

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の活動について



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 : 26社 : オブザーバー 1 社含む。 同行者を含めて総勢46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	→ 月次開催											
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 四半期毎に改版				△ 第1版			△ 第2版			△ 第3版							

白書「ミリ波普及による5Gの高度化 第1.0版」を2023年3月31日に公開（5GMF Webサイトにて）。
5GMFWebサイト：<https://5gmf.jp/news/5949/>

章立て（全63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
-	おわりに

白書



- 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

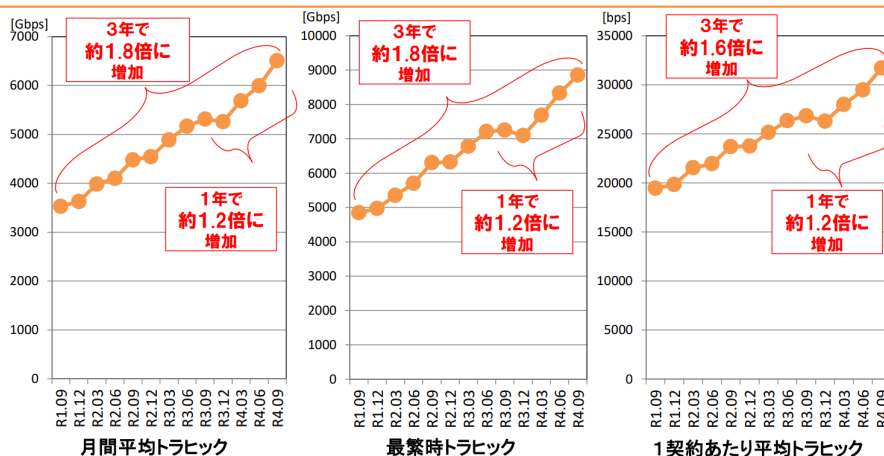


Fig. 1-1 移動通信トラフィックの推移

