



技術解説書

続・5G時代の通信技術 ポイント図解

～簡単・早わかり～



モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
ワイヤレスシステム活用委員会
2022年3月

3 密を避けてのネットワーク活用サービス時代

ネットワークの基本技術を理解し
有効活用するための一助にご利用下さい。

はじめに

直感的に5G時代の通信技術ポイントが伝わるように「5G時代の通信技術ポイント図解」を2020年に本委員会で作成しました。本誌はその続編となります。

技術の進歩は非常に早く、前回の説明ポイントに加えて理解すべき点を、図解で整理します。

新しく説明するポイントも、一見なんだかイメージしづらい用語もありますが、この図解をみてもらったあと、こんなイメージなんだという感覚を持ってもらえるようになっていただけたらと思います。

さらに、そのような通信技術の感覚をもって、コロナを経た時代への通信を介したサービス検討に至っていただければ幸いです。

MCPC ワイヤレスシステム委員会 委員長
小林 佳和



目次

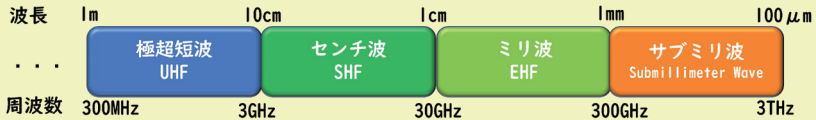
1. 電波の特性	3
(周波数と波長)	
2. 移動通信システムはモバイル /Wi-Fi ともに発展	4
(5 Gから6 G,Wi-Fi 6から Wi-Fi 7へ)	
3. 通信帯域の対応	5
(それぞれのバンドを有効活用)	
4. 基地局アンテナのオープン化技術	6
(メーカー毎の専用から汎用も使える技術へ)	
5. バンド幅利用	7
(複数のバンド単独とその組み合わせ)	
6. シェアリング	8
(カーシェアリングとインフラシェアリング)	
7. モバイルと Wi-Fi	9
(5 G+Wi-Fi)	
8. 5 Gの高速大容量 / 高信頼低遅延 / 多数同時接続	10
(Beyond 5 G/6 G Wi-Fi 7の議論)	
9. タイミング合わせ	11
(同期)	
10. 端末の活用	12
(仮想空間・メタバース含めた連携)	

1. 電波の特性 (周波数と波長)

