

第5世代モバイル推進フォーラム(5GMF) 企画委員会 ミリ波普及推進アドホック白書2.0版概要



目的 : ミリ波帯の普及促進を図り、産業利用や社会課題の解決に貢献するとともに、新たな5G/6G周波数割当に向けた前提条件としてのミリ波普及促進を図り、日本のミリ波に関する国際的なイニシアチブを発揮すること

発足 : 2023年1月20日

参加数 : 29社 : オブザーバー 2 社含む。 同行者を含めて総勢59名

- 主な活動** :
- ・月次定期会合 : ミリ波普及に向けた議論（白書に反映） / 普及にむけたイベント参加等の準備
 - ・白書の作成 : 2023/3/31 第1.0版、2023/7/3 第2.0版を公開 : 5GMF Webサイトにて
 - ・イベントでの普及活動 : 1) ワイヤレステクノロジーパークへの参加（5/24～26 東京ビックサイト）
 - 展示 : アドホックメンバー8社によるミリ波関連の展示
 - セミナー開催 : ミリ波普及に向けた講演（5/24 東京ビックサイト展示場内）
 - 2) CEATEC2023 5GスペシャルデーV（10/18幕張メッセ国際会議場）
 - ミリ波普及推進グローバルサミット（仮）（関係者調整中）

項目	2022年度				2023年度												
	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
ミリ波普及推進アドホック会合	設立準備	△ 第1回 1/20	△ 第2回 2/21	△ 第3回 3/17	△ 第4回 4/18	△ 第5回 6/2	△ 第6回 6/26	△ 第7回 7/19	→								
イベント						▲(5/11) 5G-ACIA WS											▲(10/30-31) Global 5G Event# 10 (韓国)
							▲(5/24-26) WTP (東京ビックサイト)										▲(10/17-20) CEATEC(幕張メッセ)
白書マイルストーン				△	第1.0版(3/31)			△	第2.0版(7/3)								

白書「ミリ波普及による5Gの高度化 第2.0版」を2023年7月3日に公開（5GMF Webサイトにて）。
5GMFWebサイト：<https://5gmf.jp/news/6043/>

章立て（全83ページ）

項番	項目
-	はじめに
1	ミリ波の必要性の明確化
2	国内外の動向
3	ミリ波普及の課題
4	ミリ波技術概要
5	性能評価
6	ミリ波導入シナリオ
7	ローカル5Gとの親和性
8	ミリ波ユースケース
9	ミリ波普及に向けた既存のソリューション
10	ミリ波ビジネス展望
-	おわりに

1.0版からの主な変更点

- 最新情報の追加
- 図の追加などによる読みやすさ改善
- 他の5G関連活動文献(e.g. 5GビジネスデザインWG報告書)内容の盛り込み
- 10章 ミリ波ビジネス展望の新規追加



- ミリ波の必要性について、以下の5つの観点から明確化
 - 将来のトラフィック増加に対する周波数リソース確保
 - 将来の高速大容量・低遅延サービスへの対応
 - 経済性、エネルギー効率
 - 新たなユースケース開拓
 - 将来の追加周波数割り当てへの足掛かり

移動通信トラフィックの推移

○ 月間平均トラフィック、最繁時トラフィック、1契約あたり平均トラフィックは増加傾向

- ・ 月間平均トラフィックは 1年で約1.2倍 (+22.6%)、3年で約1.8倍 (+84.4%) に増加
- ・ 最繁時トラフィックは 1年で約1.2倍 (+22.1%)、3年で約1.8倍 (+82.7%) に増加
- ・ 1契約あたり平均トラフィック 1年で約1.2倍 (+18.2%)、3年で約1.6倍 (+63.0%) に増加