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

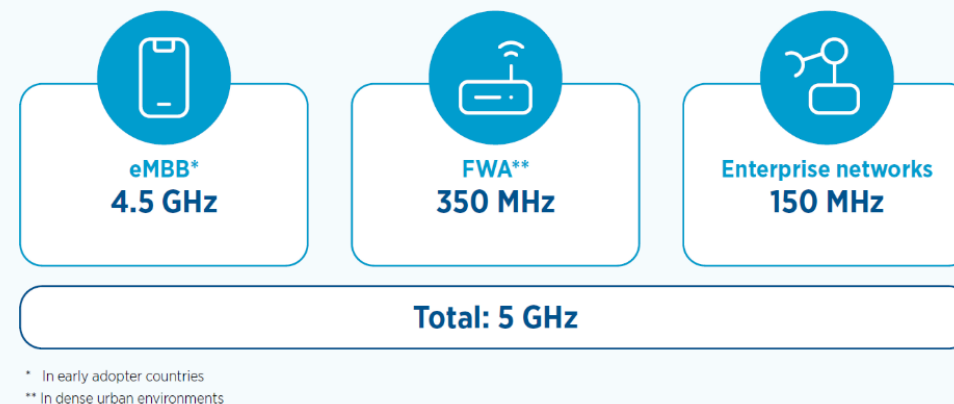


Fig. 1-2 2030年までのミリ波周波数需要予測

GSMA Vision 2030: mmWave Spectrum Needs, Full Report

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

5G MIF 白書概要 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

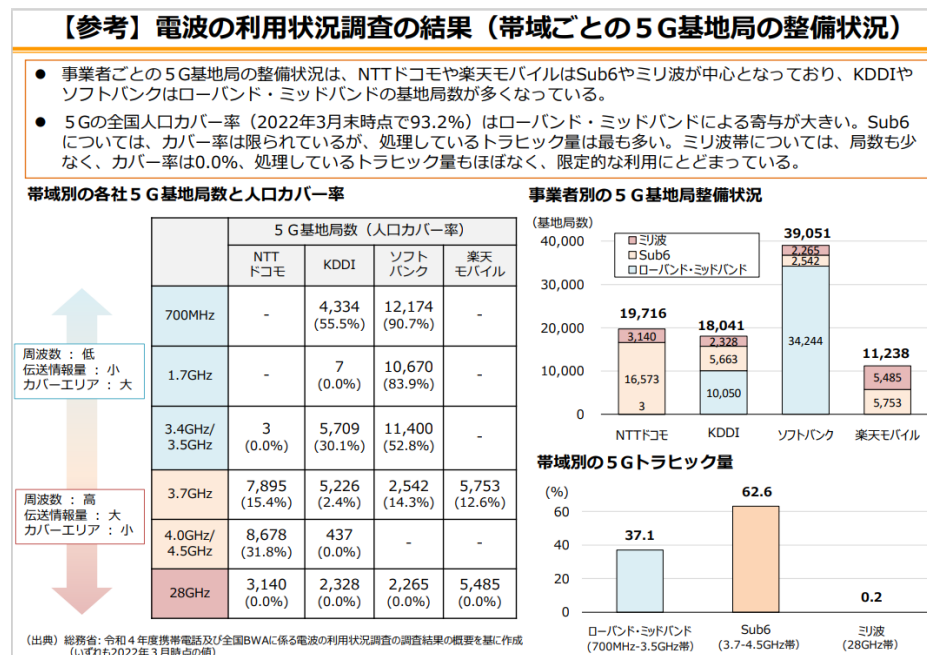


Fig. 2-4 電波の利用状況調査の結果(帯域ごとの5G基地局の整備状況)
 総務省, 5Gビジネスデザインワーキンググループ(第3回)配布資料。
https://www.soumu.go.jp/main_content/000860636.pdf

- 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

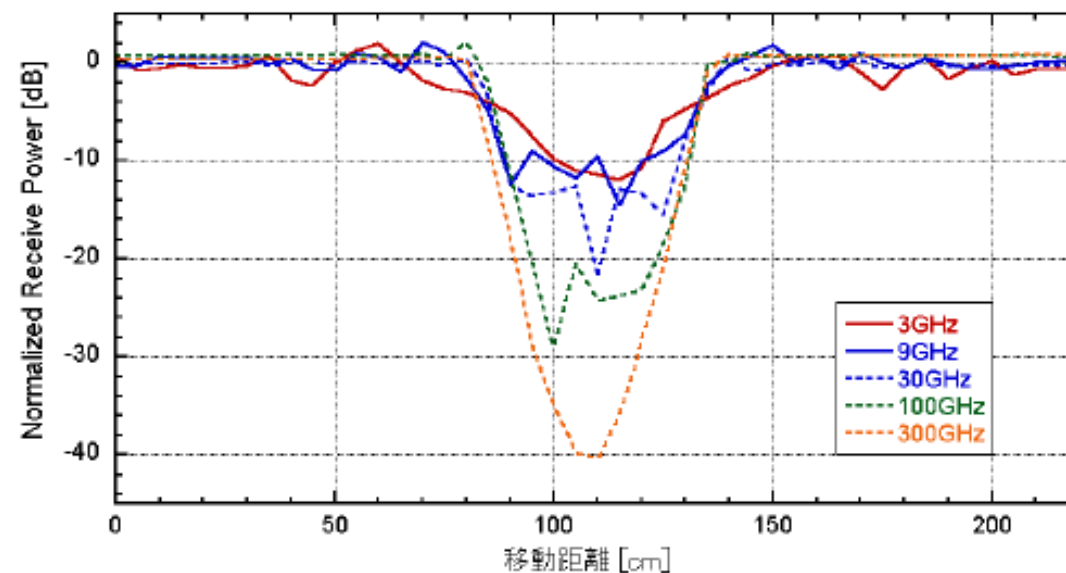


Fig. 3-1 遮蔽ロスの測定結果例

豊竹和孝, 他, “テラヘルツ帯における人体遮蔽損失,” 信学総大, B-1-5, Mar. 2022.

