビームを形成（**ビームフォーミング**）することで個々のアンテナ素子と端末の間で仮想的な専用通信路を個別に確保でき、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。



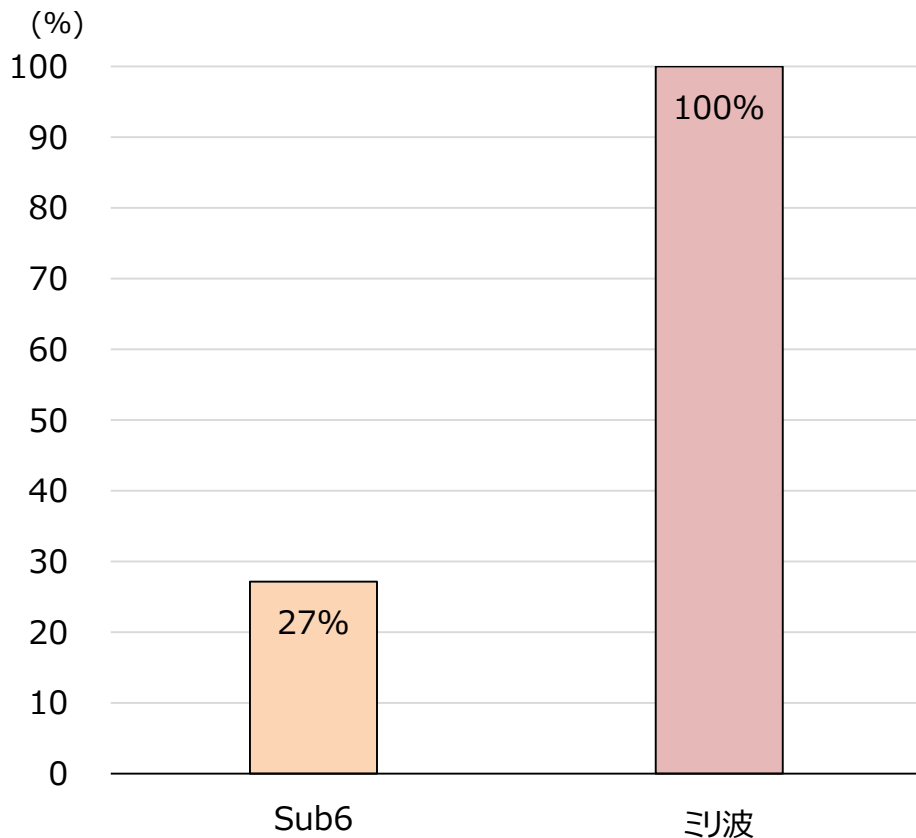
MEC（モバイル・エッジ・コンピューティング）

- 従来の移動通信システムでは、利用者の端末から基地局及びコアネットワークを経由してインターネット上のサーバに接続しており、利用者から発信した後、サーバから応答が返るまでの間に遅延が生じる。
- 5 Gでは、データ処理をクラウドなどのインターネット上のサーバで行うのではなく、基地局の近くに設置するサーバ（エッジサーバ）で処理することで、利用者への迅速な応答が可能となる**MEC**の導入が見込まれている

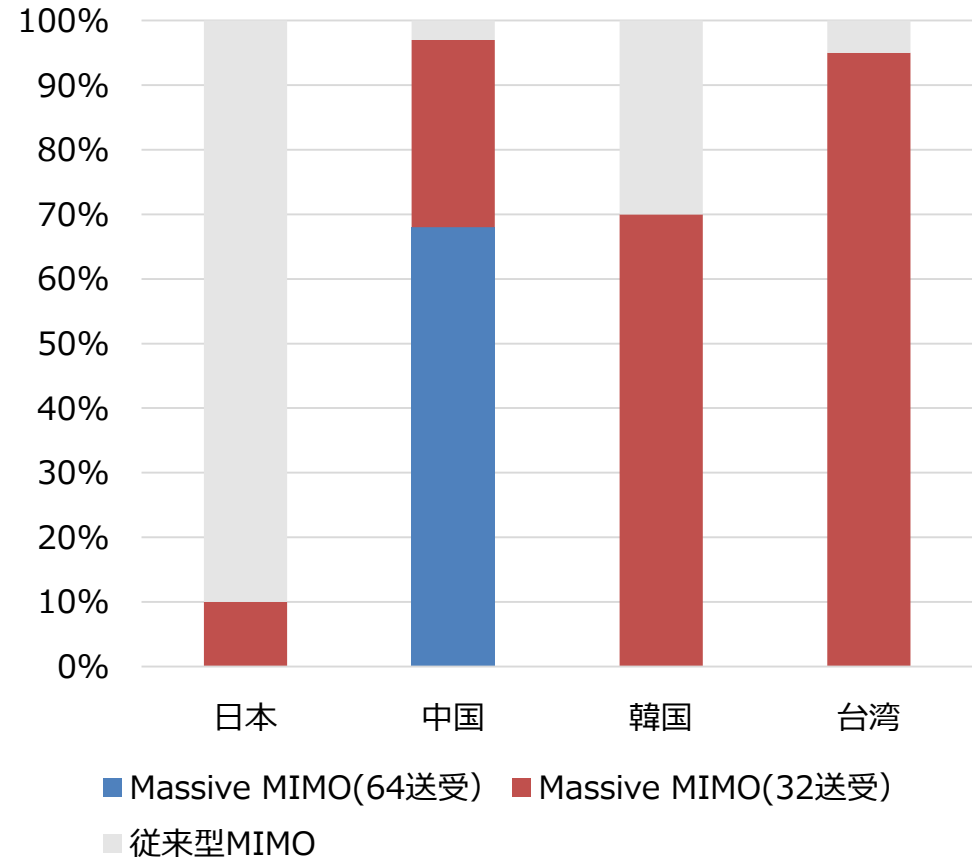


- 日本では、ミリ波（28GHz帯）についてはMassive MIMOの導入率が100%である一方、sub6（3.7, 4.0, 4.5GHz帯）については3割程度の導入にとどまっている。
- Ericsson社の調査によれば、日本のMassive MIMOの導入割合は、アジアの他の国・地域と比較して低調。

各事業者のMassive MIMOの導入状況 (全社合計の基地局数に対する導入割合)



Massive MIMOの導入割合 (ミッドバンド・Sub6)



(出典) 総務省: 令和4年度携帯電話及び全国BWAに係る電波の利用状況調査の調査結果の概要を基に作成 (2022年3月末のデータ)

(出典) Ericsson : Ericsson analysis in 2021

- 5 G導入当初はNSA構成を活用して効率的な設備投資やエリア拡大を実現してきたが、ネットワークスライシング技術による、5 Gの特長を活かした柔軟なネットワークを構築するためには、SA構成でネットワークを構築することが必要。

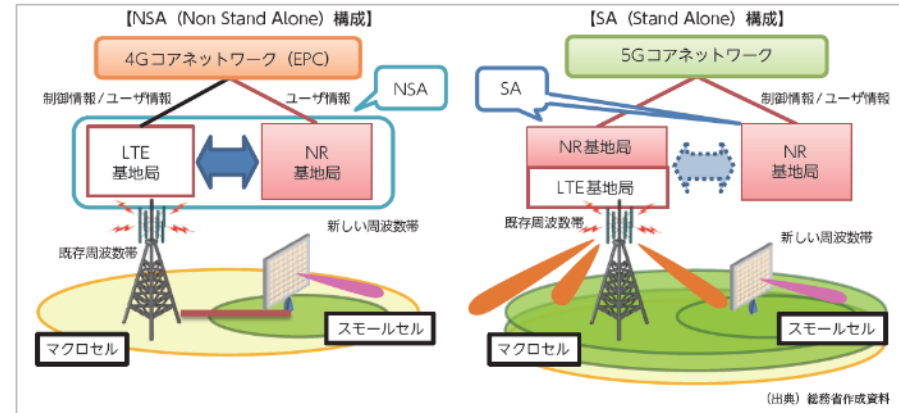
NSA構成とSA構成

● NSA (Non Stand Alone) 構成 :

