

## 次世代通信規格「5G」が変える社会

### ◆新しい通信規格「5G」が2019年夏にプレリリース

次世代通信規格「5G」のサービスが、2019年夏にプレリリースを迎える。第5世代移動通信システムと呼ばれる次世代の通信技術である。「高速・大容量化」、「多数同時接続」、「低遅延」という特長を持つ「5G」は、いずれもあらゆるものがネットにつながるIoT社会に欠かせない通信基盤になると考えられている。

### ◆モバイル通信サービスはここ25年で大きな変化をみせた

「5G」は第5世代移動通信システムの略称である。1G（第1世代）は79年に始まった携帯電話のアナログ方式、93年にスタートしたデジタル方式を2G（第2世代）と呼び、ここからモバイル通信サービスが始まった。これ以降携帯電話がサービスとして提供されることになった。（図1、図2）

ここでいうサービスの意味は、音声だけでなく、メールやネットも携帯電話から利用できるようになったことを指す。しかし、当時の通信スピード9.6kbpsでは、データ量の多い情報を扱うには限界があった。

携帯電話の情報通信サービスが本格化したのは、2000年の3G（第3世代）登場により1Mbpsの高速・大容量データ通信が可能となってからである。コンテンツに音声や画像、動画などが使われるようになり、ユーザーも広がり、スマートフォンやタブレットなど、新たなデバイスも現れた。

その後、高速・大容量化を求める流れは加速し、13年に4G（第4世代）が登

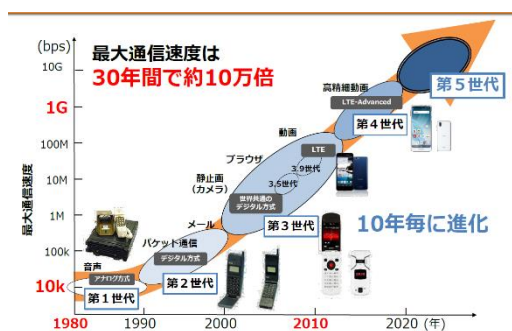


図1 移動通信システムの進化

	第2世代 (PDC) 1993年	第3世代 (W-CDMA) 2001年	第3.5世代 (W-CDMA HSPA) 2006年	第3.9世代 (LTE) 2010年	第4世代 (LTE-Advanced) 2015年～
最大通信速度	9,600bps (≒0.01Mbps)	64～384kbps (0.06～0.38Mbps)	3.6～14Mbps	37.5～ 150Mbps	110Mbps～ 約1Gbps
通信用途	パソコンに接続して外出先でメールを送る	文字ベースのホームページの閲覧（キートン等）	画像を含むホームページや動画の閲覧	ホームページ、動画閲覧だけでなく、ユーザの写真や動画の投稿など	ホームページや動画閲覧のほか、動画のライブ配信（L1ユーバー等）など
性能	DVD1枚 <sup>※1</sup> のダウンロード 時間 1,050-1,100時間 (43-44日)	27～30時間	45分～1時間	4～5分	30～40秒
時速100kmの車の制動 <sup>※2</sup>	約1.5m～5m	60cm～約2m		30cm～1m10cm	

図2 移動体通信の各世代の通信速度

資料：総務省「第5世代移動通信システムについて」

場すると、スムーズな動画やゲームを楽しめるようになった。

10年間隔で通信技術が高度化され、私たちの生活スタイルも大きく変化してきた。4Gのサービスでほぼ満足しているユーザーが多いという状態で、より高速化・大容量化が必要なのかと、疑問に思う方も多いと思う。

◆ 「5G」の重要な特長「多数同時接続」と「低遅延」

「5G」のサービスに対しての主な要求事項は、「高速化・大容量化」、「多数同時接続」、「低遅延」3項目である。それぞれの項目について、現行サービスである4G（LTE）と比較してみたい。