- 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、以下の通り分類し網羅的に紹介
- ビームフォーミング技術
 - MIMO技術
 - トポロジー改善技術
 - ミリ波デバイス技術
 - インフラシェアリング
 - ミリ波キャリアアグリゲーション(CA)
 - sub6+ミリ波デュアルコネクティビティ(DC)
 - High-Power UE (HPUE)

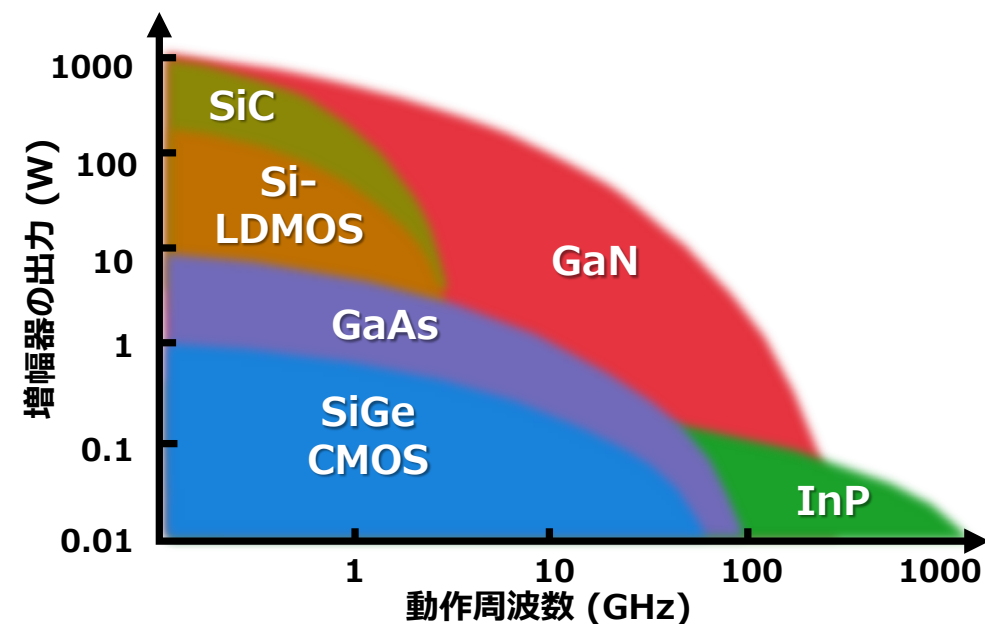


Fig. 4-1 周波数と増幅器出力の関係

- 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
- 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

図9. アップリンク方向における5Gミリ波スループット結果



データ: シグナルズ・リサーチ・グループ

Fig. 5-5 屋外における5Gミリ波上りリンクスループット定点測定

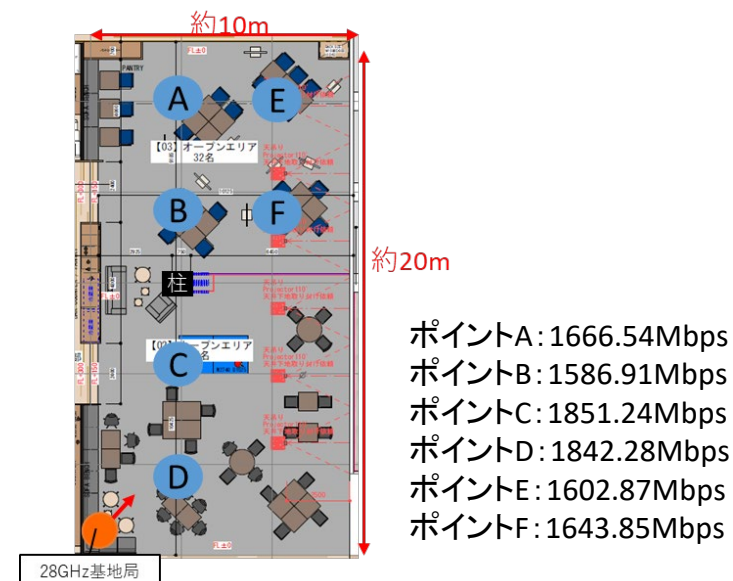


Fig. 5-3 5Gミリ波スループットの屋内測定

- 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

- 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.7.3-1 “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