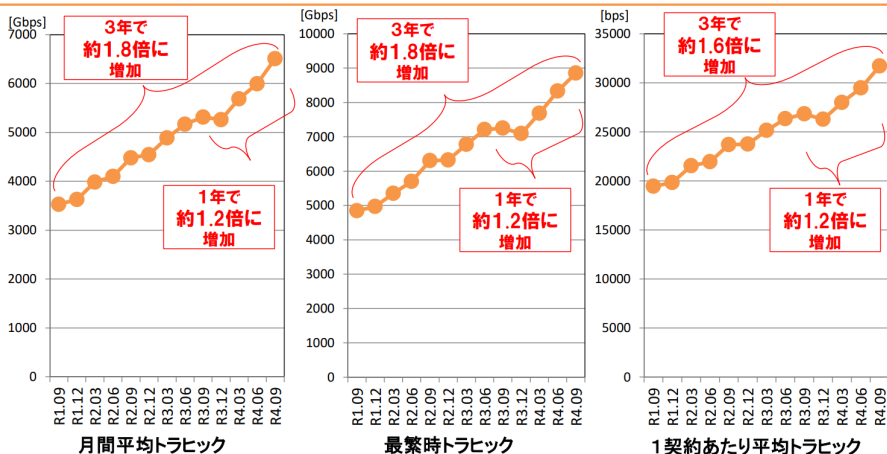


Fig. 1-1 移動通信トラフィックの推移

総務省 情報通信統計データベース

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/data/gt010602.pdf>

Figure ii: Expected amount of mmWave spectrum needed per market by 2030

Source: GSMA Intelligence

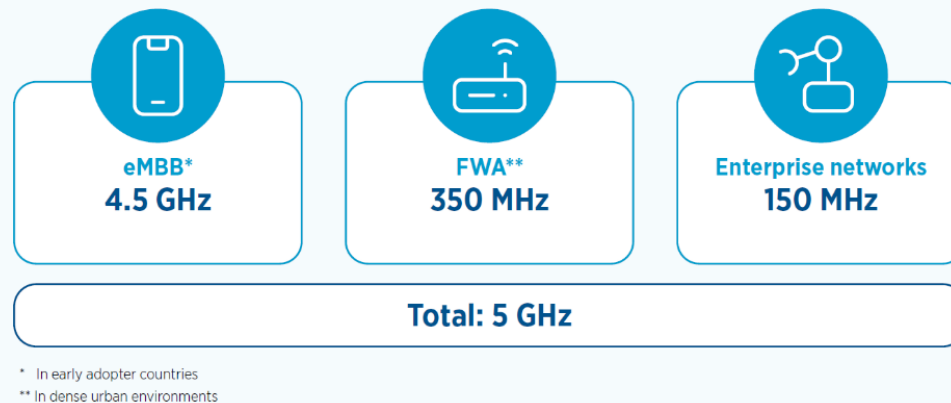


Fig. 1-2 2030年までのミリ波周波数需要予測

GSMA Vision 2030: mmWave Spectrum Needs, Full Report

<https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2022/06/5G-mmWave-Spectrum.pdf>

2. 国内外の動向

- 5Gサービスは世界各国においてサービスが進展する一方、ミリ波に関しては、周波数の割当は進展しつつも限定的な利用にとどまっている
- 国内および海外のミリ波の動向として、以下の観点でとりまとめ
 - 周波数割り当て
 - 商用化サービス等の開始状況
 - ミリ波対応端末状況
 - 3GPP標準化動向



Fig. 2-1 5Gミリ波周波数割当と商用化の状況(2022年11月時点)
 クアルコムジャパン, 5GビジネスデザインWG第2回会合クアルコム資料.
https://www.soumu.go.jp/main_content/000860192.pdf

