

5Gビジネスの展望と今後のミリ波利用について

2023年2月9日 KDDI株式会社

目次

1. 5Gの現状
2. ミリ波普及の課題と解決策
3. 5Gビジネスの今後の展望
4. 新たな周波数割当てに対する要望

1. 5Gの現状

5G・Beyond 5G時代に求められること



地球環境の保全

急激な気温上昇の抑制に向け、2050年までにCO2排出量実質ゼロを達成すること



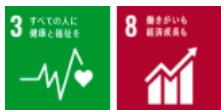
災害対策・通信基盤の強靱化

急激な気候変動による水害や巨大地震など、高まる大規模自然災害リスクに対応すること



地方・都市の持続的発展

人口減少や首都一極集中により増加する過疎地域の住民の命と暮らしを守る



健康・生きがいづくり

人生100年時代を迎え、物質的な豊かさから精神的な豊かさが求められること



次世代の育成

日本国内の貧困による深刻な教育格差や小中学校のICT教育の遅れを解消すること



安心して豊かなデジタル社会構築

急速なデータ化が進む社会の中で、プライバシー、セキュリティ、情報格差などの不安を解消すること



多様性の尊重

ジェンダー、年齢、障がい等にかかわらず、誰もが個々の強みを生かして活躍できる社会を実現すること

KDDI Sustainable Actionより

これらの社会課題解決のための重要戦略

Society 5.0 (2016年 第5期科学技術基本計画)

サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させ、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会

Beyond 5G 推進戦略 (2020年 総務省策定)

2030年代に強靱で活力のある社会を実現するため、Society 5.0に不可欠な基盤となる Beyond 5G を早期かつ円滑に導入する戦略

デジタル田園都市国家構想 (2021年 岸田内閣)

「地方に都市の利便性を、都市に地方の豊かさを」を実現して、全国どこでも誰もが便利で快適に暮らせる社会

デジタル田園都市国家インフラ整備計画

(2022年 総務省) 5G人口カバー率 2023年度末：全国95%、2025年度末：全国97%、2030年度末：全国99%

5G・Beyond 5G時代の今後の周波数

「5G・Beyond 5G等携帯電話網用」に新たに確保する帯域幅の目標設定

「デジタル変革時代の電波政策懇談会報告書」（令和3年8月）

（2020年度末 全国携帯電話網用 約4.2GHz幅に対して）

- 2025年度までに： **＋ 6GHz幅**
6GHz帯以下（低SHF帯以下）
6GHz-30GHz帯（高SHF帯）
30GHz帯-（EHF帯）
ダイナミック周波数共有の適用・5G移行
ダイナミック周波数共有の適用・5Gの追加割当
5Gの追加割当・Beyond5Gの実現(テラヘルツ帯域等)
- 2030年代までに： **＋ 38-52GHz幅**

「周波数再編アクションプラン」（令和4年度版）

ダイナミックな周波数共有の適用を含め、**2.6GHz帯・4.9GHz帯・26GHz帯・40GHz帯** 及び **WRC-19**において**IMT**特定された周波数において、同一及び隣接帯域の既存無線システム等への影響に配慮しつつ 移動通信システムへの追加割当に向けた検討を推進

現在の5Gエリア展開

デジタル田園都市国家インフラ整備計画に基づく人口カバー率拡大期

5Gの社会浸透に向けたエリア整備

- データトラフィックが大きいエリアを分析・予測
体験価値向上につながる5Gエリア拡大を実施中
- 22年度：5G人口カバー率90%



商業地域



鉄道・新幹線



高速道路

既存周波数の5G NR化も推進

5G用に新たに割り当てられた3.7/4.0/28GHzの展開
に加えて、既存周波数の5G NR化を推進
(700MHz/1.7GHz/3.5GHz)