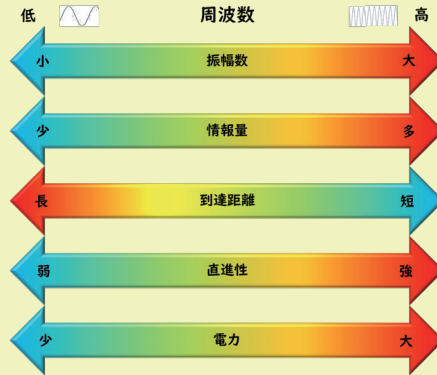
周波数の高低で、到達距離/直進性などが変化します。



波長(センチ, ミリ等)に対応して周波数帯に名前が付く



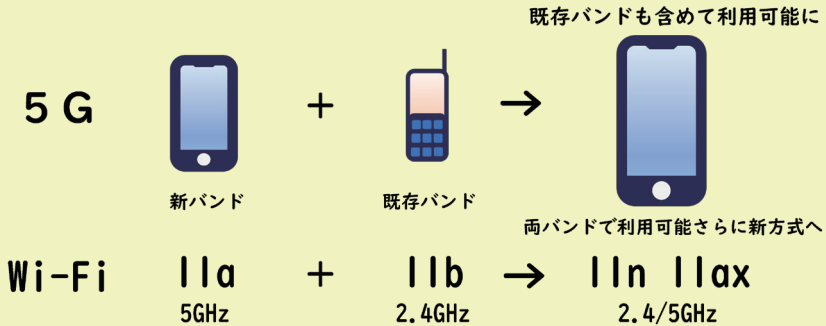
周波数の高低で、電波の特性が変化します。



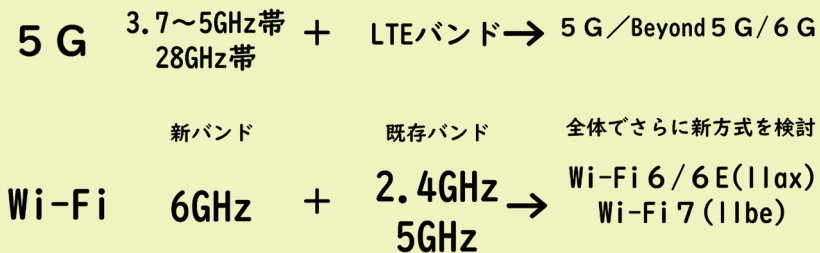
5G時代の無線通信技術は、モバイル5G(第5世代)/Wi-Fi6のいずれも従来より高い周波数も使えるように工夫されています。高い周波数では、電力がより必要となり到達距離が短くなるなどの課題を乗り越えて、直進性を生かした干渉の有効活用や情報量が多くなるなどの利点があります。5G用の新バンドはセンチ波、3Gなどのバンドは極超短波に属し、それがセンチ波、さらにミリ波へと広がろうとしています。Wi-Fiも2.4GHz帯の極超短波から、センチ波の5GHz帯さらにその上と拡充してきています。

2. 移動通信システムはモバイル / Wi-Fi ともに発展 (5 Gから6 G, Wi-Fi 6から Wi-Fi 7へ)

既存バンドに新しいバンドが追加される形で発展しています。



今後もさらに新しいバンドを含めて発展していきます。



モバイル通信 / 無線 LAN ともに新バンドが追加される一方で、既存バンドでも新方式が使えるように発展しています。

モバイルでの次世代6 Gや無線 LAN の次世代 Wi-Fi 7でも今までと同様に、利用できるようなったバンド全体での新方式の対応が可能となるような検討が進んでいます。

3. 通信帯域の対応 (それぞれのバンドを有効活用)

自動車を例にすると、フラグシップモデル※も量産型もいずれも重要です。

フラグシップモデル
最先端機能搭載



量産モデル
リーズナブル化

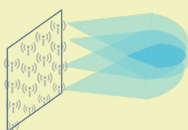


※ここでは最新技術がもちいられた製品の意



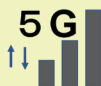
モバイルでは新バンドもLTEバンドもそれぞれ重要な役割となります。

5G用新バンドは直進性からのビームフォーミングなどの最先端機能を実装→フラグシップモデル



直進性を生かした干渉の有効活用

LTEバンドは5Gの利用エリア拡大に重要→量産モデル



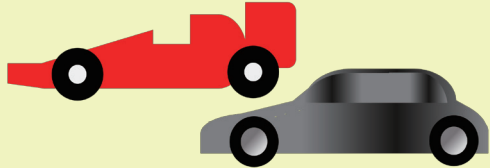
5G通信の地域拡大にLTEバンド(帯域：低、距離：長)は重要

5Gでの新しい通信方式は、NR(New Radio：ニューレディオ)と呼ばれます。その効果は5G用新バンドで検証され、「高速大容量、高信頼低遅延、多数同時接続」から必要な機能を選択して、最先端機能の実装を目指します。またその開発は、LTEバンドなどの既存の技術へも貢献します。したがって、フラグシップモデルも量産モデルの開発と同様に非常に重要です。

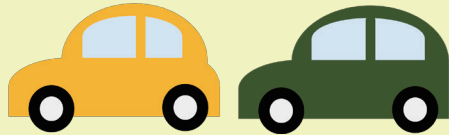
4. 基地局アンテナのオープン化技術 (メーカー毎の専用から汎用も使える技術へ)