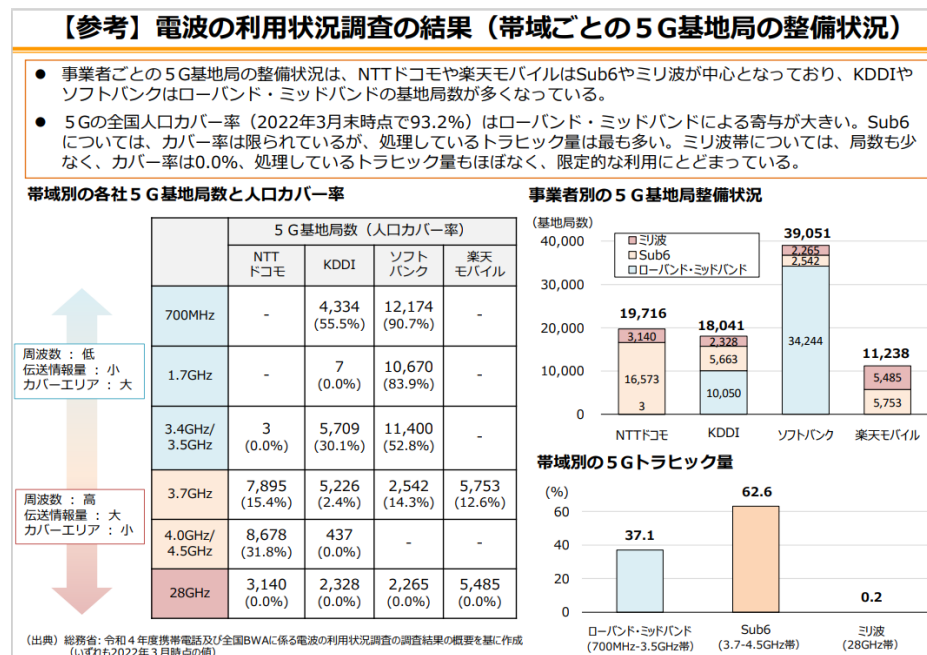


Fig. 2-4 電波の利用状況調査の結果(帯域ごとの5G基地局の整備状況)
 総務省, 5Gビジネスデザインワーキンググループ(第3回)配布資料.
https://www.soumu.go.jp/main_content/000860636.pdf

- 現在、5Gのエリアは主にローバンド、ミッドバンドおよびsub6を中心に展開されており、ミリ波のトラヒック収容比率は極めて低い
- ミリ波の状況を改善する上での課題として、以下の4つの観点で分析しつつ、全てが相互に関連し、現状は負の連鎖を生じていることを解説
 - ミリ波導入エリア
 - ミリ波対応基地局装置
 - ミリ波対応端末
 - ミリ波ユースケース

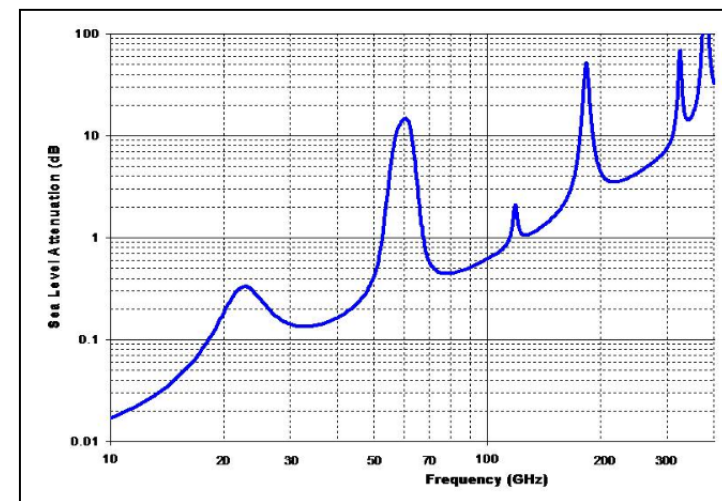


Fig. 3-1 Atmospheric and molecular absorption

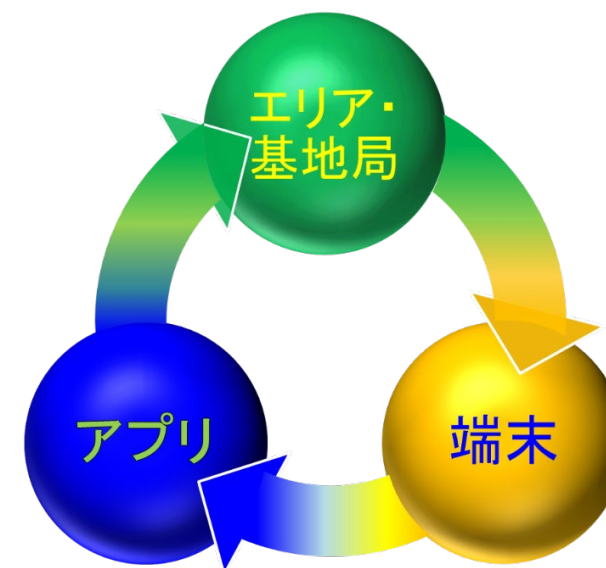


Fig3-3 ミリ波普及課題の相互相関と正の連鎖

- 3章で述べたミリ波普及の課題を解決するために有効と考えられる技術や、3GPP等の標準化において仕様化または仕様化が検討されているミリ波に関連した技術について、下図の通り分類し網羅的に紹介