5 Gの導入当初は、多数の人が集まる場所から順次新たな技術を導入した基地局 (NR基地局) を設置しつつ、既存のLTE基地局の高度化を行い、両者が連携して一体的に動作するネットワーク構成となる。

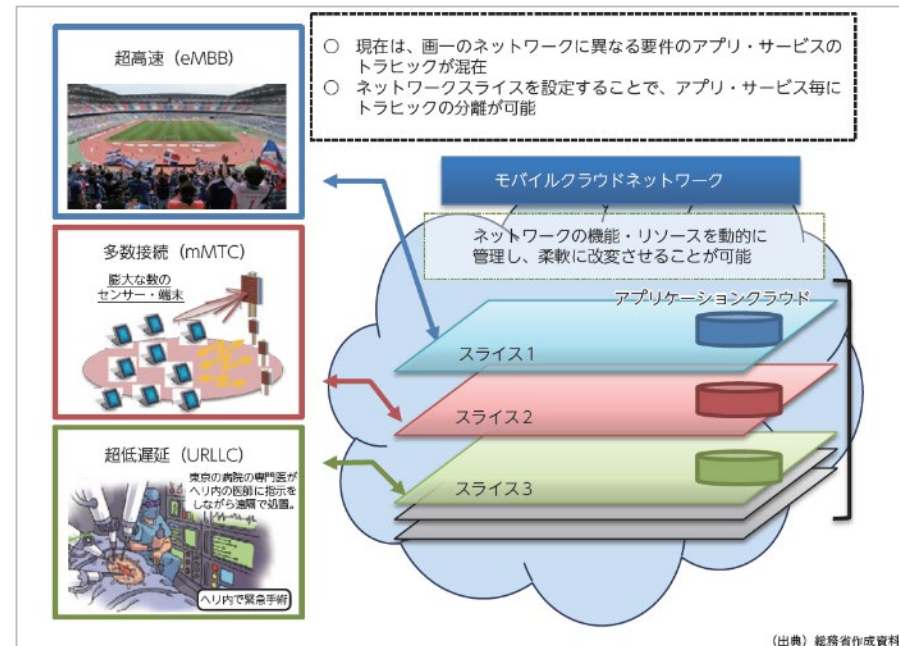
● SA (Stand Alone) 構成 :

既存周波数帯を用いる基地局も新しい周波数を用いる基地局も5 Gコアネットワークに接続されているネットワーク構成。



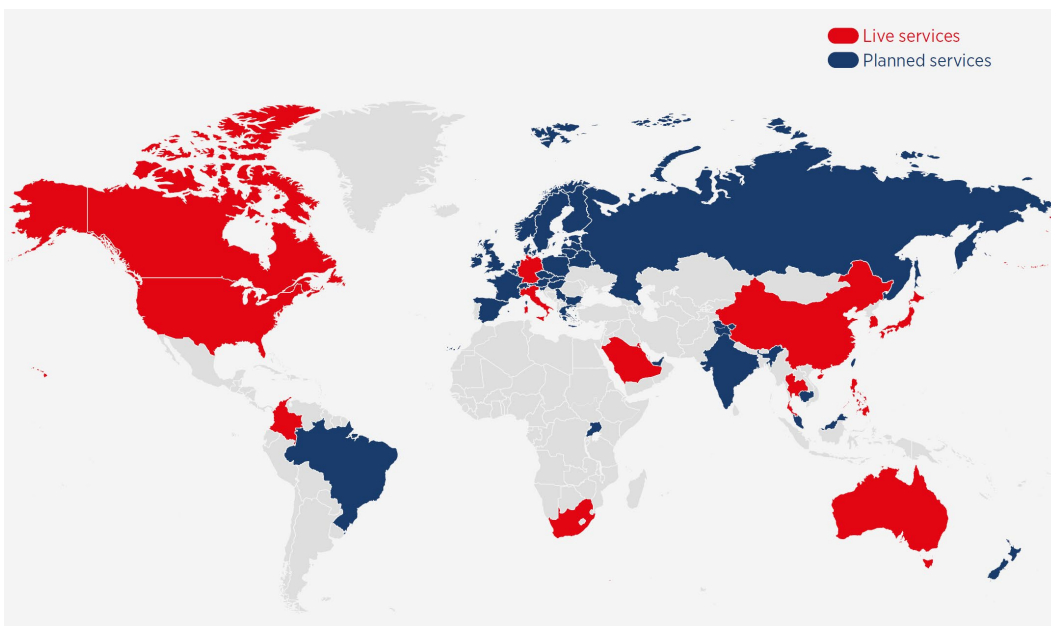
ネットワーク・スライシング技術

- SA構成の5 Gネットワークで実現可能な技術。
- 5 Gでは、「超高速」、「多数同時接続」、「超低遅延」という3つの異なる利用シナリオが登場し、いずれの条件にも対応可能な優れた柔軟性を持つネットワークが必要。
- ネットワーク層を仮想的に薄切りにして別の層とするネットワーク・スライシング技術によって、要求条件の異なるアプリ・サービス毎にトラフィックを分離することが可能となり、あるスライスでは超高速性を実現し、別のスライスでは超低遅延性を実現するといったことが可能となる。



- 世界の通信事業者は、NSA構成から5Gの導入を開始したが、近年ではSA商用サービスの導入が進展。GSMAによれば、2021年末時点で、16か国に22の商用SAネットワークが稼働しており、更なる拡大も見込まれている。
- 国内では、2021年以降、SA商用サービスの導入が始まっているが、提供エリアや対応機種は限定的。