仕様面からの比較をすると、「高速化・大容量化」では、最大速度が下り20Gbps、上り10Gbpsと4Gの10倍にあたる。2時間の映画を3秒でダウンロードできる速度である。また、「多数同時接続」では、1平方km当たり100万台の端末が同時接続可能で、4Gの100倍にあたる。100坪の広さの場所に120台の機器が同時接続可能ということで、同じ面積で一度に数台程度しかつながらない現在の無線と比べて圧倒的な接続数である。あらゆるモノがネットにつながるIoT時代に必須の仕様である。さらに、「低遅延」では、遅延時間1ミリ秒以下と4Gの100分の1で、ほぼリアルタイムに伝送できるということになる。これは自動運転、遠隔操作を実現するうえでの重要な要素となる。（表1）

比較項目	4G (LTE)	5G
周波数帯	700MHz帯～3.5GHz帯	日本の場合 3.6～4.2GHz 4.4～4.6GHz 27.5～29.5GHz
キャリア帯域幅	最大20MHz	最大100MHz (6GHz 以下の場合) 最大1GHz (6GHz 以上の場合)
アナログビームフォーミング (ダイナミック)	サポートしない	サポートする
デジタルビームフォーミング	最高8レイヤー	最高12レイヤー
サブキャリア間隔	15kHz	15kHz/30kHz /60kHz /120kHz/240kHz
最高伝送速度	下り326Mbit/s、上り86Mbit/s	下り20Gbit/s、上り10Gbit/s
遅延	接続遅延 100ms 伝送遅延5ms	≤1ms
端末接続密度	1万台/km <sup>2</sup>	100万台/km <sup>2</sup>

表1 4G（LTE）と5Gの仕様比較

各種資料よりARC作成

◆ 「5G」のキーとなるのは、ミリ波を確実に届ける技術

「5G」では高速大容量通信、多数同時接続、低遅延のサービスを実現するため、3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯の3種類の周波数帯を利用する。今までの移動体通信には不向きであると考えられていた6GHz以上のセンチ波／ミリ波と、従来

から利用している6GHz以下の周波数帯との併用、そして1GHz以上の帯域幅を活用した通信を実現するため、ビームフォーミングやMassive MIMO（大規模MIMO）などの技術を利用する。（図3）

センチ波／ミリ波帯は電波の波長が短くなり遠距離まで信号を送信できなくなるだけでなく、直線性が高くなるためビル影などで通信が難しい場所が存在するといった問題点を抱えている。さらに、電波には「位相」というものがあり、複数のアンテナから電波を出すと、同じ位相で届いた場合には振幅が大きくなり、逆の位相の電波によって打ち消され、受信できない地点が出てきたりする。

この性質を逆に利用したのがMassive MIMOで、従来のアンテナ本数とは大きく異なり最大128本のアンテナ数を持ち、多数のアンテナ素子を協調動作させ、アンテナから送信される電波の強さや位相などを制御し、指向性を持たせたビームを形成し、特定の地点で電波感度が最適化されるようにコントロールしている。

ビームフォーミングとは、電波を細く絞って、特定の方向に向けて集中的に発射する技術のことである。基地局と端末間の電波干渉を減らし、より遠くまで電波を届けられるようになる。

これらの技術で、ひとりひとりに専用の電波を割り当て、他の人との干渉をおさえることで、通信速度が遅くなりがちだった駅や繁華街などの人が多く集まる場所でも快適なモバイル通信を実現できる。

