

5Gで変わる未来社会【第1回】 モバイル通信の進化と特徴

FUJITSU JOURNAL / 2019年5月8日



2020年代の実用化に向けて放送分野では「4K・8K放送」、自動車分野では「自律運転制御技術」などの開発が進められています。

移動通信の分野では、次世代移動通信システム「5G」の商用サービス提供が2020年からいよいよ始まります。

5Gの商用サービス開始で、世の中はどう変わるのか。その問いに今ひとつピンとこない人も多いでしょう。

実際、5Gの真価はモバイル通信の進化だけでは語ることはできません。

5Gの存在意義は、身の周りのあらゆる機械や設備をモバイル通信でつなぐことで、クオリティ・オブ・ライフ（QOL：生活の質）の向上や社会課題の解決を目指すことにあるのです。

あらゆるモノを5Gでつなぎ暮らしと社会に変革をもたらす

最初に、約10年おきに繰り返されてきたモバイル通信の進化を振り返り、そのトレンドに照らし合わせて5Gの特徴を見ていきましょう。（図1）

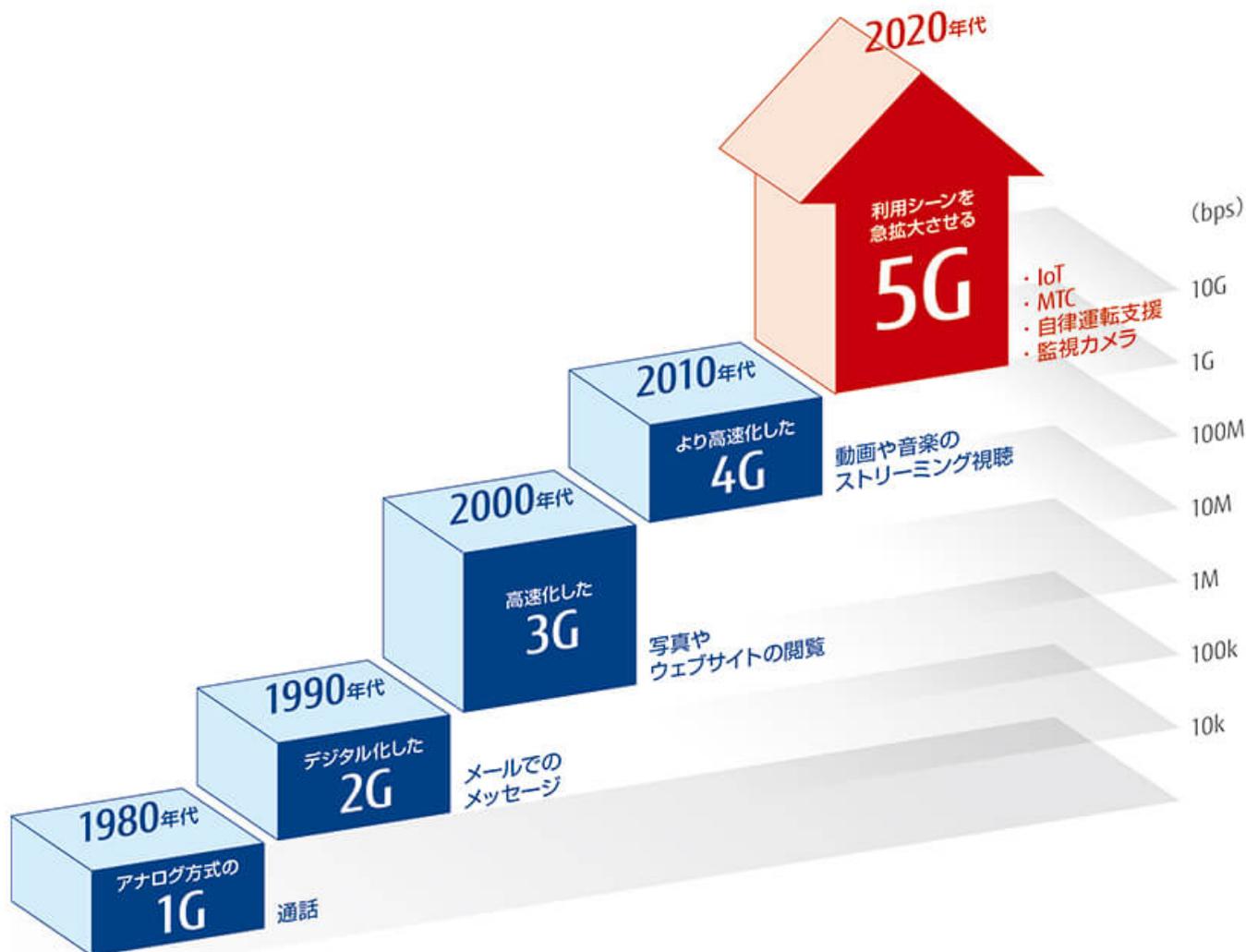


図1 モバイル通信システムの進化と応用拡大

最初の移動電話サービスが提供されたのは、1980年代から1990年代にかけてのことです。世界中の各地域が個別にアナログ無線技術の仕様を策定し、商用化しました。このアナログ無線技術のモバイル通信が第1世代（1G）で、この時点での主な用途は音声通話でした。

そして、1990年代前半に無線技術のデジタル化が進み、デジタル無線技術を用いたモバイル通信のサービスが始まりました。

これが第2世代（2G）です。デジタル化したことでより多くの音声通信の収容が可能となり、あわせてメール送受信などのデータ通信サービスも使われるようになりました。