基地局シェアリングを推進

両社が保有する基地局資産を効率的に相互利用し、
5Gの地方展開を加速

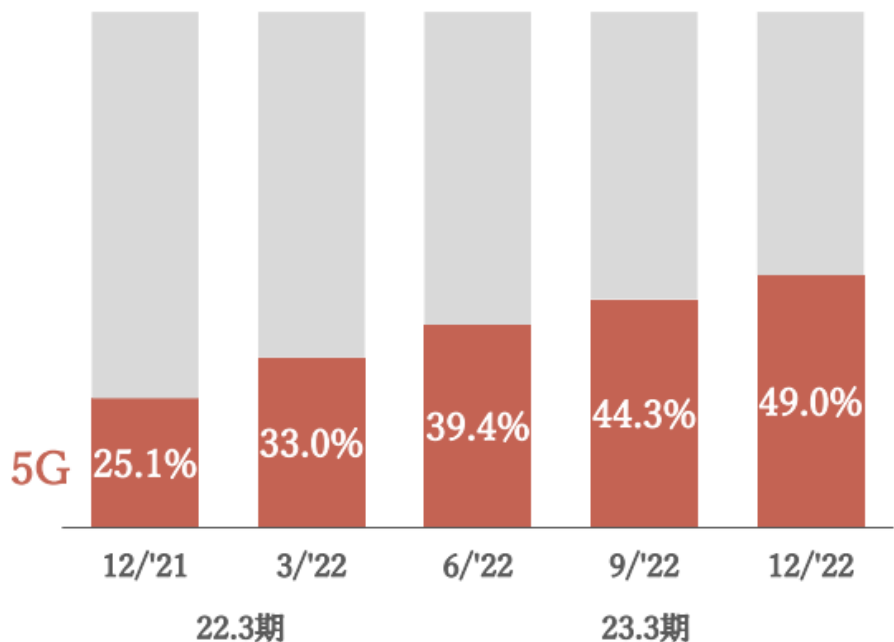
5G JAPAN

5Gの浸透とトラヒック

5G契約浸透率は約5割

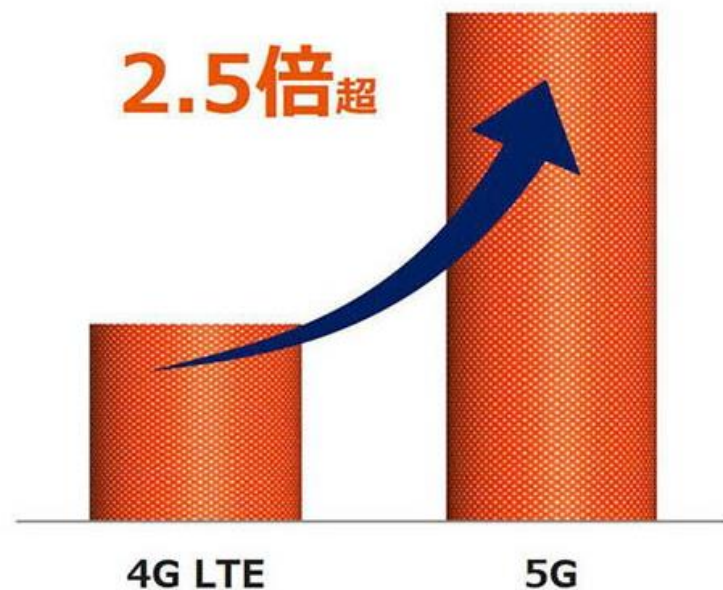
一人あたりのデータトラヒックは、4G利用者の2.5倍超

5G契約浸透率 マルチブランドベース*1



*1 au、UQ mobile、povo。5Gは一部エリアでのご提供

一人あたりモバイルデータトラヒック*2



*2 22.3期3Q auのスマートフォンベースにおける実績

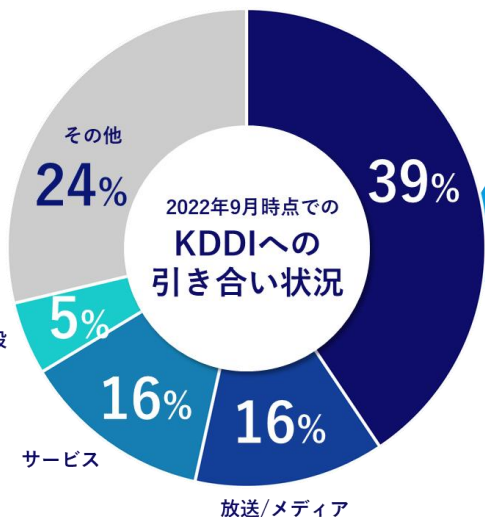
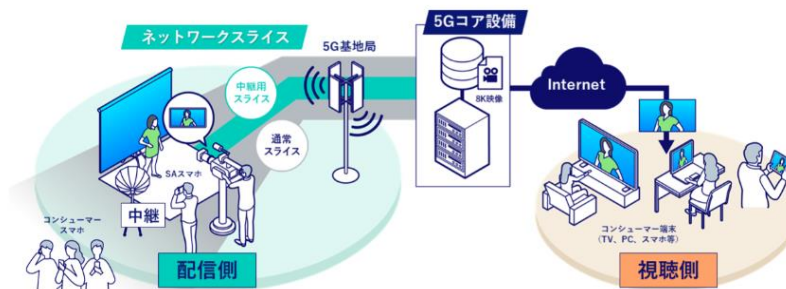
法人利用の拡大

製造現場や大容量の動画を扱う放送/メディア業界などで5Gのニーズが拡大
法人向けに 5G SAを商用提供

ネットワークスライスを活用し安定した映像伝送を実現

「ABEMA」生中継

生配信される映像の一部を5G SAを通じて中継。他の通信に影響を受けない安定した映像伝送を実現。



製造業

- AGV (注) ロボットの自動制御
- 画像解析AIソリューション
- スマートファクトリー



超高精細8K映像の配信検証

イベントメイン会場とサテライト会場をネットワークスライスで接続し、8KVR映像をサテライト会場のビジュアルヘッドセットへ配信



注) 無人搬送車: AGV (Automated Guide Vehicle)