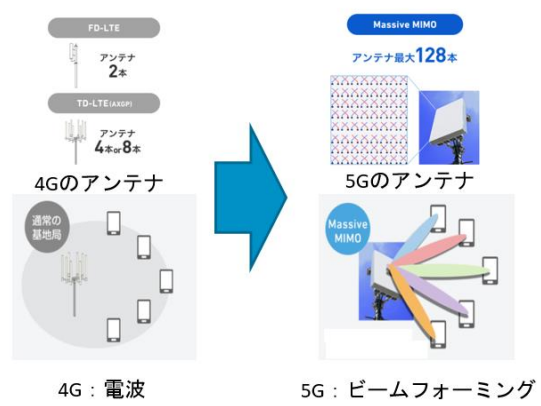


図3 電波処理方法の違い

<https://www.softbank.jp/mobile/special/softbank-5g/>等からARC作成

◆高速・大容量、低遅延が自動運転や遠隔操作を可能に

18年11月に幕張で開催されたInterBEEで展示されていたNTTドコモの移動式「5G」デモプラットフォーム「5G デモバス」で「5G」の世界を体験した。

「5G」デモバス（図4）では、19年9月開催のラグビーワールドカップに向けて、4Kカメラで撮影したラグビーの試合を「5G」の高速・大容量通信で伝送して高臨場感のある空間を作り出していた。映像の途中にトライを決めた選手の紹介画面が飛び出し、プロフィールや現在の心拍数、トライの瞬間のリプレイを通常

の映像画面に重ねて表示できるほどの高速・大容量である。(図5) このほか、「5G」とLTEで送ることができる映像の比較映像が流れ、「5G」ではビルの輪郭がはっきりわかるほど高精細なことから、安全・セキュリティ分野でのサービスに活用できることがわかる。(図6) このように、大容量データを遅延なく送信する機能は、さまざまな自動運転、遠隔操作でのサービスを可能にする。



図4 「5G」デモバス



図5 ラグビー試合映像



図6 5GとLTEの差

◆ 「5G」実用化に向けて次々と実証実験が進められている

自動車の自動運転の分野では、ソフトバンクが「5G」の低遅延特性を使ったトラック隊列走行の実証実験に成功している。(図7) 2号車、3号車に搭載されたカメラで撮影された4K映像を、28GHz帯を使用した「5G」車間通信により1号車に伝送し、1号車の運転手がリアルタイムに映像で後続車の安全を確認することができる。1号車の運転手が2号車や3号車のハンドル操作やアクセル、ブレーキ操作ができるようにし、2号車、3号車の無人化実験が続けられている。運転者の負担軽減と空気抵抗が少なくなることによる燃費向上が実現できる。

ヘルスケア分野ではNTTドコモが「5G」医療診療車を準備し、無医地区での医療検証を実施した。(図8) 4Gに比べ鮮明な画像が見られる「5G」システムは遠隔



図7 トラック隊列走行



図8 遠隔医療診断

診療が実現可能なレベルであることを実証した。今後、過疎地域における医療サービスとして期待されている。

総務省は「5G」利活用アイデアコンテストを開催し、「5G」利活用を推進している。地域社会の課題解決に向けて「5G」利活用のアイデアを募集し、11月末で785件が集まっている。今後、選考を重ね優秀なアイデアについては19年度「5G総合実証試験」において実証テーマとして取り上げるとしている。

◆海外でも「5G」サービスの準備が始まっている

海外での「5G」実現状況はどうなっているのか。米国ではベライゾン・ワイヤレスが、18年10月1日から独自仕様で世界初の「5G」商用サービス「5G ホーム」を開始した。インディアナポリス、サクラメント、ヒューストン、ロサンジェルス等の4都市で、ユーザーの家屋に限定したサービスとしている。AT&Tは、「5G」の標準規格に基づく移動体通信サービス「Mobile 5G」を18年内に米国の12都市で開始する。また、大量データの低遅延処理を可能にするこの技術を使った、自動運転やAR（拡張現実）、VR（仮想現実）といった新しい技術の支援を進めていく。クアルコム社は「5G」に対応したスマートフォン（スマホ）用半導体「スナップドラゴン855」を発表するなど、「5G」対応スマホの準備も進んでいるようだ。

平昌（ピョンチャン）冬季五輪で「5G」の実証サービスを初めて実施した韓国は、韓国KT、SKテレコム、LGユープラスの通信大手3社が、19年3月頃の商用サービス開始を目指している。5G周波数の競売が終わった上、機器と端末のための5G