続いて、国際連合の専門機関であるITU（国際電気通信連合）が、2000年代の商用化を想定して「IMT-2000」と呼ぶ世界標準を策定しました。これが第3世代（3G）です。

3Gでは、10Mbpsを超える発展版の高速化技術も次々と実用化されました。「LTE（Long Term Evolution）」は、第4世代（4G）に投入予定だった新技術を先取りしたものです。

2011年に標準化された「IMT-Advanced」が4Gです。4Gの標準化時の目標は最大1Gbps程度であり、LTEをブラッシュアップしていくことで、継続的に高速化が進みました。その結果、スマートフォンの爆発的な普及を後押ししました。

1Gから4Gまでは、モバイル端末を使った通信の高速化と大容量化を主眼とする発展でした。この流れは引き続き重要ですが、5Gでは、高速・大容量化に加えて端末自体の多様化も織り込まれ、これまでとは形が違う応用拡大が進みます。

5Gのユースケースは多様 3つに整理して仕様を標準化

5Gは、スマートフォンだけでなく、自動車、工作機械や製造装置、医療機器、ドローン、住宅設備、交通インフラ、監視カメラなど、既存の様々な機器・設備・システムを端末として想定しています。この端末の多様さこそが、5Gの最大の特徴です。

ただし、想定している端末が多様だとはいっても、ユースケースを整理しないと、標準化すべき技術の仕様を定義できません。そこで、5Gの標準化を担当するITUの無線通信部門（ITU-R）は、IMT-2020の仕様策定に当たって具体的な3つのユースケースを想定しました。

①超高精細な映像や拡張現実（Augmented Reality：AR）などに向けた「高速大容量（eMBB）」、②スマートシティやIoTでの利用に向けた「超大量接続（mMTC）」、そして③遠隔手術や自動運転などへの応用を想定した安定的なリアルタイム通信を可能にする「高信頼超低遅延（URLLC）」の実現です（図2）。