自動車のタイヤを例にすると多数の種類が存在します。

専用の高価なタイヤ
↓
メーカー独自仕様

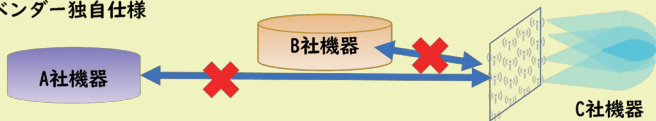


量産効果のある安価なタイヤ
↓
汎用性のある仕様

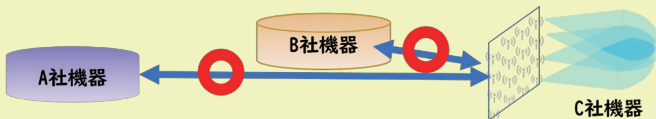


モバイルでは、5GさらにはBeyond 5G/6Gに向けて基地局アンテナ技術のオープン化が期待されています。

各社ベンダー独自仕様



オープン仕様によりマルチベンダーでの構成が可能に

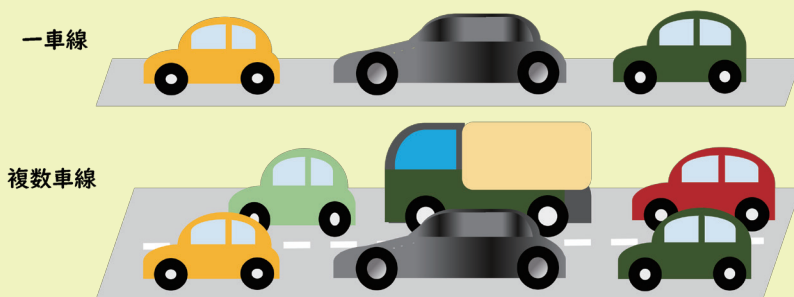


モバイル通信システムでは、5Gやその先のBeyond 5G/6Gではオープンな仕様が期待されています。それは、単独ベンダーのみでの構成からリーズナブルな組み合わせに発展できる素質を持たせることができるからです。

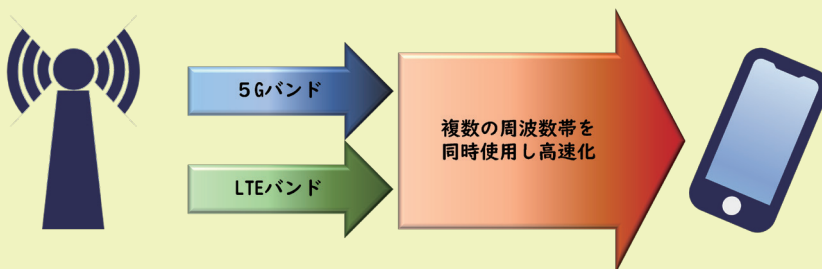
O-RAN Alliance(Open Radio Access Network) といった無線アクセスネットワークのオープン化を目的とした団体も設立されています。

5. バンド幅利用 (複数のバンド単独とその組み合わせ)

道路を例にすると、一車線よりも複数車線のほうが効率よく移動可能です。



モバイル通信では、通信周波数帯を複数同時に使う技術を“CA:キャリアアグリゲーション”と呼び、高速化が実現できます。

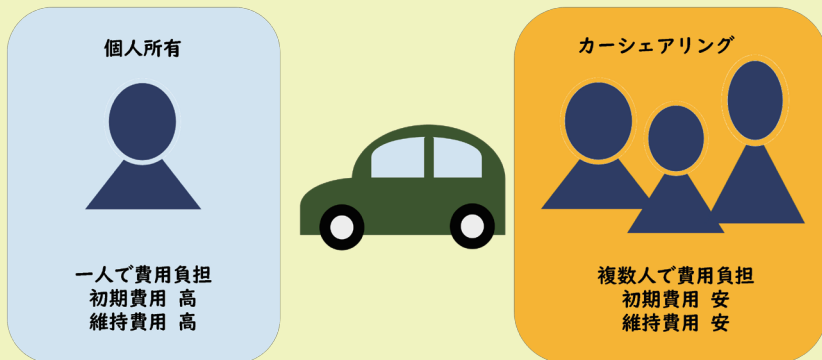


通信速度は、同一周波数帯でつかえるバンド幅に依存します。同一周波数帯での連続したバンド幅を獲得する手法もありますが、5G用の複数の通信バンドを組み合わせる高速化も有効な手段です。

また、通信トラフィックの混雑緩和という観点から、端末をモバイル接続からWi-Fi接続に変更して通信することで、モバイル上の通信負荷を減らす手法も知られています。

6. シェアリング (カーシェアリングとインフラシェアリング)