世界各国のSA商用サービス導入状況（2022年1月時点）



（出典）GSMA: The Mobile Economy 2022

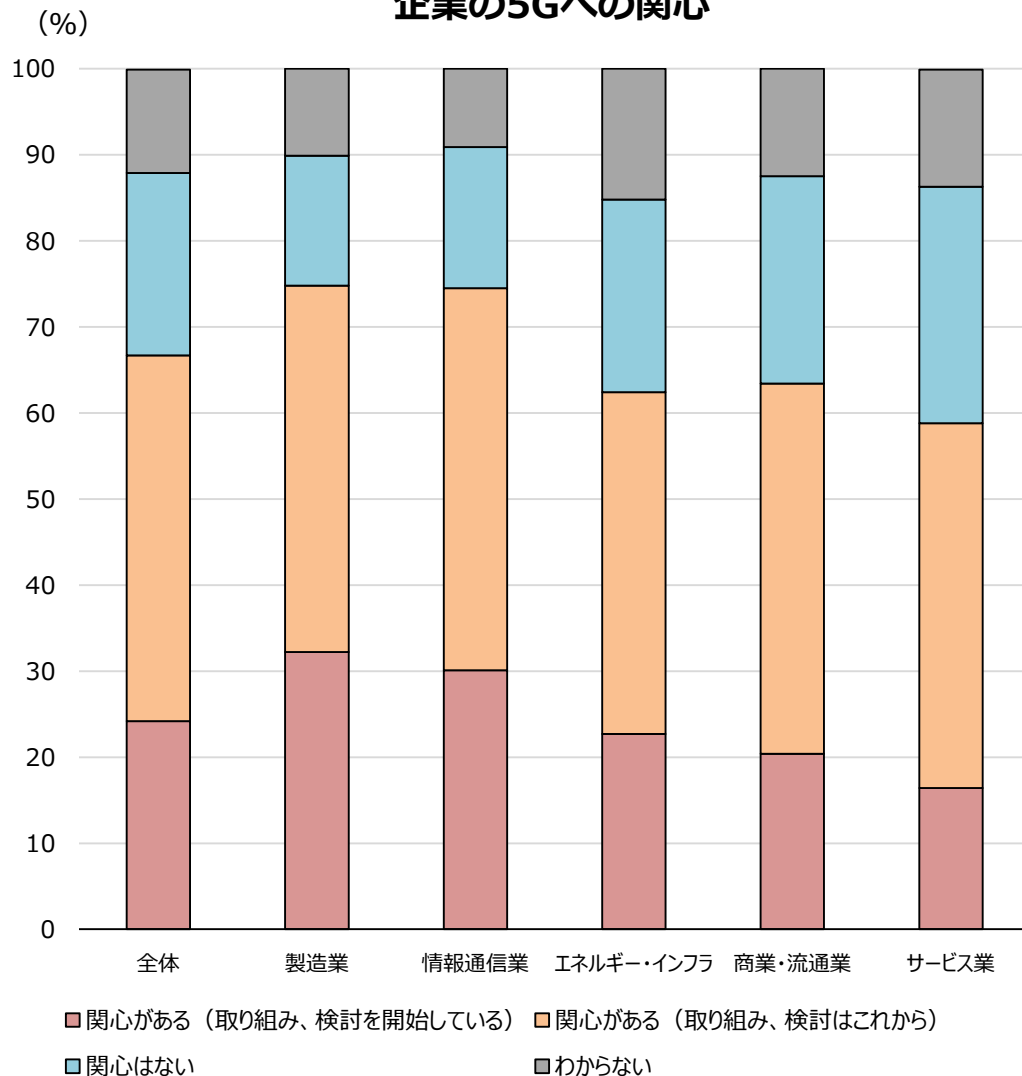
国内のSA商用サービス導入状況（2023年1月時点）

NTT ドコモ	<ul style="list-style-type: none"> ● 2021年12月13日に法人向けサービスを開始。 ● 2022年8月24日には、一般消費者向けにオプションサービス（月額550円※）として提供開始。 ※現時点では月額使用料が無料となるキャンペーンを実施中。
KDDI	<ul style="list-style-type: none"> ● 2022年2月21日に法人向けサービスを開始。
ソフト バンク	<ul style="list-style-type: none"> ● 2021年10月19日にSoftBank Airの新機種「Airターミナル5」向けにサービスを開始。 ● 2022年5月31日には、スマホ向け（一部機種のみ対応）にもサービスを開始。

（出典）各社HP

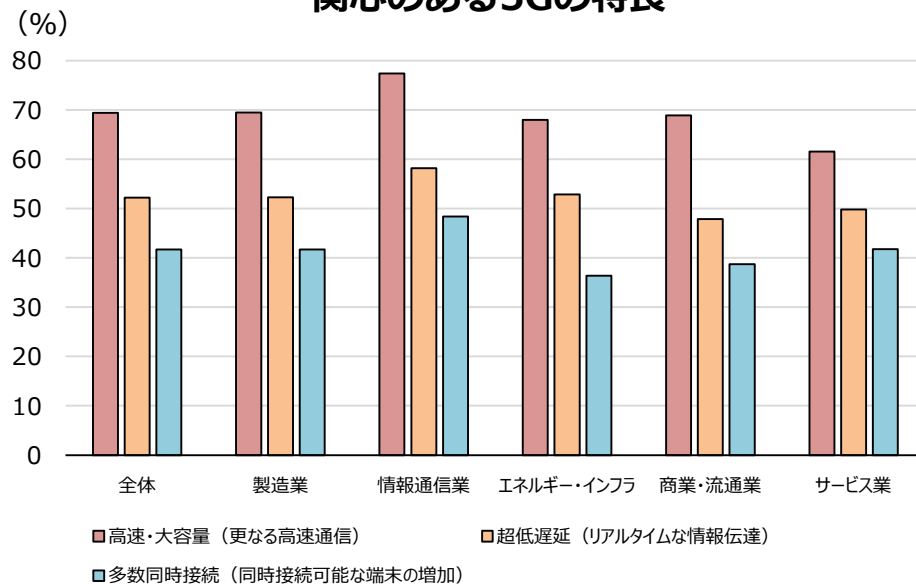
- 産業横断的に5Gへの関心は高いが、実際に取組を開始している企業は限られている。
- 5Gの「高速・大容量」への関心が高く、また、サービス開発や製造現場への適用を想定する企業が多い。