ビームフォーミング技術

伝搬ロスが大きくなり
増幅器の出力や効率が
低くなる課題を解決

MIMO技術

ミリ波の直進性や
遮蔽ロスによる電波伝搬
の課題を解決するとともに
空間多重を活用

トポロジー改善技術

電波の直進性が強く
遮蔽物の陰への回り込み
が小さいことによるカバ
レッジの課題を解決

ミリ波デバイス技術

周波数が高くなるほど
増幅器の出力や効率が
低くなる課題を解決

インフラシェアリング

カバレッジが狭いため
基地局設置数が多くな
りインフラコストが増大
する課題を解決

ミリ波キャリアアグリゲーション

複数キャリアを柔軟に
利用することで、広帯
域信号の消費電力増
大の課題を解決

sub6+ミリ波デュアルコネクティビティ

カバレッジが狭く
遮蔽ロスの影響で
ミリ波の通信が安定し
ない課題を解決

High-Power UE

下りリンクと上りリンクの
カバレッジがアンバラ
ンスになる課題を解決

- 5Gミリ波を用いた具体的な実験・測定結果として、ミリ波が屋内および屋外で非常に高いスループットおよび遅延性能を達成でき、屋内では見通し外であっても十分活用できることを以下の通り解説
 - 5Gミリ波のスループットと遅延性能の測定（一対一通信・理想環境）
 - ・ 低い受信電力の環境であっても1Gbps以上のスループットを得ることができ、かつ7ms以下のPing RTTを維持
 - 5Gミリ波の屋内環境測定
 - ・ 基地局近傍で高いスループットを得られるのはもちろん、柱による遮蔽が存在する場所であっても基地局近傍と大きく変わらないスループットを達成
 - 5Gミリ波の屋外環境測定
 - ・ 100m程度の範囲でミリ波通信可能なエリアを形成
 - ・ ミリ波を用いることで下りリンクスループットは最大で約2Gbps、平均でも約1Gbpsを達成。概ねSub6と比べて4倍程度、LTEと比べて10倍程度のスループット。
 - 5Gミリ波の課題とその解決策
 - ・ 中継器、RIS、そして誘電体導波路の応用といった研究開発の取り組み