自動車の所有を例にすると、最近ではカーシェアリングといった形式があります。



5G, Beyond 5G/6Gにおいても、インフラシェアリングによるコスト削減が普及の鍵となります。

周波数特性により5Gでは4Gよりも多くのアンテナを設置する必要性
過疎地などへの新規設置

コスト削減

インフラシェアリング
一つの設備を複数社で共同利用

光ファイバー

交換局装置

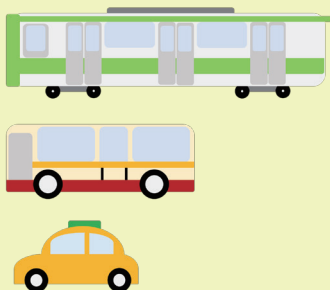
アンテナ局装置

限られた設置場所や施設において複数での運用を鑑みるとコスト面からもシェアリングが有効手段の1つになります。

したがって、今後の通信インフラ整備ではシェアリングに対応した開発と環境整備を検討することも重要です。

7. モバイルと Wi-Fi (5 G + Wi-Fi)

移動時に、私達は様々な交通手段を利用します。
時間/距離、コストなどから最適な組み合わせを選択します。



組み合わせによる相乗効果

モバイル+Wi-Fiなど様々な組み合わせで相互メリット/相乗効果が期待されます。



5 G
Wi-Fi
GPS
Bluetooth
RFID
...

組み合わせによる相乗効果
付加価値の創出

5 G時代の無線通信技術は、モバイル通信だけでなく、様々な組み合わせでの相乗的付加価値を検討する必要があります。例えば、GPS とモバイル /Wi-Fi で位置連携アプリ（例として健康アプリ）が利用できたり、RFID でゲートにタッチすることにあわせてクラウド上の認証が行われるなど様々な組み合わせによる付加価値が考えられます。モバイル通信の上限データ量を意識して、Wi-Fi が利用できる所での自動的な Wi-Fi への切り替え利用もその一つです。

8. 5 Gの高速大容量 / 高信頼低遅延 / 多数同時接続 (Beyond 5 G / 6 G Wi-Fi 7 の議論)

スポーツ競技を例とすると、それぞれの種目に特化した体づくりで対応します。



長距離
持久力



短距離
瞬発力

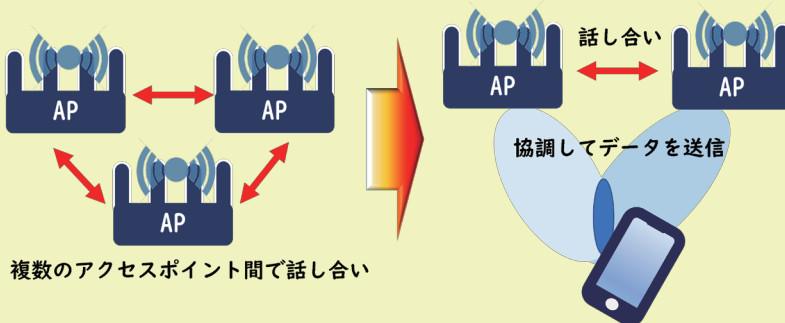


団体競技
連携力

5 Gでは、高速大容量/高信頼低遅延/多数同時接続という3つの特徴があります。その中で目的に適した特徴を選択し活かすことが重要です。また、体に相当する通信フレーム(大きさや運用範囲)をそれぞれに合わせて変えることで、その特徴を活かした通信を行います。



Beyond 5 G / 6 GやWi-Fi 7では、より高速・多数でオープン連携しサービス活用できるように検討されています。例として、IEEE802.11be(Wi-Fi 7 仮)では、複数アクセスポイント(AP)間で連携し、効率化する技術が検討されています。



端末の多様性（低速から高速まで=IoT デバイスのようなまれに少量のデータを送信するものから、4K 動画 VR のような連続して大容量のデータを送信するものまで）に対応した、接続技術の検討が行われています。例えば、アクセスポイント間で話し合い、端末の複数アクセスポイントへの同時接続等により端末通信容量を動的に確保できたり、端末接続数を増やしたり、遅延の少ない経路での通信が可能となるような技術となります。