2. ミリ波普及の課題と解決策

諸外国のミリ波動向

諸外国においてもミリ波はスポット的活用が主なユースケース

スタジアム

多視点映像のライブ配信
AR/VRを利用した試合分析結果の可視化



- NFL決勝戦会場（米国：Verizon）
- 水原KTウィズパーク（韓国：KT）
- 北京五輪での実験（中国：中国聯通） 等

製造工場

高解像度AR/VRによる運用・保守
多数の自律走行ロボット連携による作業最小化



- GMの製造施設「Factory Zero」
（米国：Verizon）
- フラッシュメモリ製造工場
（シンガポール：Singtel） 等

医療関連施設

AR/VR遠隔治療
3D画像による医療判断支援



- 医療研究施設Ellison Institute
（米国：AT&T）
- Emoryヘルスケアイノベーションラボ
（米国：Verizon） 等

第三者（調査会社）によるミリ波利用に関する評価

- 屋外の展開はユビキタスなカバレッジではないが、トラフィックの多いエリアの容量増加に貢献：Signal Research（2022.01）
- 利用可能エリアが狭く、工場などニッチな場所で活用：EJL Wireless Research（2021.12）

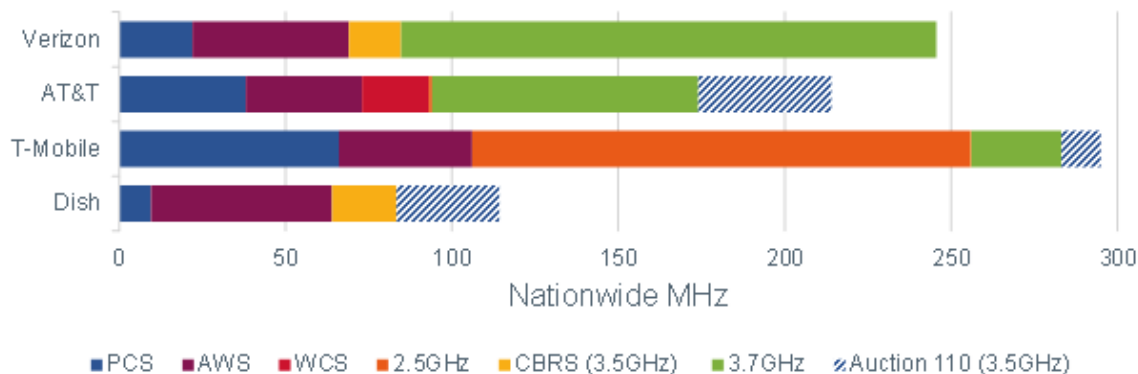
諸外国のミリ波動向

ミリ波で先行した米国では、その後 C-Bandオークションが高騰
 韓国では、2事業者がオブリゲーションに届かず、ライセンス取り消し

米国

■ Auction107(C-Band Auction) [2020年12月8日～2021年2月17日]

- 5G用周波数としてSub6が注目されオークション高騰
- 落札総額811億ドルはFCCのオークション史上最高額となり、VerizonとAT&Tが全免許の90%超を獲得。
 - Verizon : 約160MHz 4.8兆円
 - AT&T : 約80MHz 2.5兆円
 - T-Mobile : 約40MHz 1.0兆円



韓国

■ 28GHz周波数の取消

- 2022年11月18日、28GHz帯域についてSKTには利用期間の短縮（5年→4年6カ月）を、割当条件として付与した履行条件を満たせなかったKTとLGU+には28GHz帯周波数の割当取消を通知、12月23日割当取消を確定（取得に要した費用の返還は行われぬ）

帯域	28GHz（100MHz×24=2400MHz）
日程	2018年6月
周波数キャップ	1社が取得できる周波数：28GHzが1000MHzまで
カバレッジ義務	基準装置数10万のうち、3年目で15%（15,000）を設置
落札総額	SKテレコム（800MHz幅、2,073億ウォン） KT（800MHz幅、2,078億ウォン） LG U+（800MHz幅、2,072億ウォン）

日本のミリ波の割当て

2019年4月に、3.7GHz/4.5GHz帯とともに、
28GHz帯(ミリ波)が携帯事業者4社に割当てられ、2024年4月に認定期間が終了

28GHz帯 割当て済み周波数



ミリ波の対応端末

現状 ミリ波対応端末は、上位機種等の一部に限られる

機器・端末

主要な国内販売端末の5G対応状況

30

- 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	
		5G	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	○	
SAMSUNG	Galaxy S21 5G、Z Flip3 5G、A51 5G	○	
	Galaxy Z Fold3 5G、S20+ 5G	○	○
	Galaxy A52 5G	○	
	Galaxy Z Fold4	○	○
SHARP	Galaxy Z Flip4	○	○
	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	
		5G	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		
au Design project	らくらくホン F-01M		
	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		
BALMUDA	GRATINA KYF42		
motorola	BALMUDA Phone	○	
	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