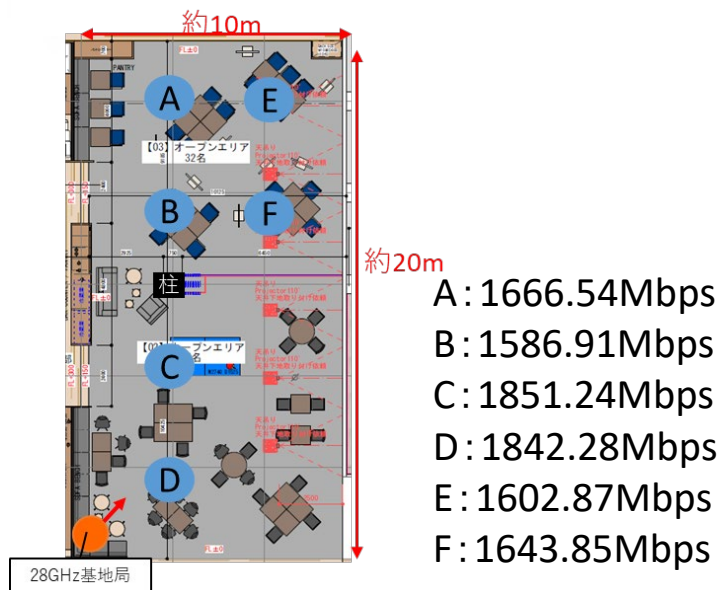


Fig. 5-4 5Gミリ波スループットの屋内測定

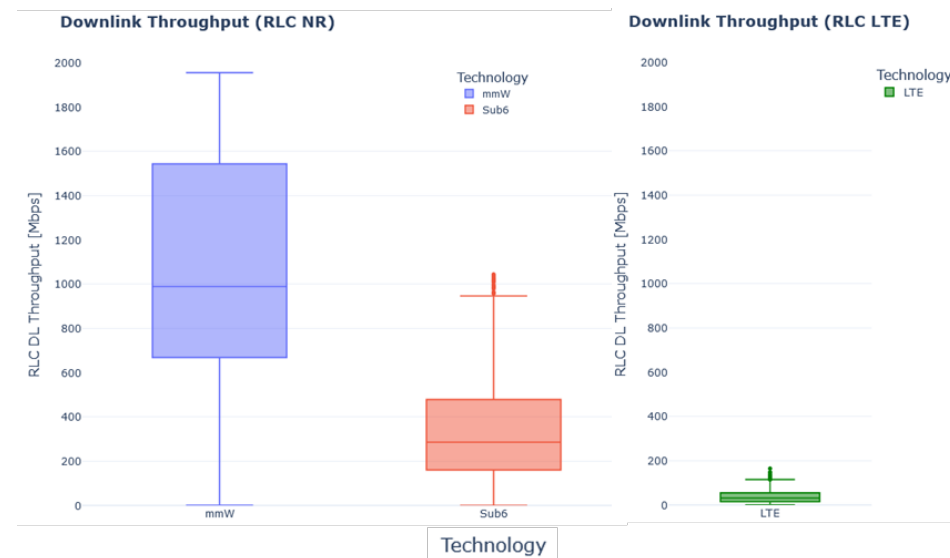


Fig. 5-8 屋外における5Gミリ波下りリンクスループット移動測定

- ミリ波は特に高い周波数帯であるため、その特徴を生かした使い方をすることが重要
- 大きな伝搬ロスによりセル半径は比較的小さくなるため、狭域・閉域での用途が有効
- 周波数帯域幅が大きいことによる高速大容量性は、トラヒックの多い場所や高速サービスの提供が求められる場所で有効
- これらの特徴を踏まえ、以下の具体的なミリ波導入シナリオを列挙
 - 1) ホットスポット、スタジアム、イベント会場
 - 2) オフィス、屋内
 - 3) プライベートNW／ローカル5G
 - 4) 都市部の歩道、道路や交差点
 - 5) FWA