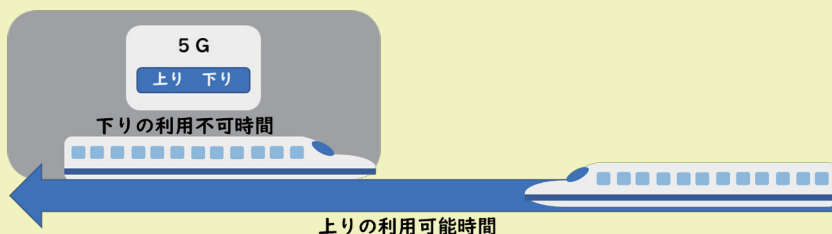
9. タイミング合わせ (同期)

ダンスユニットでは、いろいろな人が協調した動きを行います。
リズムを起点としたシンクロ(同期)が重要です。



ひとりひとり、それぞれの動作が異なっても、リズムへのシンクロが大切です。

LTEバンド含む5Gでの通信は、同期が重要です。
時分割(TDD: Time Division Duplex)方式で、同期をとりつつ通信します。

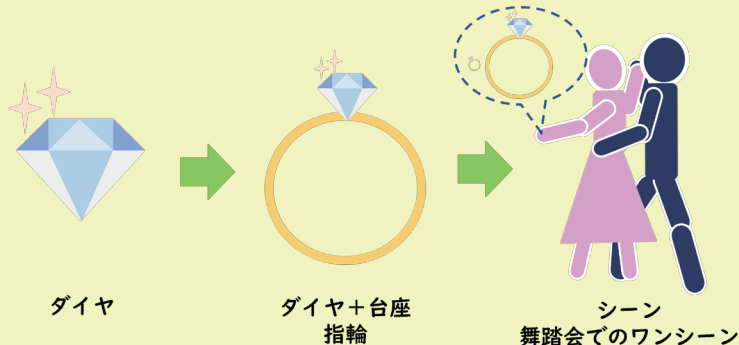


TDD:一つの通信経路(周波数帯)を上りと下りでタイミングを取り、ぶつからないようにシェアして利用します。

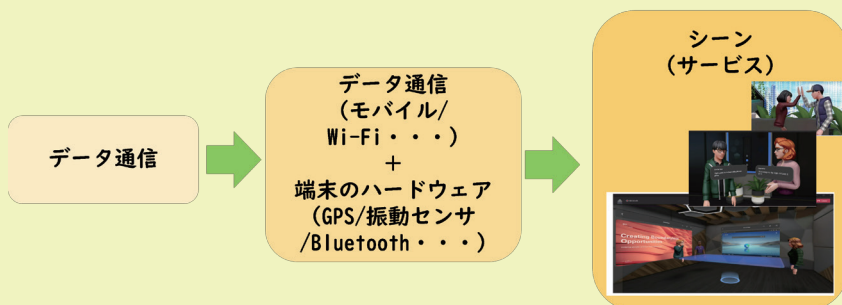
タイミング合わせは、精度をあげるほどコストが増す傾向となります。
そこでローカル5Gでは、準同期TDDの通信も検討されています。
またLTEでは、上りと下りで別の周波数を使用する周波数分割(FDD: Frequency Division Duplex)方式が主として利用されています。

10. 端末の活用 (仮想空間・メタバース等を含めた連携)

4 G時代でも 5 G時代でも利用シーンの拡充がサービス発展の原動力となります。



5 G/Wi-Fi 7時代でもサービス利用が拡充されていきます。
メタバースなどの世界が広がっていきます。



3D avatars are coming to Microsoft Teams in 2022. Image: Microsoft

3 Gから 4 G時代の通信は、通信容量の拡大とともに疑似体験の幅を広げて利用シーンを拡充してきました。ダイヤが台座を得て、それが身にまとわれ、その利用シーンを豊かにするように、通信もそれを組み込まれたその時代毎の端末でシーンが豊かになってきました。その拡充は、5 G時代そしてその後の 6 G時代へと発展するでしょう。その中で、私たちが体験するシーンもさらに生活に役立つものへと発展するでしょう。

おわりに

前回の「5 G時代の通信技術ポイント図解」の続編をお届けしました。

本冊子では、詳細な内容には触れていない部分が多々ありますが、5 G時代の通信技術が様々な課題解決にむけて発展している模様を紹介しております。一例として、5 Gの利用周波数においては、高い周波数帯域が追加されたり、既存の帯域でも5 Gが利用できるような開発が進められていることを挙げております。