(出典) 総務省：競争ルールの検証に関するWG（第36回）参考資料を基に作成

当社が販売するスマートフォン19機種のうち
ミリ波対応は5機種のみ



Google Pixel 7 Pro
by Google



Galaxy Z Fold4
SCG16 by SAMSUNG



Galaxy Z Flip4
SCG17 by SAMSUNG



XPERIA 1Ⅳ
SOG06 by Sony Corporation



Galaxy S22
SCG13 by SAMSUNG

※5Gビジネスデザインワーキンググループ（第1回）資料1-2 事務局資料 より抜粋

※2023年1月31日現在 当社HPより

対応端末普及に向けて

ミリ波対応端末（5G端末）の普及が進めば、チップコスト等も低減化
産業分野でのミリ波活用拡大も期待できる

流動性（5G移行）は停滞

端末価格上昇、割引規制(2万円まで)等で
4G移行に比べ、5G移行は停滞

構成員限り

好循環を生み出す仕組みづくり

国の施策や制度見直しによる
5G端末普及の後押しが必要

ミリ波対応端末の普及による
コスト低減化



好循環



コスト低減化による
産業分野での
ミリ波活用拡大

ミリ波のエリアと利用シーン

周波数特性上、カバレッジはミッドバンド・ローバンド上にスポット展開
トラヒック高密度エリア・ソリューション展開が現実的な利用シーン

ミリ波の特性

エリアシミュレーション



エリアマップ



利用シーン

高トラヒックエリア

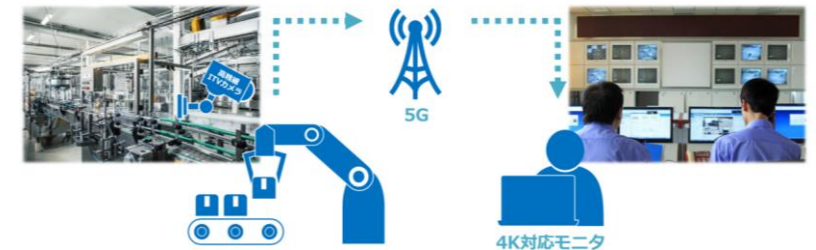
商業地域や屋内の中でも、人口が密集するスポットで活用



スタジアム・工場