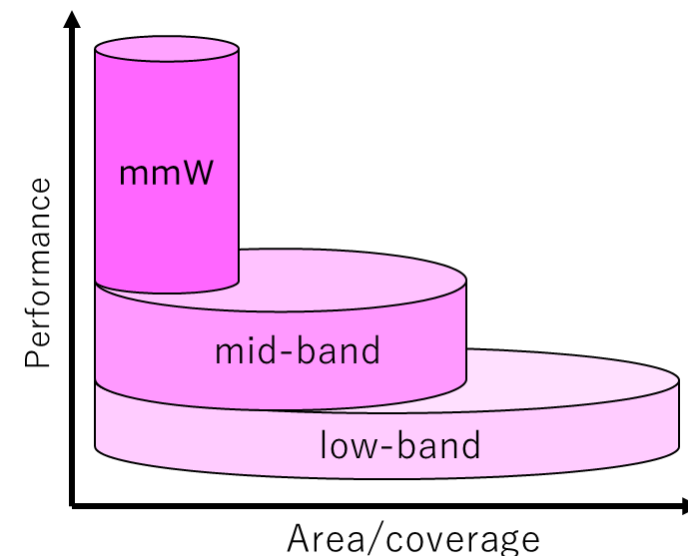


Fig. 6-1 周波数帯の使い分けイメージ

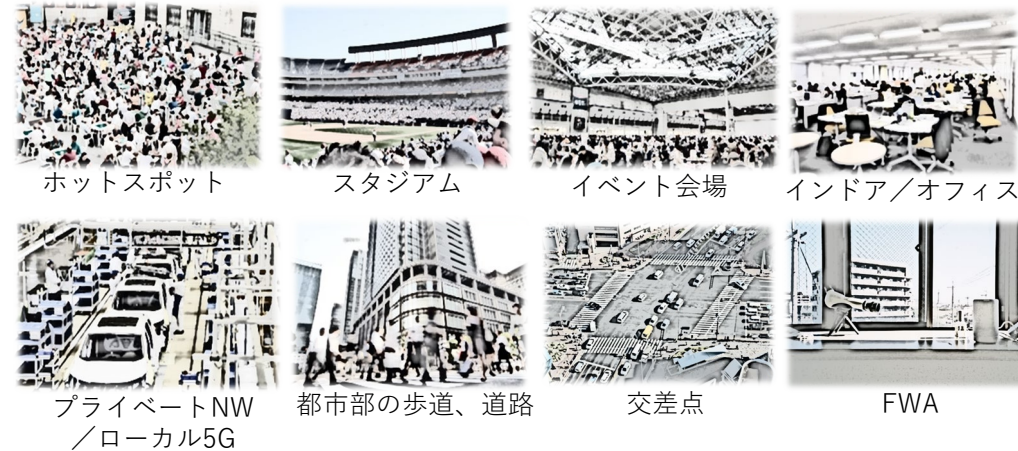


Fig. 6-2 ミリ波導入シナリオ例

- ローカル5Gでは比較的狭いエリアで、多数の端末が同時に密に使われることも想定されることから、超広帯域が扱えるミリ波はローカル5Gとの親和性が非常に高い
- ローカル5Gの経緯や普及状況とともにミリ波の活用が限定的である状況とその課題を述べる一方で、ローカル5Gでのミリ波活用の有効性として以下の観点で解説
 - エリア規模と電波特性
 - 通信容量と通信需要
 - システム規模の観点(超低遅延)

ミリ波とsub6の使い分けや組合せの有用性も併せて説明



Fig. 7-4 “街なか”等の様々な場所で多様な活用が期待されるローカル5Gのイメージ

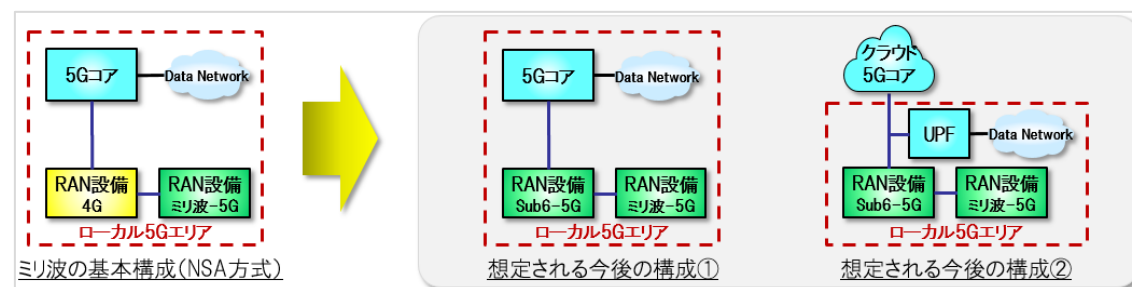


Fig. 7.6 ローカル5Gのミリ波におけるシステム構成例

- 以下の3つのカテゴリに分け、現在既にミリ波を使って商用導入されているものや実証実験されているものだけでなく、将来ミリ波を使うことが有効と考えられる具体的なミリ波を活用したユースケースを解説
 - 人の集まるスタジアムなどの施設での大容量高速化(eMBB)
 - NFL決勝戦での限定体験
 - サッカーにおける新たな観戦体験
 - 劇場での限定体験
 - ARグラス向け個別最適サイネージ
 - FWAによるFTTH代替
 - 都市部等でモバイル向けに整備された3.7GHz、28GHz、39GHzの5Gネットワークを活用したFTTHの代替
 - ルーラル地域におけるデジタルデバイド解消
 - 法人専用ネットワーク
 - 製造業: 遠隔地から機械の故障箇所を共有、フラッシュメモリ製造工場での品質管理、etc
 - 自動車: 自動運転への活用
 - 医療: 医療研究施設への導入、病院間で高精細映像を伝送、除菌作業をロボットが代替
 - メディア: 可搬型高品質映像伝送装置による報道・スポーツ中継
- 将来的には、ミリ波の活用だけでなく、SA化、ネットワークスライシング、MECといった技術の導入に加えて、AIやXRやメタバース等といった様々な要素も組み合わせたトータルでのユースケースを生み出していくことが期待される



図3 スマートグラス及び体験イメージ

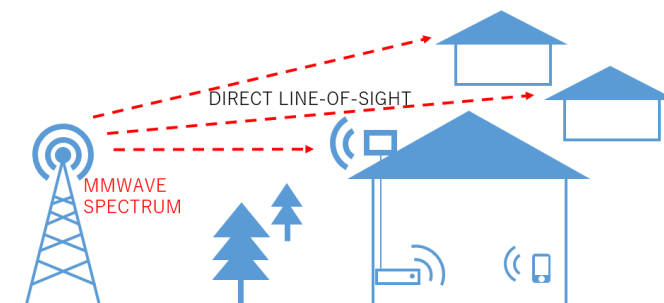


図5 FWA提供イメージ



図6 遠隔作業支援のイメージ

- ミリ波の普及を推進する上では、ネットワークを構成する機器、その機器を開発・製造するにあたってデバイス、測定器が十分調達可能な状況であることが重要
- 端末、基地局、アンテナ、測定器等のソリューションについて実例をもとに紹介
- 付録として、「ミリ波普及に向けた既存のソリューション 参考情報リンク一覧」を掲載。ソリューションを提供している各社の情報を参照可能とした