今回の続編も加え、ますます発展する将来の動向を踏まえて、通信を介したサービス利用の最適化を考える一助になれば幸いです。

最後に、MCPC 会員の皆様、JASA 様、YRP 様他お世話になりました皆様に感謝申し上げます。

一読後のさらに進んだ検討・学習に役立つ URL（参考）

新型コロナ後のモバイルコラボレーション例 Mesh for Microsoft Teams が目指す、「メタバース」空間でのより楽しく、よりパーソナルなコラボレーション

https://news.microsoft.com/ja-jp/2021/11/04/211104-mesh-for-microsoft-teams/?WT.mc_id=M365-MVP-38619

スマデバ会議時などで役立つ、字幕機能（ライブキャプション）も身近に Teams 会議でライブキャプションを使用する

https://support.microsoft.com/ja-jp/office/teams-%E4%BC%9A%E8%AD%B0%E3%81%A7%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%96-%E3%82%AD%E3%83%A3%E3%83%97%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E3%82%92%E4%BD%BF%E7%94%A8%E3%81%99%E3%82%8B-4be2d304-f675-4b57-8347-cbd000a21260?WT.mc_id=M365-MVP-38619

テレワーク・自宅学習 お役立ち情報 - Microsoft atLife

https://www.microsoft.com/ja-jp/atlife/useful-for-home-and-family.aspx?%20WT.mc_id=M365-MVP-38619

デジタル庁 デジタル時代の構造改革とデジタル原則の方向性について (PDF)

https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/digital/20211222_meeting_extraordinary_administrative_research_committee_01.pdf

3 GPP：モバイル通信規格（5 G 等）の検討をしている委員会

<https://www.3gpp.org/>

Wi-Fi アライアンス

<https://www.wi-fi.org/>

「続・5G時代の通信技術 ポイント図解」 ～ 簡単・早わかり ～

<企画・編集メンバー>

ワイヤレスシステム活用委員長	小林 佳和	日本電気株式会社 / NEC ネットエスアイ / 山形大学客員教授 (執筆、作図、校正)
学校自治体ネットワーク WG 主査	樋口 昌代	日本電気株式会社 (参画)
学校自治体ネットワーク WG 副主査	西尾 由起	株式会社東陽テクニカ (参画、校正)
	松村 淳	IoT-EX 株式会社 (参画)
	沢田 健介	富士通株式会社 (参画)
	藤井 新吾	KDDI 株式会社 (参画)
事務局	前島 幸仁	MCPC (参画、校正)

※企画・編集メンバーは2022年3月現在のメンバーです。

【MCPCについて】

ワイヤレスデータ通信とコンピューティングシステム(モバイルシステム)の普及を促進するために、1997年我が国を代表する移動体通信会社、コンピュータハードウェア/ソフトウェア会社、携帯電話、システムインテグレータなどにより組織化されました。現在、世界をリードするワイヤレステクノロジーで最先端のIoT・AIソリューション追求し飛躍的發展を目指しており、そのための技術課題への対応、運用課題の調査・研究、開発の推進、標準化、相互接続性検証、普及啓発活動、人材育成などの活動を行っています。さらには、米国姉妹組織のUSB-IF、Bluetooth SIGなどと連携を図りながら、モバイル利活用のIoT・AIソリューションの市場拡大と利用環境の高度化に務めています。

(2022年3月現在 会員会社数 178社)

5G & L5Gで飛躍する MCPC

技術解説書

「続・5G時代の通信技術 ポイント図解」 ～ 簡単・早わかり ～

発行元 モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC)

発行日 2022年3月

製作／編集 MCPC ワイヤレスシステム活用委員会
学校自治体ネットワーク WG
ドローン WG

問い合わせ先：MCPC 事務局

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-12 長谷川グリーンビル 2階

TEL：03-5401-1935

FAX：03-5401-1937

E-mail：office@mcpc-jp.org

URL：https://www.mcpc-jp.org/



本冊子の一部あるいは全部について、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC) から文書による承諾を得ることなしに、いかなる方法においても無断で複写・複製・転載することを禁じます。