企業の5Gへの関心

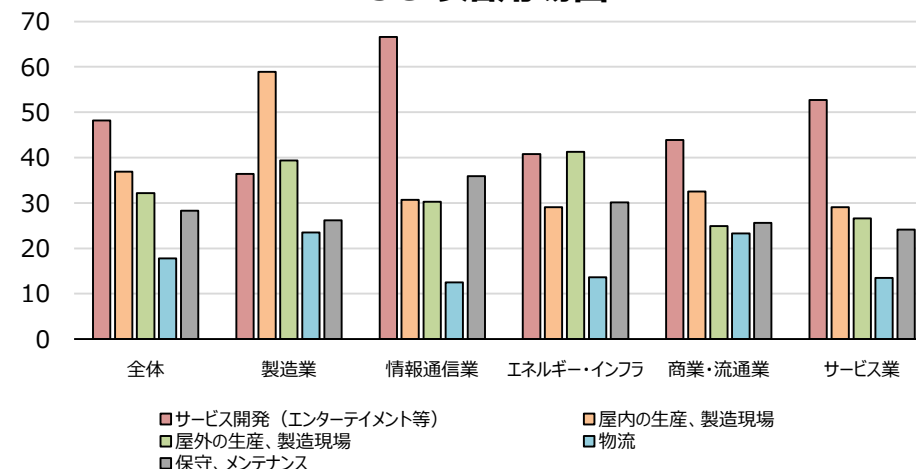


(出典) 総務省：令和2年版情報通信白書を基に作成

関心のある5Gの特長

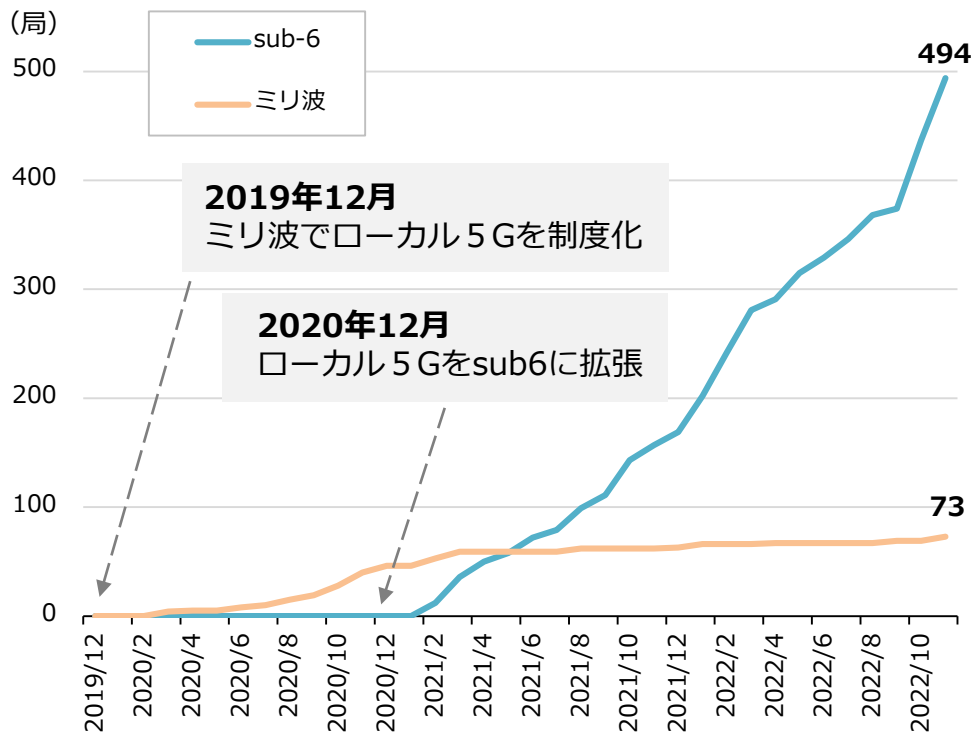


5Gの活用場面



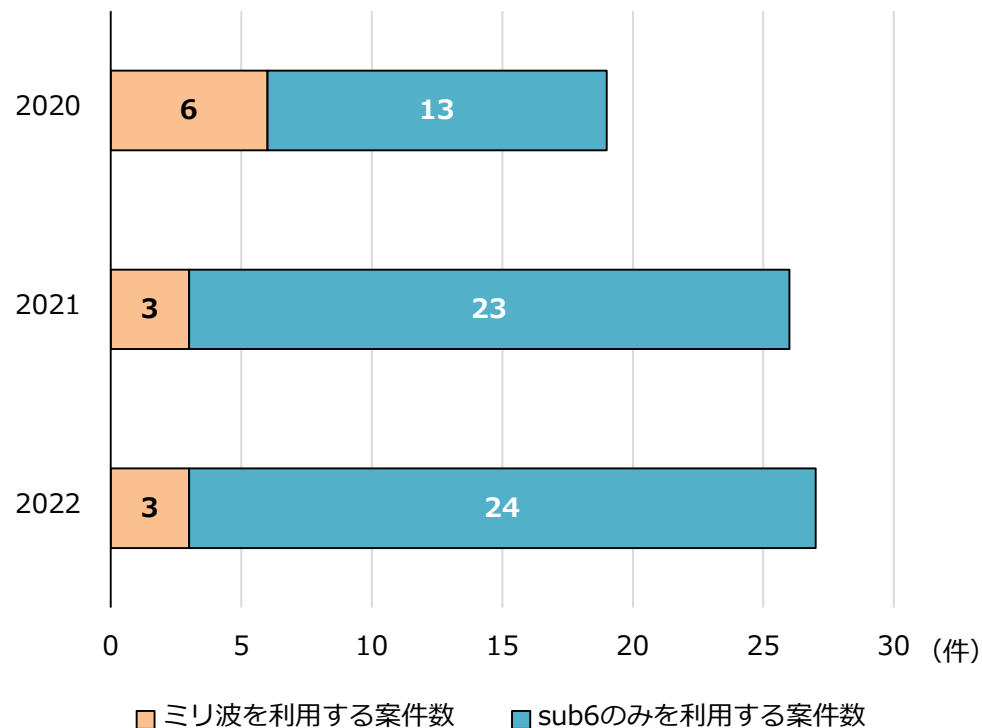
- ローカル5Gの無線局については、Sub6で102者、ミリ波で30者が免許を取得（2022年8月31日現在）。免許対象の拡張後は、ミリ波の免許数が横ばいである一方、Sub6の免許数が大きく伸びている。
- 足もとでは、Sub6を中心に、工事、医療、エンタメ等の様々な分野でユースケースの実証が行われている。

ローカル5Gの免許数の推移



(出典) 総務省: 総務省電波利用ページ

帯域別のローカル5G開発実証件数の推移

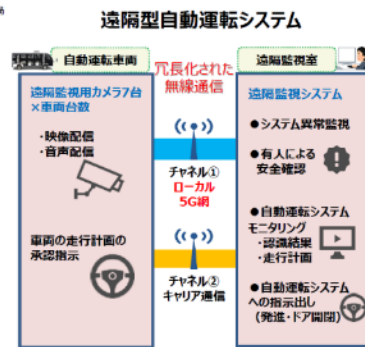


(出典) 総務省: 令和2年度～令和4年度課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証を基に作成

空港制限区域内におけるターミナル間連絡バスの複数台遠隔型自動運転 (レベル4 相当) に向けた実証

(東日本電信電話 (株)、成田国際空港 (株) 他)

- 3つの旅客ターミナル間の自動運転、複数台の遠隔監視映像配信、代替ルートを想定したキャリア通信・ローカル5G切替動作等、遠隔型自動運転 (レベル4相当) に向けた実証を実施。
- 自動運転技術の導入を通じ、将来の空港における地上支援業務等の効率化、省人化、車両事故低減を実現。

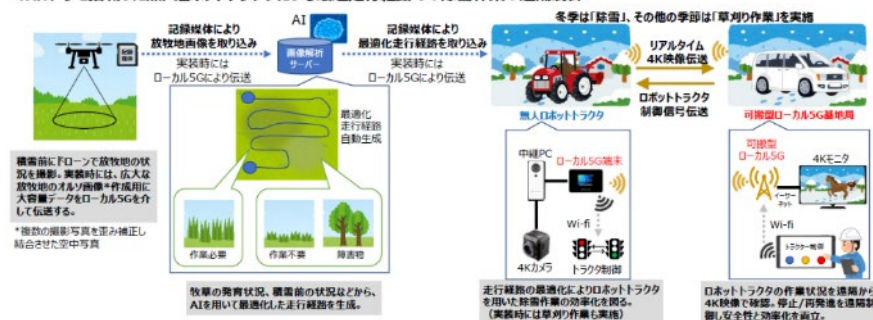


広大な放牧地におけるローカル5Gを活用した除雪や草地管理等の効率化・省力化の実現

(シャープ (株) 等)

- 放牧地に可搬型のローカル5G環境を構築し、ドローンを活用した放牧地状況のAI解析により生成した最適走行経路を用いて4Kカメラを搭載した無人ロボットトラクタによる最適走行経路での草刈・除雪の遠隔制御に関する実証を実施。
- 除雪や草刈り作業の高度化・自動化を通じた、牧場における安心・安全な労働環境及び経営効率の向上を実現。

4Kカメラを搭載した無人ロボットトラクタによる最適走行経路での除雪作業の遠隔制御



富士山地域DX「安全・安心観光情報システム」の実現

(NPO法人中央コリドー情報通信研究所)

- 山中にローカル5G環境を構築し、危険状況・災害予兆の監視・可視化のための遠隔監視システム、迅速かつ円滑なローカルコミュニケーションシステム、ハザードマップ等大容量サイエンスデータの低遅延共有の実証を実施。
- 自治体が自走可能で公共安全に資するローカル5Gのユースケース創出に向けて安全・安心な観光登山を実現。

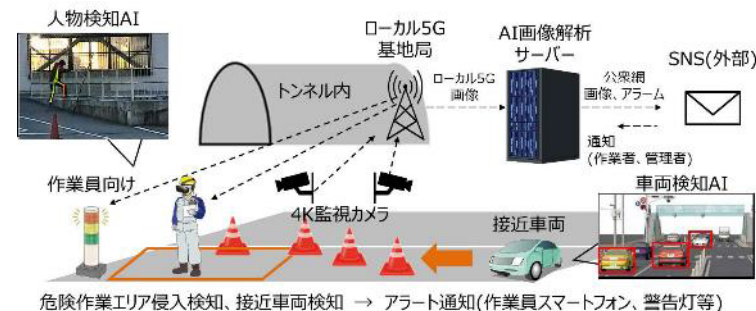


(出典) 総務省: 令和3年度「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」、令和4年度「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」を基に作成

ローカル5Gを活用した高速道路トンネル内メンテナンス作業の効率・安全性向上に関する開発実証

（エクシオグループ（株）、中日本高速道路（株）他）

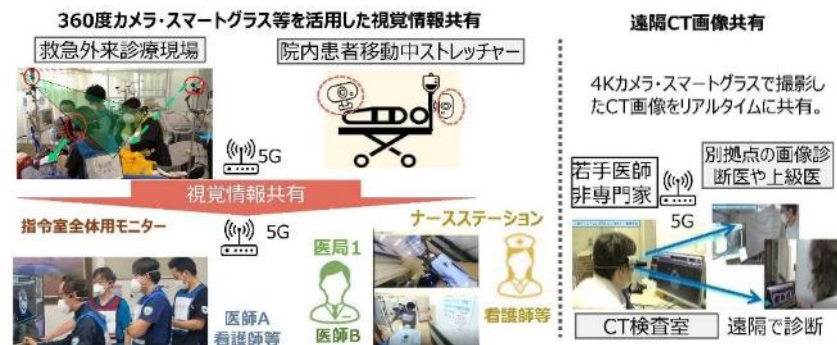
- 高速道路上のトンネル内にローカル5G環境を構築し、4K監視カメラ映像とAI画像解析を用いた作業員の安全確保や、スマートデバイスを用いた遠隔作業支援の実証。
- 4K画像の伝送に当たって、S A構成のsub6に比べてN S A構成のミリ波帯の方がよりアップリンク速度が速いことからミリ波を選定。