	日本	米国	中国	韓国	欧州
周波数等	3.6-4.2GHz, 4.4-4.9GHz, 28GHz帯	600MHz, 3.5-3.77GHz及び28GHz帯等	3.3-3.6GHz, 4.8-5.0GHz (26GHz帯は詳細検討中)	3.4-3.7GHz及び28GHz帯	3.4-3.8GHz, 26GHz帯
サービス開始時期	2020年 (東京オリンピックパラリンピック競技大会前)	2018年後半	2019年中	2019年3月頃	2020年中
サービス形態や実証等	<ul style="list-style-type: none"> <li>移動系サービスを予定。</li> <li>通信事業者や国が様々な分野の企業を交えて実証を実施中。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>固定系インターネット接続サービスで先行</b> (移動系は2019年から)。</li> <li>各事業者にてミリ波帯を用いた実証が進行中。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>移動系サービスを予定。</li> <li>国内外の事業者・ベンダーと政府、研究機関が<b>北京郊外に広大な試験フィールドを構築</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>移動系サービスを予定。</li> <li>平昌オリンピックで映像系の実証を実施。</li> <li>政府支援による研究開発と中小企業支援。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5Gの重点分野として自動車、工場・製造、医療・健康、メディアの各分野を特定。実証試験等を実施</li> </ul>

国際標準が最近完成したことから、韓国の通信3社は、装備・インフラ投資とサービス開発も本格化している。

「4Gは生活を変え、5Gは社会を変える」と期待する中国では、チャイナユニコム、チャイナテレコム、チャイナモバイル

表2 5G実現に向けた米・中・韓・欧の取り組み

資料：総務省「第5世代移動通信システムについて」

の3社が20年商用開始に向けて、実証実験中である。チャイナモバイルでは、18年末をめどに同社の企画に合致する「5G」チップを発表し、19年上期には、「5G」対応のスマホやデータ端末等を発表する計画がある。

欧州は、歴史的に国際標準化において非常に重要な役割と大きな存在感を示してきたが、「5G」サービスの導入にあたっては、それほど急いでいないようであった。しかし、英国の通信キャリアEEが19年にロンドンやマンチェスターなどで「5G」商用化を発表しているほか、スイスのスイスコムが18年内の商用サービスを発表するなど、「5G」サービスの計画が前倒しされてきている。

#### ◆ 「5G」普及のための課題と今後の展開

「5G」実用化に向けて順調に進んでいるように見えるが、まだ大きな課題がある。

一つ目は基地局の整備で、ミリ波は遠距離まで信号を伝送出来ないため、4Gよりも多くの基地局が必要になる。今のLTE設備でも、「5G」の電波を扱えるようになっているが、新たな基地局の設置に設備投資と時間が必要である。

二つ目は「5G」の特長である高速化・大容量化、多数同時接続、低遅延によるデータトラフィックの莫大な増加がある。データトラフィックの増大に対応したネットワーク設備の増強が必須となる。

三つ目は、低遅延に対応するため基地局の変換器の速度を向上させる必要がある。現状の光ファイバー回線技術や光ファイバー無線の技術を活用しながら実現していくことになると思われる。

「5G」の時代は、スマホといった従来型の端末をベースとした産業だけでなく、IoTや自動車、産業機器、スマートメーターといった新しい市場創出が見込まれる。その実現においては、ICT業界にとどまらず、建築や流通、医療、製造、運輸など幅広い産業のビジネスパートナーづくりが重要であろう。また、「5G」は通信高速化のイメージが大きいですが、これからのIoT社会には、多数同時接続、低遅延の特性が重要であることを忘れてはいけない。今までの工場IoT化ではネットワーク装置やサーバなど多額の設備投資が必要で、現場でのアイデア実現に苦労したが、生産現場のIoT化で生産品質が向上することを期待したい。 【成田誠】