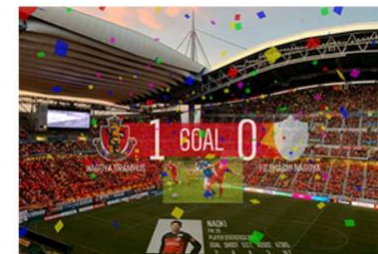
スマートファクトリー（JFEスチール様）

センサーで取得した大量のデータを一括収集。各設備を一括制御し、製造現場全体を最適化



スポーツイベントの活性化（豊田スタジアム様）

スマートグラス等を活用したスタッツ情報の表示等の新たな観戦体験を提供

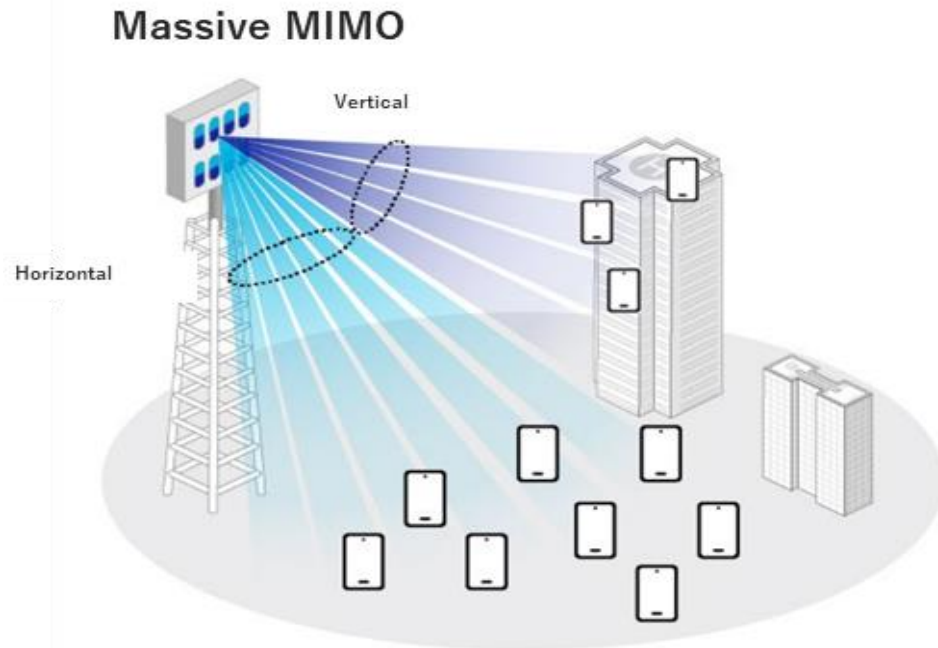


ミリ波特性の解決策

Massive MIMO・ビームフォーミングにより安定した通信環境を実現
ミリ波を一層柔軟かつ有効活用するための各種技術は、現在研究開発段階

活用中の技術

Massive MIMOやビームフォーミングを活用し
安定した通信環境を実現



研究開発中の技術

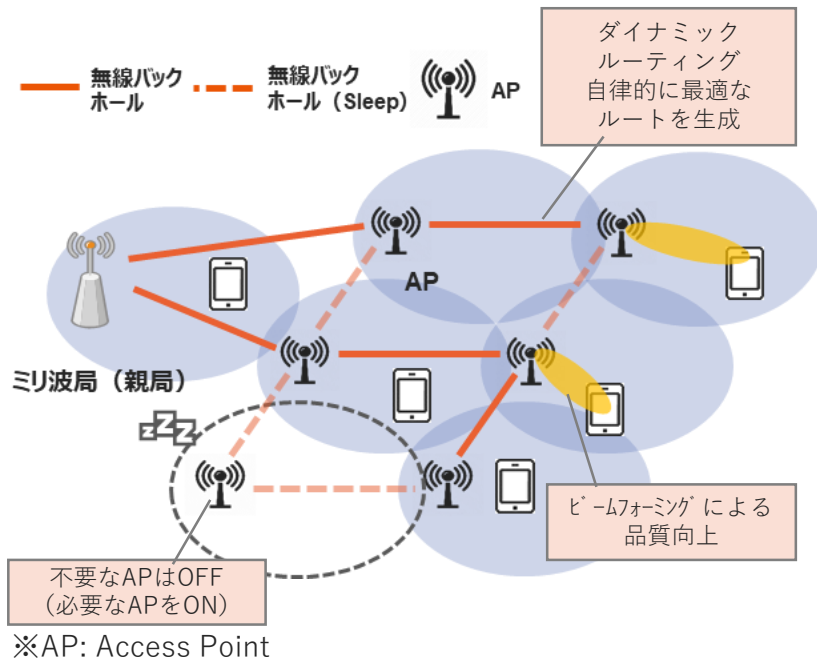
- **メッシュネットワーク**
ミリ波を中継装置のバックホールとして活用し、効率的にサービススポットを拡大
- **液晶メタサーフェス反射板**
ミリ波の電波を自由な方向へ反射し、柔軟な通信を実現
- **仮想化端末**
周辺デバイスにアンテナを分散し、上り通信の大容量化

(参考) ミリ波の普及に係る研究開発

ミリ波を活用した安定かつ柔軟な通信を実現すべく各種研究開発を推進中

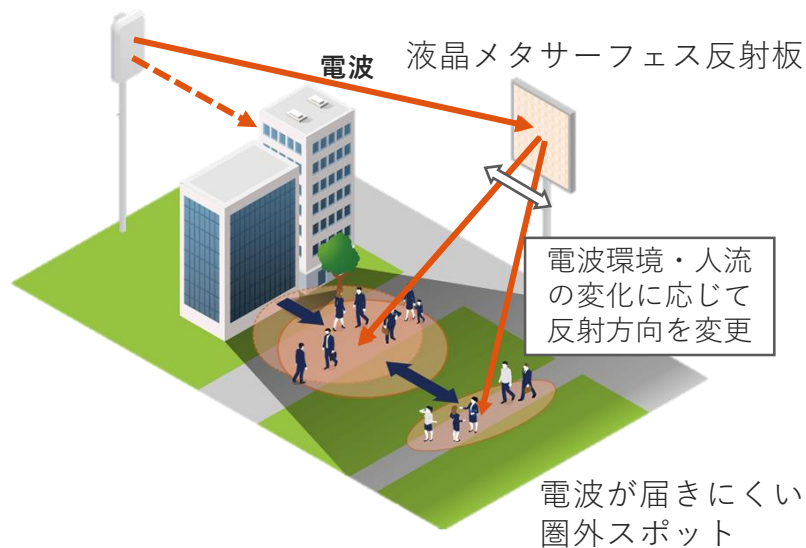
メッシュネットワーク

ミリ波を中継装置のバックホールとして活用し、効率的にサービススポットを拡大



液晶メタサーフェス反射板

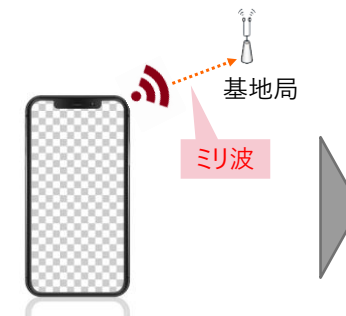
ミリ波の電波を自由な方向へ反射可能
お客さまがいる圏外スポットに合わせて電波を反射し柔軟な通信を実現