大都市病院における視覚情報共有・AI解析等を活用したオペレーション向上による医療提供体制の充実・強化の実現

（トランスコスモス（株）、（株）NTTドコモ他）

- 病院内の夜間急患センターにおける、ローカル5Gを活用した、視覚情報共有、気管内チューブ等位置AI判定、遠隔CT画像共有、大容量X線動画データ転送に関する実証。
- 4Kカメラ等の多数の機器を設置するエリア（最重症患者治療室や中央司令室等を想定）において28GHz帯の基地局を設置し、各ソリューションに耐えうる無線容量を確保。



MR技術を活用した遠隔作業支援の実現

（トヨタ自動車（株））

- 製造現場の作業員が着用したヘッドマウントディスプレイ（HMD）及びMR（Mixed Reality（複合現実））技術を活用した、
①生産設備の導入等に係る事前検証に関する実証、②熟練技術者等の支援者による現場作業員への遠隔からの指導や支援に関する実証
- Sub6とミリ波いずれも利用して実証を行った結果、ミリ波帯（下り）のみで完全無線化に向けた目標速度を達成した。

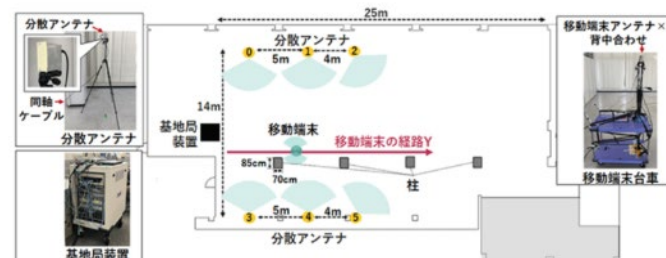


高周波数帯分散MIMO技術の実証実験

(日本電信電話(株)、(株)NTTドコモ、日本電気(株))

- 28GHz帯を用いた分散MIMOにおいて、エリア内の無線伝搬状況や移動端末の位置などの環境情報をシステム自身が把握し、環境に応じて基地局の分散アンテナを動的に切り替える技術の実証実験を実施。
- ショッピングモールや工場など多数の遮蔽物がある環境でも、高周波数帯無線を、安定した大容量無線伝送に活用できる可能性を示した。

(出典) NTTドコモ：世界初、28GHz帯で遮蔽を気にせず繋がり続ける分散MIMOの実証実験に成功



液晶メタサーフェス反射板の開発

((株)KDDI総合研究所、(株)ジャパンディスプレイ)

- 電波の反射方向を任意な方向へ変えられる、28GHz帯液晶メタサーフェス反射板の開発に成功。
- 5Gや次世代移動通信の超高速・大容量なサービスエリアを、周辺の電波環境の変化にあわせて拡張することが可能。

(出典) KDDI総合研究所：世界初 電波の反射方向が変えられる液晶メタサーフェス反射板の開発に成功



ミリ波無線通信技術に対応するガラス基板を用いた透明アンテナ

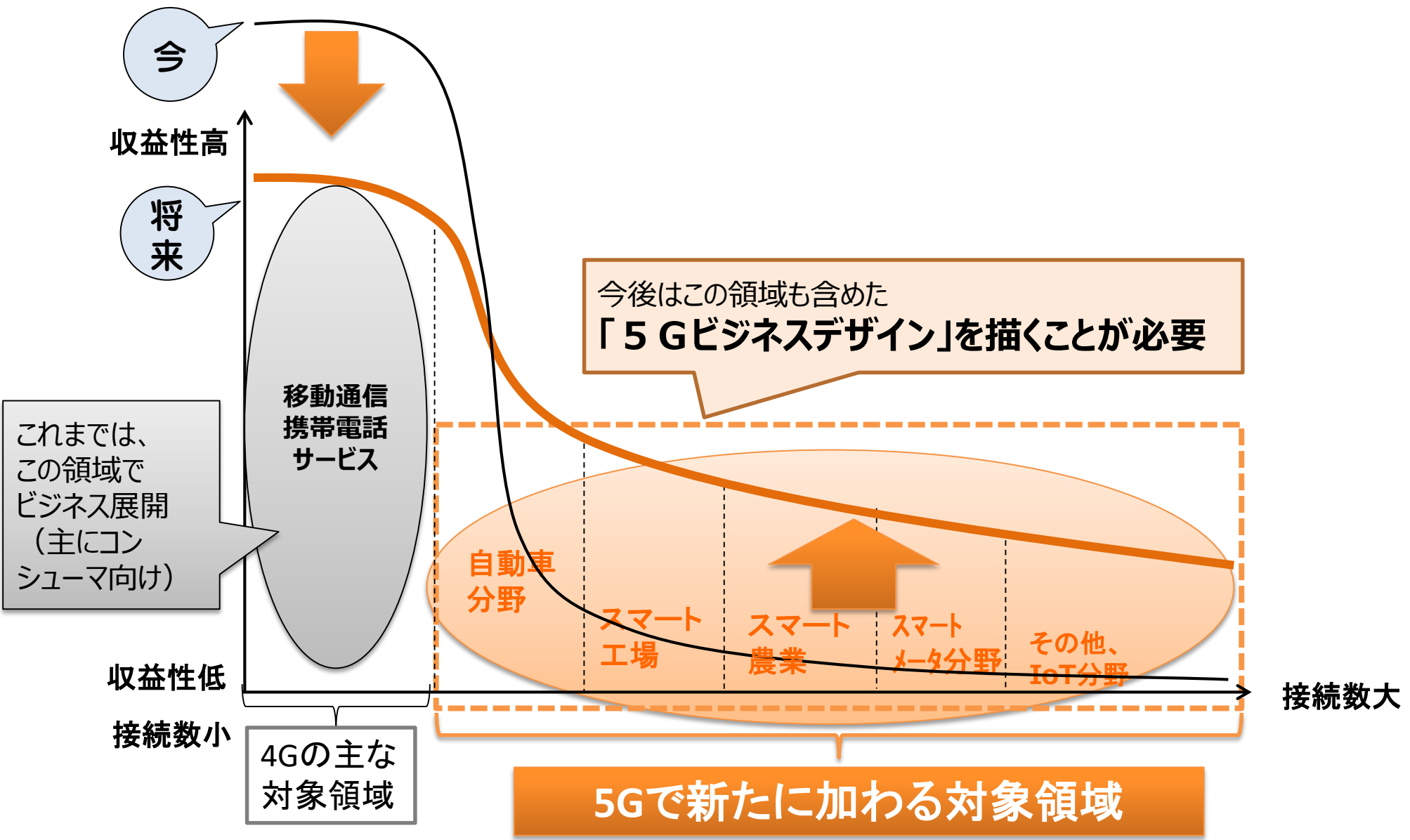
(日本電気硝子(株))

- 世界最小の比誘電率4.0・誘電正接0.002を有するガラス基板の上に特殊なアンテナパターンが施された透明アンテナを開発。
- アンテナを透明にすることにより取付場所のデザインや景観を損なわずにアンテナの機能を付与することができ、窓や壁、ディスプレイや車などさまざまな箇所に設置が可能。



透明アンテナの使用イメージ

(出典) 日本電気硝子：5G 無線通信エリアを拡大する新製品を開発



(出典) 日経コミュニケーション 2015年4月号を参考に総務省作成

周波数帯の特性に応じた割当方式の制度化

- 2021年10月より、「新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会」（座長：柳川範之東大教授）を開催。
- 2022年3月の1次取りまとめでは、オークション方式を含む諸外国の周波数割当方式のメリットやデメリットへの対応策等を調査・分析。
- 2022年11月の取りまとめでは、今後のミリ波等の高い周波数帯に対応した周波数割当ての考え方を整理するとともに、新たな割当方式の制度設計に係る検討課題を指摘。