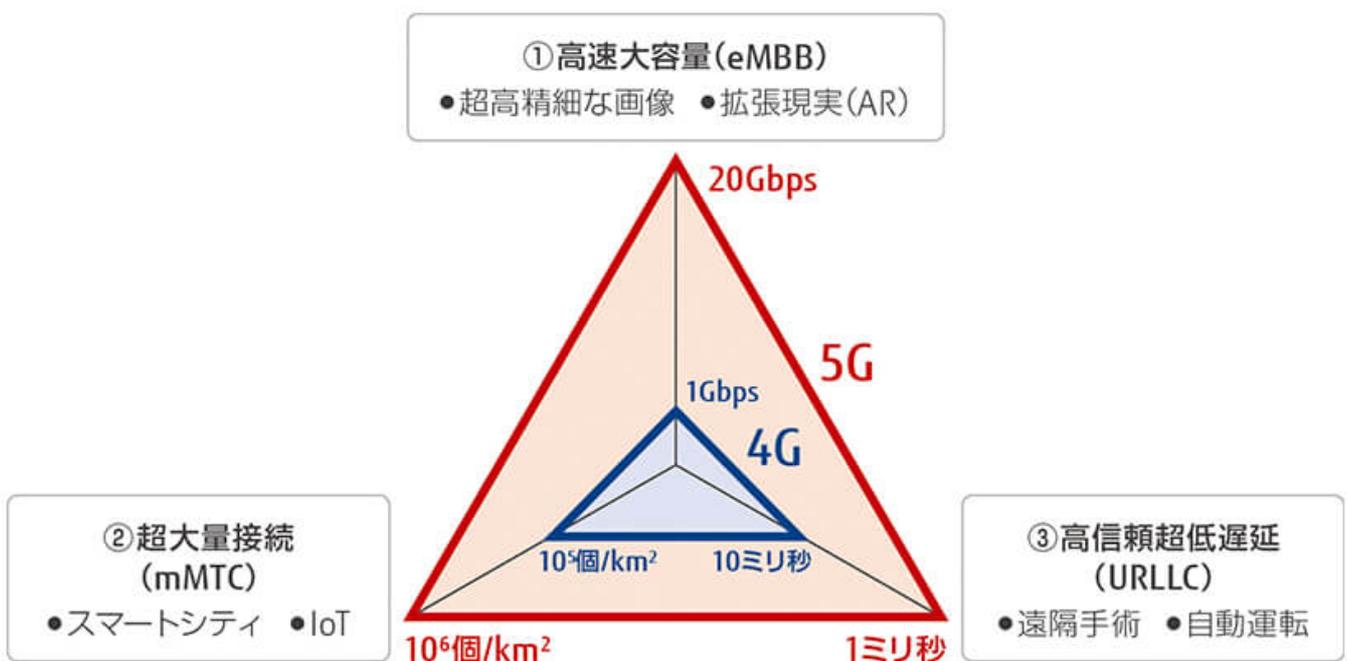


図2 5Gで想定した3つのユースケースと数値目標

それぞれのユースケースで求められる具体的な仕様の数値目標を明確に定め、実現技術の開発が進められました。eMBBでは最大速度を従来比20倍に当たる下り20Gbps/上り10Gbpsの実現、mMTCでは同時接続を従来比10倍の1km²当たり100万デバイスで実現、URLLCでは無線区間の伝送遅延を従来比10分の1相当の1ミリ秒以内で実現することがそれぞれ目標となりました。このほか、自動車や高速鉄道など高速モビリティ環境でも通信できるように、最大移動速度500km/hでの通信を可能にすることを目指しました。