仮想化端末

身の周りの無線デバイスへアンテナを張り出し、超広帯域なテラヘルツ帯を用いて中継伝送する

これまでの端末



筐体サイズの制約により
アンテナ数が増やせない
→ULの向上に限界

※ UL : Uplink / MIMO : Multi Input Multi Output

仮想化端末



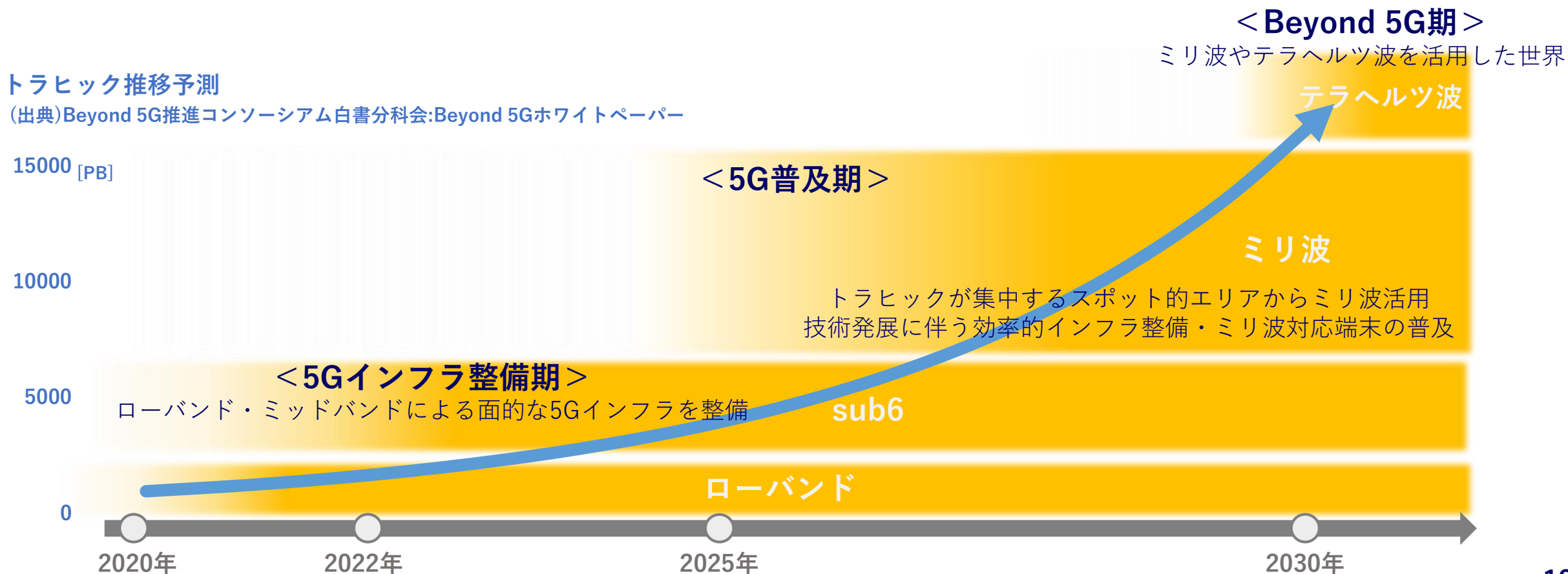
周辺デバイスにアンテナを分散し
MIMO性能向上により
ULスループットを改善

5Gネットワークの進展

今後の産業基盤となる5Gネットワーク整備は、2030年以降も続くもの
ローバンドによる4Gと同等のエリアカバレッジと共に、至近年度は sub6・ミッドバンド展開期
ミリ波の本格普及は、端末普及・技術進化とともに20年代後半から