「新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会」取りまとめの主な内容

(2022年11月25日公表)

- オークション方式は導入当初に比べて多様化。現在は、電波の経済的価値を反映しつつ、必要な政策目的を実現するために必要な事項を電波を割り当てる際の条件として課す「条件付きオークション」が主流。
- 今後、5Gへの割当ての中心となるミリ波等の高い周波数帯について、イノベーションや新サービスの創出につなげるため、「条件付きオークション」を選択可能となるよう、検討を進めることが適当。
- 2025年度末までに5G用として新たに割当てが想定される周波数帯（4.9GHz帯、26GHz帯、40GHz帯等）を念頭に置き、各周波数帯に係る政策目標を明確化するとともに、新たな割当方式について具体的な制度設計について更に検討することが必要。

経済的価値の考慮の度合い

純粹オークション

（オークションにより電波を割り当てる際の条件（カバレッジ義務等）が課されないもの。但し入札者の適格性審査は有り。）

条件付きオークション

（オークションにより電波を割り当てる際の条件（カバレッジ義務等）が課されるもの）

スコアリングオークション ※我が国の総合評価方式に相当

（技術・サービスの審査項目の得点化や係数化を行い、電波の経済的価値（入札額）と組み合わせる審査方式）

※ 入札額と技術・サービスの審査項目をいずれも得点化して加算する方法（加算型）と、乗算する方法（乗算型）がある。

電波の経済的価値に係る項目を含まない
「比較審査方式」

- 本検討会においては、我が国の新たな携帯電話用周波数の割当方式について、エリアカバレッジを含む技術やサービスに関する審査項目と、周波数の経済的価値を組み合わせる審査を行う総合評価方式（特定基地局開設料制度）に加え、「条件付きオークション」を選択可能となるよう、検討を進めることが適当であるとする基本的な方向性を整理した。
- 一方、このような新たな割当方式を導入する場合には、2025年度末までに5G用として新たに割当てが想定される周波数帯（4.9GHz帯、26GHz帯、40GHz帯等）を念頭に置き、各周波数帯に係る政策目標を明確化した上で、制度の透明性・予見可能性を確保するためにも、技術的条件の在り方等も踏まえつつ、主に以下の点について、更に検討を行い、具体的な制度設計を進めることが必要である。

1. 各周波数帯に対応した政策パッケージの検討

- 新たな割当方式を導入するに当たっては、各周波数帯の国内外における利活用の状況、事業者等における今後の利活用の見通し、技術革新への取組等を踏まえて、政策目標を設定することが必要である。
- ミリ波等の高い周波数帯については、エリアカバレッジ等の条件を緩和して、事業者の創意工夫によるイノベーションや新サービスの創出といった政策目標を踏まえた割当方式の制度設計が必要であると考えられる。
- あわせて、周波数割当方式に関連して、周波数の利活用やビジネス展開を妨げる可能性のある技術課題等を洗い出し、行政・事業者等が進めるべき対応策について検討を行うほか、条件付きオークションにより事業者の負担増が懸念されることから、オークション収入の活用等による、通信インフラの整備・高度化や安全・信頼性を確保するための対策等の強化を促す方策について検討を行うことが必要であると考えられる。

2. 各周波数帯の政策目標の設定を踏まえた割当方式の検討

- 以下の（i）～（v）の項目を中心に詳細検討を行う必要がある。
 - （i）条件付きオークションと総合評価方式の適用条件
 - （ii）デメリットとされている事項（落札額の過度な高騰、特定事業者への周波数の集中等）への具体的な対応策
 - （iii）条件付きオークションの制度設計（付与する条件の内容、最低落札価格の算定方法、排他的な免許申請期間等）
 - （iv）条件付きオークションの具体的な実施方法（落札額の支払方法等）
 - （v）電波の利用状況のフォローアップ（条件遵守状況の把握方法や確認タイミング等）

- 我が国のこれまでの5G用周波数の割当てにおいては、割当ての基本的な考え方（政策目標）に基づき、エリアカバレッジに係る項目を中心に、政策目標を達成するために必要な審査項目を設定してきた。
- 2020年には、5Gシステムによる広域なエリアカバーを実現し、様々な産業での5Gの利活用を加速化するため、既存バンドの5G化を認める制度整備が行われた。

	基本的な考え方（政策目標）	比較審査基準 【】内は全体に対する割合
2019年 3.7GHz/ 4.5GHz, 28GHz	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5Gの「全国への広がり・展開可能性」、 「地方での早期サービス開始」、 「サービスの多様性」などを評価 ・ 都市部・地方を問わず需要の見込まれる地域 での早期の5G展開の促進を図る。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. エリアカバレッジ【60%】 2. 設備の安全・信頼性確保【10%】 3. MVNOや5G利活用促進【20%】 4. その他【10%】
2020年 既存バンドの 5G化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5Gシステムによる広域なエリアカバーを実現 ・ 様々な産業での5Gの利活用を加速化 	—
2021年 1.7GHz (東名阪 以外)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地方への早期の5G普及展開を図る ・ 「モバイル市場の公正な競争環境の整備に向けた アクション・プラン」（令和2年10月）の内容を 踏まえた取組を評価 	<ol style="list-style-type: none"> 1. エリアカバレッジ【25%】 2. 特定基地局開設料【25%】 3. 公正競争の確保【25%】 4. 保有帯域幅が小さいこと【25%】
2022年 2.3GHz	<ul style="list-style-type: none"> ・ デジタル田園都市国家構想を実現するため、 都市と地方での一体的な5G整備 (条件不利地域や、 5G基地局の整備が遅れている地域での整備を評価) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. エリアカバレッジ【52%】 2. 5G基地局の高度化【16%】 3. 特定基地局開設料【16%】 4. ダイナミック周波数共用に係る技術【16%】

- 諸外国の割当てにおいても、政策目標を達成するために必要な条件が都度設定されている。

米国（2019年28GHz帯）

使用区域：群単位（1,536エリア）
周波数量：800MHz幅（2ブロック）
入札者40社 / 落札者33社

- 5G技術を活用したイノベーションの促進や新市場の創出を優先事項とし、以下のオークションルールを設定。
 - ✓ **小規模事業者の優遇**
過去3年間の平均売上高が一定額以下の小規模事業者及びそのコンソーシアムに対して、落札額の割引を適用。
 - ✓ **業務に応じたカバレッジ義務の設定**
モバイル又はP2M免許人、P2P免許人、固定P2Pリンク又はその他の低電力P2P接続に依存する免許人についてそれぞれ異なる義務を設定。

フランス（2020年3.5GHz帯）

使用区域：全国
周波数量：310MHz幅（15ブロック）
入札者4社 / 落札者4社

- 5Gの産業応用とイノベーションの促進を政策目標の優先事項とし以下の免許条件を設定。
 - ✓ **【3.5GHz帯での5G展開】** 2020年末までに2都市でサービス開始
2022年に3,000サイト、2024年に8,000サイト、
2025年に10,500サイトで5G基地局を設置
(サイトの25%はルーラル地域と工業地域に配置)
 - ✓ **【速度の向上】** 2022年に75%、2030年に全ての基地局で、
最低通信速度240Mbpsの接続サービスを提供。
 - ✓ **【主要道路のカバレッジ】** 2025年までに高速道路（16,642km）、
2027年までに幹線道路（54,913km）の全ての基地局で、
最低通信速度100Mbpsの接続サービスを提供。
 - ✓ **【差別化（スライシング）サービスの提供】** 2023年までに、
5Gの革新的機能であるスライシング機能を実装。
 - ✓ **【IPv6】** IPv6ルーティングプロトコルへの移行を加速するため
モバイルネットワークとの互換性を保証

ドイツ（2019年2.1, 3.6GHz帯）

使用区域：全国
周波数量：300MHz幅（29ブロック）
入札者4社 / 落札者4社

- 以下の政策目標及びオークションルールを設定。
 - ✓ **第4社目となる新規参入の促進**
新規参入に対するカバレッジ義務を優遇
(MVNOの1 & 1AGが新規参入を実現)
 - ✓ **通信速度の高速化や交通インフラへのカバレッジ拡大**