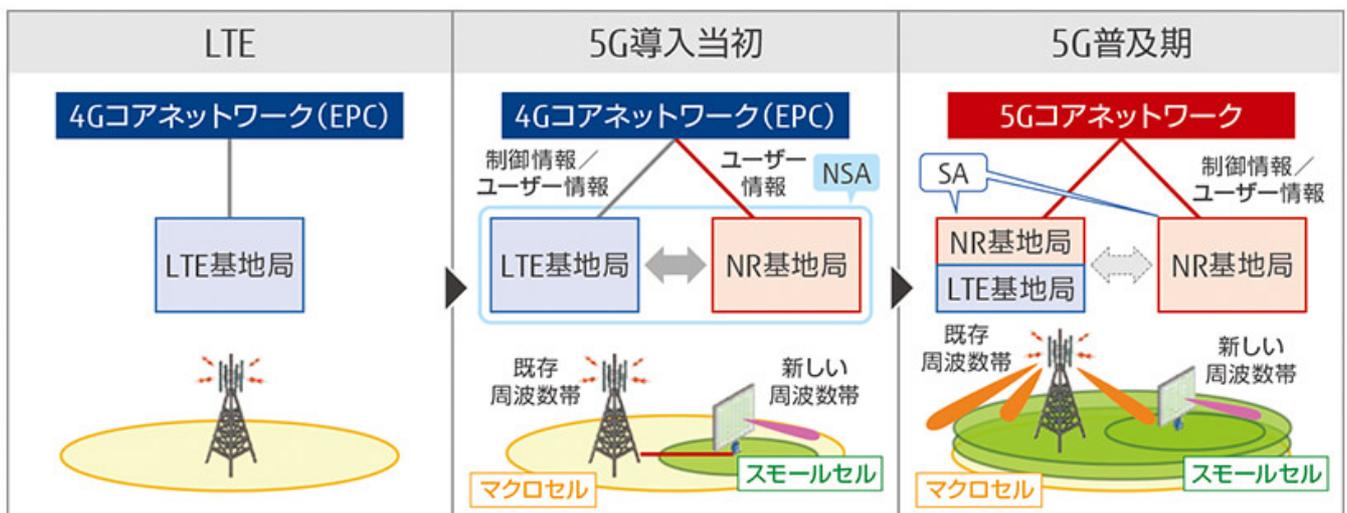
性能向上と応用拡大は段階的に

これらのユースケースの実現に向けては、過去の商用モバイル通信サービスには使われなかった極めて高度な新技術を投入しています。「Massive MIMO」「ミリ波通信」「ビームフォーミング」「ネットワークスライシング」「マルチアクセスエッジコンピューティング」などを組み合わせることにより、要求仕様の達成を目指しています。

5Gでは、これまでに社会を支える通信基盤として整備・構築してきた4Gの通信網を最大限に活用しながら、効率的・段階的に5Gのサービスを展開することが可能になっています。5Gサービスの開始当初は、4G向けの既存インフラとの親和性が高い技術が優先して投入され、徐々に実現難度の高い技術を投入して、性能を高めていくという進化シナリオが想定されています。

5Gサービスの効率的展開と着実な敷衍（ふえん）

5Gのサービスを早期に効率的に展開するために、4Gの資産を最大限に活用しながら5Gサービスの提供を始め、段階的に5Gの最大能力を活かしていく仕組みが用意されています（図3）。



端末と基地局をつなぐ技術には、4Gの技術を拡張して高性能化する「enhanced LTE（eLTE）」と、新規の技術で作る「New Radio（NR）」があります。eLTEは、LTEの高度化システムで800MHz、3.6GHz、4.5GHzなどのLTEと同じ周波数帯を使って、隅々まで電波を行き渡らせて確実な通信を実現することが可能です。ただし、通信速度、同時接続可能な端末数、遅延の改善幅は限定的です。

一方、NRは、3.7GHz帯や4.5GHz帯、28GHz帯という、これまで携帯電話に使われていなかった広帯域の高い周波数帯での利用が始まります。下り20Gbpsという通信速度は、NRによって実現します。高速大容量通信の高い需要が見込まれる場所を中心に高密度に基地局を配置する展開から始まり、その後、段階的にサービスの提供範囲が広がっていくことが見込まれています。

5Gの潜在能力を最大限まで引き出すためには、基地局と接続する基幹網も5Gの高度な機能に対応した構成とする必要がありますが、5Gの商用サービス開始当初から、5Gの高度な機能が提供できるように、基地局網だけを5G対応にして基幹網には既に広く展開されている4Gの基幹網を利用する「Non-Standalone（NSA）」という構成が用意されています。基幹網も含めて5G化して5Gの機能・性能を最大限に引き出す「Standalone（SA）」と呼ぶ構成とあわせて、利用シーンや需要動向にあわせた柔軟な構成によるサービス提供が可能となっています。

5Gの応用では、既存サービスの高性能化という視点に加え、5Gの機能や性能を活かした新サービスの創出という視点が重要になるでしょう。段階的に向上していく機能や性能を見極め、その潜在能力を活かした新サービスをタイムリーに開発・提供していくことが、5Gの効果的な活用法を考える際の肝になります。

第2回では身の回りのあらゆる機器・設備・システムを高性能なモバイル通信技術でつなぐ5Gとその応用を紹介します。