トラフィック推移予測

(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

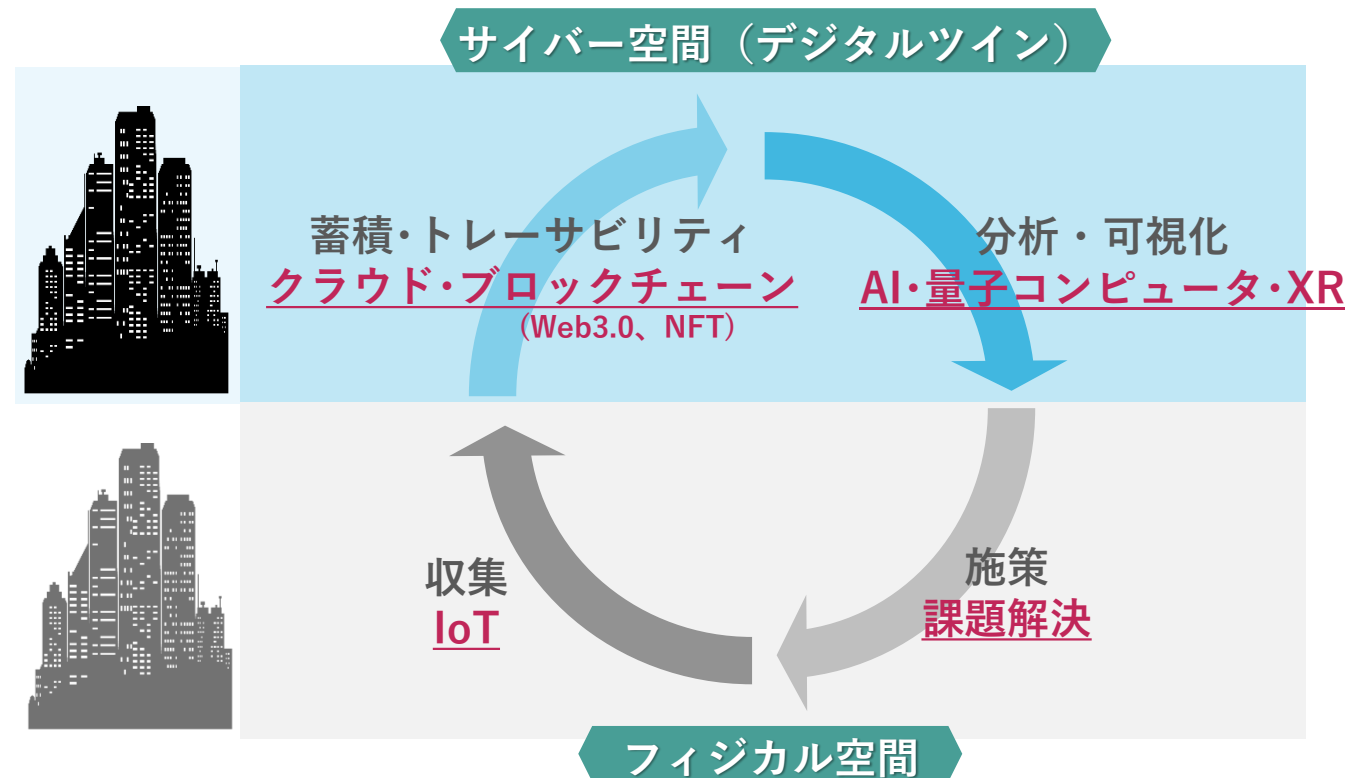
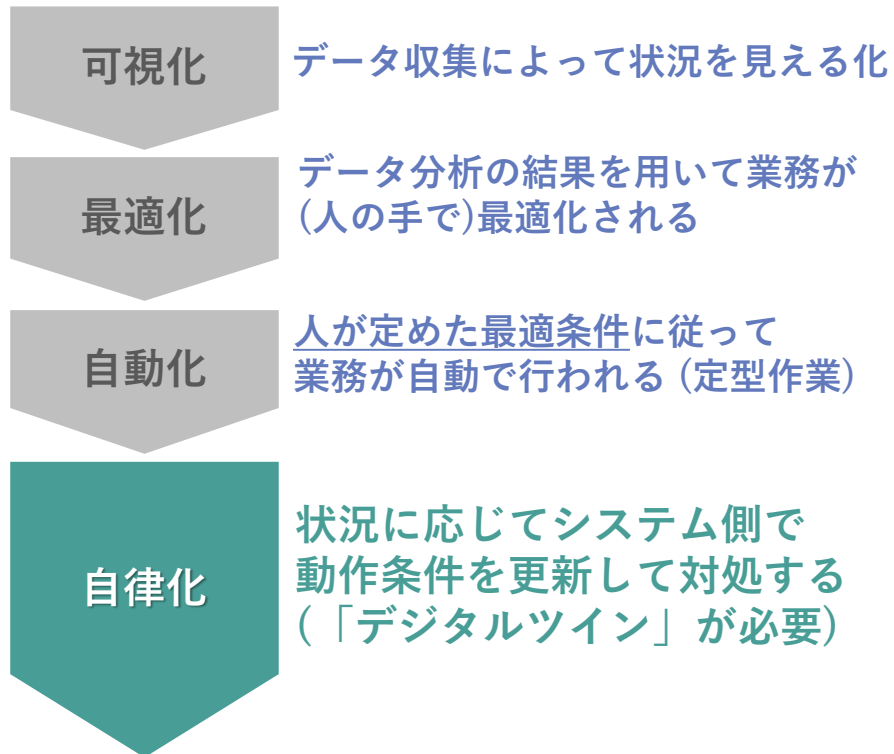