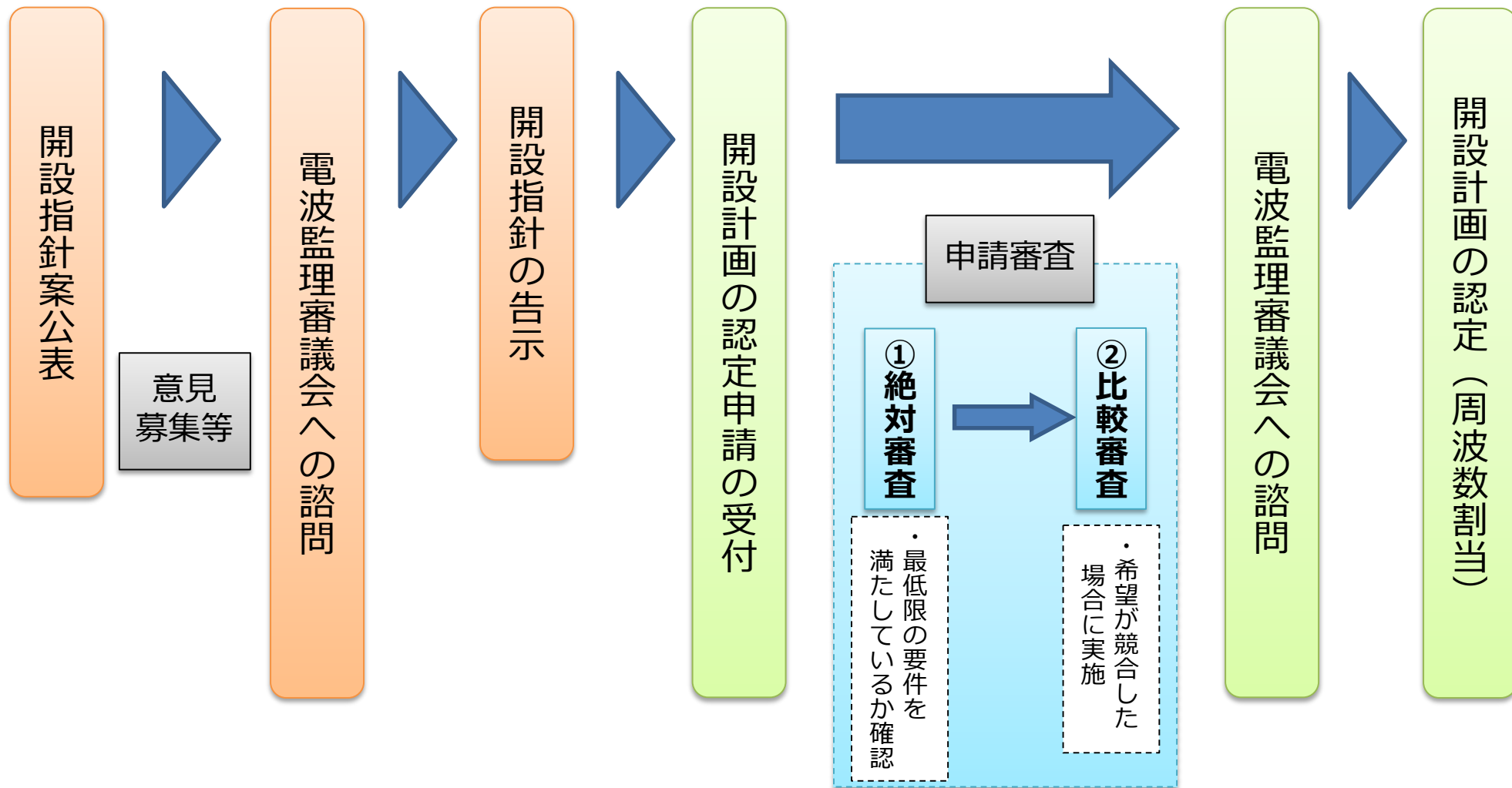
2022年末まで

- ✓ 州単位で98%の世帯に100Mbpsを提供
- ✓ 全ての連邦高速道路に遅延最大10ミリ秒で100Mbpsを提供
- ✓ 接続機能レベル（VFS）が0又は1*の連邦道路に、
遅延10ミリ秒で100Mbpsを提供
- ✓ 一日2,000人以上の乗客が利用する鉄道に100Mbpsを提供
- ✓ 1,000台の5G基地局と、ホワイトスポットに
100Mbpsの基地局を500台設置

2024年末まで

- ✓ 全ての連邦道路に遅延10ミリ秒以下で100Mbpsを提供
- ✓ 全ての国道及び州道に50Mbpsを提供
- ✓ 内陸水路の港湾とコアネットワークに50Mbpsを提供
- ✓ 全ての鉄道に50Mbpsを提供

- 携帯電話の基地局など、同一の者が相当数開設する必要がある無線局（特定基地局）については、開設計画（基地局の整備計画）の認定を受けた者のみが免許申請可能。



- 5G等の電気通信業務用の周波数の割当て（開設計画の認定）にあたり、従来の比較審査項目（エリア展開の大きさ、MVNOへの取組等）に、周波数の経済的価値を踏まえて申請者が申し出る周波数の評価額を追加して、総合的に審査することができるよう規定を整備（2019年5月施行）。
- 認定を受けた事業者は申し出た金額（特定基地局開設料）を国庫に納付することとし、特定基地局開設料の収入はSociety 5.0の実現に資する施策に充てることとされている。

導入後の比較審査項目のイメージ

見直し後	
エリア展開	○点
サービス	○点
追加 → 周波数の経済的価値	○点
指定済周波数等	○点
合計	○点

申請者は周波数を利用して得られる将来の収益の割引現在価値等に基づき経済的価値を評価

※従来と同様、合計点の高い者に割り当てる。

割当てを受けた者は、申し出た額（特定基地局開設料）を国庫に納付

※特定基地局開設料は、認定の期間中、毎年度、一定額を納付。

Society5.0の実現に資する施策に充当

- ①電波を使用する高度情報通信ネットワークの整備促進
- ②当該ネットワーク上に流通する情報の活用による高付加価値の創出促進
- ③当該高付加価値の活用による社会的諸課題の解決促進

※特定基地局開設料の使途は法定。

【参考】諸外国の主なオークション結果（直近5年間）

	落札総額	落札/入札者数	周波数帯域幅	平均落札額	免許期間
英国（2018年 2.3, 3.4GHz）	約 2,062億円 （約13億7,000万ポンド）	4/5	190MHz	16.3円 /MHz/pop	期限なし
韓国（2018年 3.5, 28GHz）	約 3624億円 （約3兆6100億ウォン）	3/3	2680MHz	2.6円 /MHz/pop	3.5GHz:10年 28GHz:5年
米国（2019年 28GHz）	約 764億円 （約7億257万ドル）	33/40 （地域免許）	850MHz	0.2円 /MHz/pop	10年
米国（2019年 24GHz）	約 2,191億円 （約20億2,400万ドル）	29/38 （地域免許）	700MHz	0.9円 /MHz/pop	10年
ドイツ（2019年 2, 3.6GHz）	約 8,968億円 （約65億4,900万ユーロ）	4/4	420MHz	25.6円 /MHz/pop	20年 （2GHz帯の一部は15年）
米国（2020年 37, 39, 47GHz）	約 8,140億円 （約75億7,000万ドル）	28/35 （地域免許）	3,400MHz	0.7円 /MHz/pop	10年
米国（2020年 3.5GHz）	約 4,856億円 （約45億8,600万ドル）	228/271 （地域免許）	70MHz	20.9円 /MHz/pop	10年
米国（2021年 3.7GHz）	約 8兆6,510億円 （約811億6,900万ドル）	21/57 （地域免許）	280MHz	93.0円 /MHz/pop	15年
英国（2021年 700MHz, 3.6GHz）	約 2,082億円 （約13億7,900万ドル）	4/4	200MHz	15.4円 /MHz/pop	期限なし
米国（2022年 3.45GHz）	約 2兆5,913億円 （約225億1,300万ドル）	23/33 （地域免許）	100MHz	78.0円 /MHz/pop	15年
（参考） 日本（2021年 1.7GHz（東名阪以外））	469億円	1/4	40MHz	25.6円 /MHz/pop	7年
（参考） 日本（2022年 2.3GHz）	300億円	1/1	40MHz	5.9円 /MHz/pop	5年