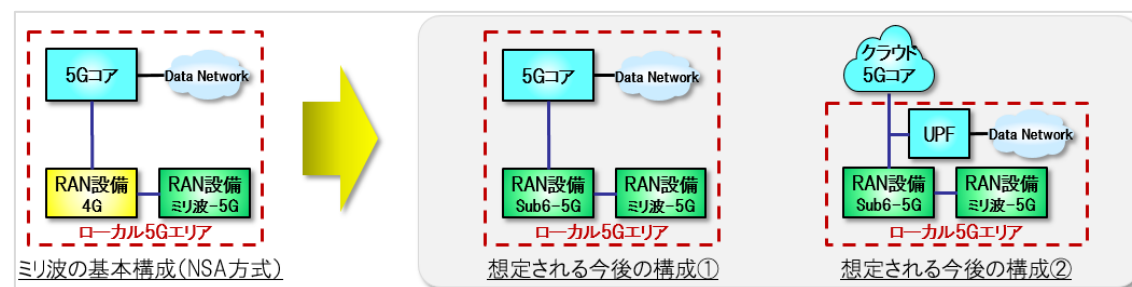


Fig. 7.3-3 ローカル5Gのミリ波におけるシステム構成例

- ミリ波普及にはミリ波の高速大容量、低遅延性を生かすことができるユースケースを明確にすることが重要
- 現状の多くのユースケースはsub6の性能でも満足できる状況であるが、今後のユースケースの高品質化等により、ミリ波の高速・大容量、低遅延の高い性能を求めるユースケースになり得る
- 以下の通り3つのカテゴリに分け、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個所を共有、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

- 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

付録（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）

端末ソリューション例

<https://www.qualcomm.com/products/technology/modems/snapdragon-x65-5g-modem-rf-system>
<https://www.qualcomm.com/products/technology/modems/snapdragon-x70-modem-rf-system>
<https://www.qualcomm.com/products/technology/modems/snapdragon-x75-5g-modem-rf-system>

基地局ソリューション例

<https://www.fujitsu.com/global/products/network/solutions/5gran/>
https://jpn.nec.com/nsp/5g_vision/oran.html
<https://jpn.nec.com/nsp/5g/local5g/product.html>
<https://www.nokia.com/networks/mobile-networks/airscale-radio-access/mmwave-radio/>
<https://www.nokia.com/blog/nokia-fixes-mmwave-wireless-access/>
<https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2021/06/08/nokia-qualcomm-and-uscellular-hit-extended-range-5g-world-record-over-mmwave/>
<https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2021/10/12/nokia-gives-fixed-wireless-access-a-boost-by-enabling-5g-mmwave-indoor-installations/>
<https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2022/06/21/nokia-and-elisa-achieve-over-2-gbps-5g-coverage-in-urban-areas/>

アンテナ・デバイスソリューション例

https://jpn.nec.com/press/201906/20190603_01.html
<https://www.qualcomm.com/products/technology/modems/rf/qtm545>

測定器ソリューション例

<https://www.viavisolutions.com/ja-jp/products/oneadvisor-800-wireless-platform>
<https://www.viavisolutions.com/ja-jp/node/60033>
<https://www.viavisolutions.com/ja-jp/products/tmlite-network-tester#overview>
<https://www.keysight.com/jp/ja/product/S8711A/s8711a-uxm-5g-test-application.html>
<https://www.keysight.com/jp/ja/product/NTH00000B/nemo-handheld-measurement-solution.html>
<https://www.keysight.com/us/en/cmp/user-case/5g-field-interference-hunting.html>

1. 白書利用のための作業: ツール作成、5GMFのホームページに公開

- 1) 白書英語版(4月末)、2) プレゼン用要約版(5月中旬)、3) 第2版: ビジネス関連の追記(6月or7月)

※本WGの構成員・関係者の方々からご意見、ご感想、ご要望、情報提供を頂きたい。

2. 国内の関係業界・学会等と情報共有

- 1) 必要性: 5G導入による事業拡大を図る企業や学会での研究開発に取り組む方々と情報の共有を図り、具体的な行動に結びつけること

- 2) 取組策: 各種イベント等におい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
5月: WTP(ワイヤレステクノロジーパーク)、6月: Interop Tokyo、9月: IEICEソサイエティ大会、10月: CEATEC、3月: IEICE総合大会

3. 海外の団体や有力企業との連携構築のためのグローバルな情報発信

- 1) 必要性: ミリ波普及はグローバルな課題であり、各国・地域の特性を踏まえた議論が必要
日本のイニシアティブを鮮明にするとともに、具体的な行動に結びつけること

- 2) 取組策: 欧州、米国、アジア等における各種海外イベント等への参加や講演、日本での国際カンファレンスの開催等を検討