Fig. 9-1 ミリ波対応CPE(ノキア製)



Fig. 9-2 ミリ波に対応した高画質の映像伝送に対応するスマートフォン(Sony製)



Fig. 9-3 ミリ波RUの外観 (NEC製、富士通製)

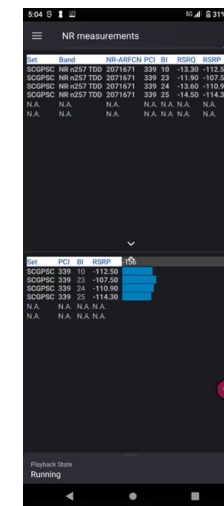


Fig. 9-7 Nemo Handy 市販スマホ上でFR2モニタ例 (Keysight提供)



Fig 9-8 ネットワーク敷設・メンテナンステストツール及びネットワークパフォーマンス・キャパシティテスター (VIAVI製)



Fig. 9-9 ミリ波レピーター (DXアンテナ製)

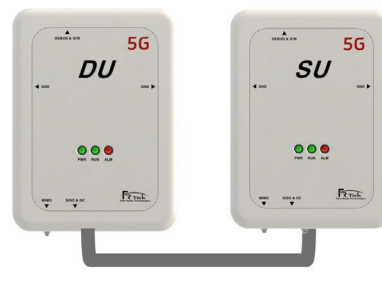


Fig. 9-10 ドナーユニットとサービスユニットの2つの筐体で構成されるミリ波レピーター (FR-Tech製)



Fig. 9-4 L-shape Antenna Array Integrated Module (村田製作所製)



Fig. 9-6 グローバルミリ波バンド対応アンテナモジュール (24-29 GHz & 39-41 GHz) (クアルコム製)

- ミリ波に対応するソリューションは整いつつあり、これらを活用した5Gの発展が望まれるが、ミリ波の普及が進まない負のスパイラルから、どのように正のスパイラルに変換していくかが今後のビジネス展望の鍵
- 以下の観点で、正のスパイラルに変換していくための取り組みとして考えられるものをまとめた
 - エリア展開
 - sub6-ミリ波 NR-DC、インフラシェアリング、条件不利地域での補助金支援、中継局や高出力 端末等の制度整備、免許手続の迅速・簡素化、ローカル5G向けミリ波+SA実装
 - 他業界への5G/ミリ波の訴求活動とサポート
 - 他業界に対する5G/ミリ波の有効性やユースケース等を訴求する活動とシステム導入のサポート、協調領域として移動通信関係省庁、企業、団体に協力して対応
 - ミリ波普及推進の場の提供
 - ミリ波の実力を実験、実証できる場を準備しオープンイノベーションを促進する場を提供。あらゆる業界の企業・団体やアカデミアが自由かつ無償で参加可能とし、協調領域として運営
 - 一般ユーザー向け、コンシューマーサービス開発者向け、ローカル5G開発者向け、
 - 5Gワイヤレス人材育成
 - 5G/ミリ波提供する側の人材育成とともに、使う側の人材育成。ユーザー、企業、大学等をつなぎ、組み合わせることのできる人材の育成・確保

- 5GMFのホームページに第2.0版を7/3に公開
- 今後も引き続き、白書内容の訴求活動含め、国内外でのミリ波普及推進活動を実施
 - ミリ波メディアを開設予定
 - 国内の関係業界・学会に対して、白書ツールを利用し、ワークショップや講演等を実施予定および計画中
 - 欧州、米国、アジア等の海外イベントへの参加・講演、日本での国際カンファレンスの開催等を通じて、グローバルにステークホルダとの連携・協力を推進
 - 2.0版で新規追加したビジネス展望に即した、具体的なミリ波普及推進活動を企画し、実施