※1 レートは各オークション終了月末日の終値を採用

※2 平均落札額は、オークション実施年の各国の人口を用いて計算
（2022年の米国における平均落札額は、2021年の人口を用いて計算）

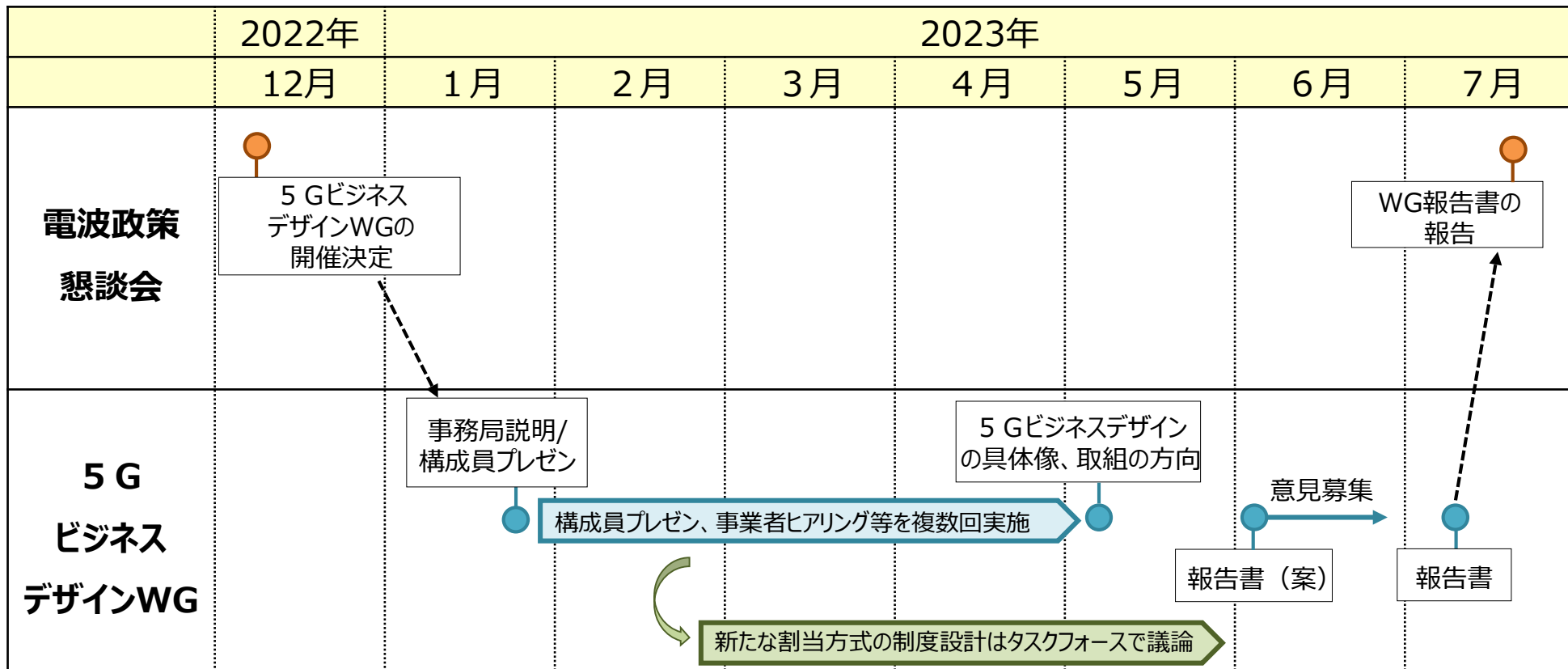
オークションによる諸外国の歳入

	米国	英国	ドイツ	（参考）日本
2018年～2022年に実施された オークションの収入の単年毎の平均額	約 2兆5,674億円	約 828億円	約 1,794億円	約 125億円

※ 日本の値は、2022年度～2026年度の5年間における特定基地局開設料収入の見込額の平均値

国名	使途
米国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2006年の落札金額約140億ドルを「Spectrum Relocation Fund」に繰り入れた。行政予算管理局を運用・管理主体として、商務省電気通信情報局（NTIA）に諮問しつつ運用している。オークションの対象となった連邦機関の移転・共有費用を負担するほか、周波数移転に係る研究開発や経済分析に係る費用にも充当している。 ・ 2014年の落札金額約410億ドルを「Public Safety Trust Fund」に繰り入れた。公安当局のための全国的な相互運用性ネットワークである「First Net」構築のための資金等に充てられており、NTIA等が資金の用途ごとにそれぞれ運用している。
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「デジタルインフラ基金」に繰り入れている。連邦財務省を運用・管理主体とし、地方を中心としたネットワーク拡大の支援、モバイルカバレッジの拡大のための補助金、学校におけるデジタル教育インフラの支援のために使用されている。2023年の予算は約6,800億円。
韓国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「情報通信振興基金」に繰り入れている。科学技術情報通信部長官を運用・管理主体とし、情報通信に関する研究開発事業、情報通信関連技術の標準化・普及事業、情報通信関連人材の養成事業等に使用されている。2023年の予算は約1,400億円
英国、フランス、イタリア、カナダ	<p>(一般財源に繰り入れ)</p>

今後の検討の進め方



構成員

(主査)	森川 博之	東京大学大学院工学系研究科 教授	桑津 浩太郎	株式会社野村総合研究所 研究理事
(主査代理)	柳川 範之	東京大学大学院経済学研究科 教授	砂田 薫	情報システム学会会長/国際大学 GLOCOM 主幹研究員
	栄藤 稔	大阪大学先導的学際研究機構 教授	高田 潤一	東京工業大学環境・社会理工学院 学院長/教授
	岡田 羊祐	一橋大学大学院経済学研究科 教授	中尾 彰宏	東京大学大学院工学系研究科 教授
	黒坂 達也	株式会社企 代表取締役	安田 洋祐	大阪大学大学院経済学研究科 教授

【オブザーバ】

NTTドコモ、エリクソン、クアルコム、KDDI、サムスン電子、JTOWER、シャープ、CIAJ、ソニー、ソフトバンク、テレコムサービス協会MVNO委員会、日本ケーブルテレビ連盟、NEC、ノキア、NTT東日本、富士通、楽天モバイル、内閣府規制改革推進室

1. 5Gビジネスの経済・社会における位置づけ

- 5Gビジネスの拡大は、日本の経済成長や国際競争力の強化にどのように寄与するか。
- 国際競争が激化する中、世界に先駆けて5Gビジネスを拡大するためにはどのような考え方が必要か。

2. 5Gインフラの整備について

- 5G基地局整備に係る投資を促進するためにどのような方策が考えられるか。
- 地上系ネットワークの整備だけでなく、NTN（非地上系ネットワーク）の整備をどのように進めるか。
- サイバーセキュリティや安全・信頼性を確保するための投資を促進するためにどのような方策が考えられるか。

3. 5G対応機器・端末の普及について

- 5G対応機器の高度化と低廉化をどのように追求していくか。
- ミリ波対応端末をどのように普及させていくか。

4. ユースケースの創出について

- 実証実験にとどまらず、5Gの社会実装を推進していくためにはどのような方策が考えられるか。
- 5GのBtoC、BtoBtoCマーケットを拡大していくためにどのような方策が考えられるか。

5. 周波数帯の特性に応じた割当方式

- 5Gビジネスの拡大に寄与する割当方式の在り方とは何か。
- 条件付きオークションについて、どのような政策目標の下、どのような場合に適用するか。