3. 5Gビジネスの今後の展望

「デジタルツイン」

人口減少傾向のなかでは「省力化」⇒「自律化」までの取組みが重要
これをフィジカル/サイバー空間の結合・高度化による「デジタルツイン」で解決

DXにおけるプロセス



本サイクルを通じてシステムが自ら判断して対処する
「自律化」の実現を目指す

都市連動型メタバースによる都市拡張

ユースケースによる使い分けを行いながら、都市機能の拡張を図る

【バーチャル渋谷】

実在都市と連携しながらも、バーチャル空間ならではの体験価値を追求し、空間内コミュニケーション活性化を目指す



実在都市と連動した空間で
バーチャルならではの体験

クリエイターエコノミーを
ベースにしたコミュニティ

将来的に融合

バーチャル店舗/試着など

観光案内・観光促進など



【デジタルツイン渋谷】

リアルを忠実に再現し、デジタルとの
双方向コミュニケーションを通じてリアルの拡張を目指す。

5G通信・5G SAを活用し
様々なパートナー企業様と
リアル⇄バーチャルの
インタラクティブ体験を創出

5G/5G SA

産業向けデジタルツイン事例

ドローンによるインフラ点検でインフラの老朽化を画像解析
重要となる改修作業の省力化・安全性向上を実現

老朽化が進むインフラ

水力発電設備



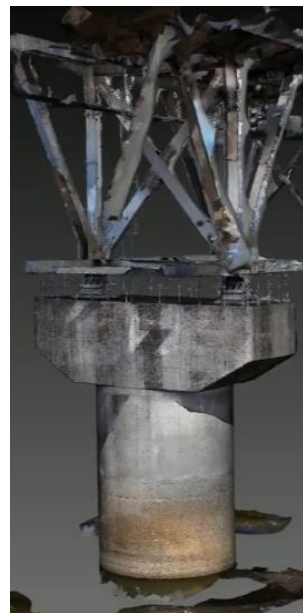
1,600超が
50年経過

風力タービン



2,500基超

橋梁



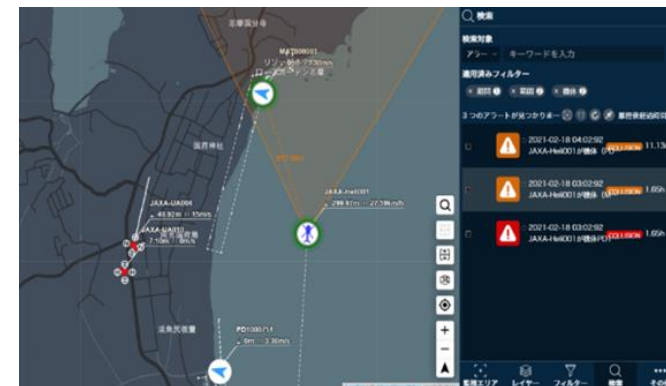
約30万橋梁が50年経過



ドローンの撮影した映像から3D画像上で
変状を確認

ドローン×運航管理システム

自動飛行にて構造物全景をモデル化



ポート付きドローン

4. 新たな周波数割当てに対する要望

条件付きオークションの適用の考え方

- 広く全国をカバーすることが求められる周波数帯（低い周波数）については、エリア整備に加え、条件不利地域の対策や災害対策の拡充などの社会的貢献を後押しする指針とした総合評価方式の適用が相応しい
- 周波数帯により実現可能な政策目的が異なることが考えられ、それに伴い「比較審査項目」の数も変動する。「比較審査項目」が少ない場合の総合評価方式は、経済的価値の評価比重が高くなることから、比較審査項目の多寡により総合評価方式・条件付きオークションを使い分けることが考えられる
- 一方、周波数の共用条件や隣接システムの状況によっては、周波数の使用制約が多く、どのように利用されるかの予測等が難しくなる場合がある。ミリ波帯やダイナミック周波数共用で運用する周波数帯等において、事業者毎に利用方針が異なることが予測される場合には、より審査項目や条件の少ない周波数割当とすることが望ましい

ミリ波の周波数割当ての考え方

- ミリ波はスタジアムや製造工場内等のスポット的な需要のあるエリアに集中的に投資するもの
- 使用区域単位の割当ては、異なる事業者が同一周波数を使用すると干渉影響の考慮が必要
- ブロックを揃えつつ、エリアごとに割り当てるなど、新たな割当て方法も考えられないか

今までの割当て

周波数単位での割当て

	全国
F1	Red
F2	Yellow
F3	Grey
F4	Pink

※全国遍くカバーが必要となり莫大な設備投資が必要

使用区域での割当て

	A	B	C	D	E	F
F1	Red	Yellow	Grey	Pink		

※異事業者が同一周波数を使用すると干渉影響の考慮が必要

新たな割当ての例

新たな割当て

	A	B	C	D	E	F
F1		Red				Red
F2			Yellow	Yellow		
F3	Grey		Grey			
F4	Pink				Pink	

※事業者は必要な使用区域のみ設備投資し、
異事業者は同一周波数の使用とならぬよう割当て時に配慮

オークション収入の使途

今後の更なるモバイル市場の発展と社会課題解決に資する活用を期待

- Beyond 5G時代の日本の国際競争力向上に向けた研究開発の推進
- デジタル田園都市国家構想実現に向けた過疎地や不感地エリアへの地方展開支援
- 強靱かつ高品質なネットワーク整備に向けた災害・事故対策費用

まとめ

- **フィジカルとサイバー空間の循環・結合により、現実社会の課題を解決するとともに、新たな仮想世界を創造し、生活圏と経済圏を世界へ広げる「デジタルツイン」**
- **「デジタルツイン」の社会基盤となる5Gネットワーク整備は、2030年以降も続く**
 - **ミリ波の本格普及期は、端末浸透・技術進化とともに今後の20年代後半から**
- **ミリ波は、利用シーンとイノベーションに応じてスポットに集中的かつ段階的に投資**
 - **新たな割当て方法と併せて、長期的視点に立った利用期間設定等の検討も重要**
- **オークション収入の用途は、今後の更なるモバイル市場の発展と社会課題解決に資する活用を期待**