

## 【DRニュース・049】：次世代モバイル通信の5Gの世界とエッジコンピューティングとは

2019年4月17日発信

第5世代移動通信システム（5G）は、今、規格の標準化が進められている次世代の通信技術です。

また、5Gは「IoTの普及に必須となるインフラ技術」と言われている。そんな次世代のモバイル通信の5Gで変わると期待されている領域やどんな技術的課題、どんなビジネス展開があるのか探ってみよう。

### 1. モバイル通信とモバイルネットワークの発展経緯

5Gの特徴を知る早道は、モバイルネットワークの発展経緯を知ることです。各世代の移動通信システムの発展してきた経緯を調べて見よう。

#### 1.1 第1世代 (1G) . . . . . 「アナログ携帯電話」 1980年代～

最初の携帯電話は、日本、米国、欧州の地域別に技術開発が進められ、アナログ無線技術の地域別仕様が策定されて商用化となりました。音声通話を中心としたアナログ方式・通信規格で、通信速度も遅いもの。

「外で使える電話」：自動車電話やショルダーフン。携帯と呼べないほど大きく、利用用途はビジネス向け。

. . . この「アナログ無線技術のモバイルネットワーク」が第1世代 (1G) です。

#### 1.2 第2世代 (2G) . . . . . 「デジタル携帯電話」 1990年代～

90年代になると、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ネットワークが標準化され、サービス提供が始まりました。そして、音声通信だけでなく、ネットやメールにも適したデジタル方式の通信規格 . . . この「デジタル無線による携帯電話システム」が第2世代 (2G) です。

**無線技術がデジタルになると、データ通信サービスの提供が容易になります。**

そこで、メールをはじめとする携帯データ通信の利用が本格化してきました。

日本国内では、1999年にNTTドコモがiモードを開始し、各種の情報提供やインターネットメールを携帯電話で使えるようになり、携帯データ通信の利用が一気に広がりました。

**携帯データ通信を日常的に利用するようになると、ユーザーは高速化を求めます。**

これに応える技術開発も進められ、3Gのコア技術となる「CDMA（Code Division Multiple Access、符号分割多元接続）」を用いた「cdmaOne」が商用化されました。

. . . cdmaOneは、3Gを先取りした高速化技術であったため、2.5世代と呼ばれました。

ただ、音声通話の音質は悪く、スピードも9.6kbpsと、データ量の多い情報を扱うには限界があった。

. . . 携帯電話が情報通信サービスとして本格化するには、3Gの登場まで待たねばならなかった。

### 1.3 第3世代 (3G) . . . . . 「モバイルデータ通信時代の幕開け」 2001年～

1台の携帯電話を持ち歩いて世界中で使うことはできなかったのです。この問題を解決するために、国際連合の専門機関であるITU（国際電気通信連合）が標準化を進めたのが3Gです。

. . . 3Gによって、一つの端末を世界中に持ち歩ける時代が始まりました。

3Gの特徴は「初めての国際標準」のほかにもう一つあります。それは継続的かつ急激な高速化が実施されたことです。3Gの当初の開発目標だった2Mbpsという最大データ速度は、2000年代に入って軽々とクリアされ、10M～20Mbpsクラスの高速化技術が実用化されるようになります。

. . . 3Gは、第2世代の2Gの通信規格がさらに高速になったものです。

これらの高速化技術は、その技術的な特徴から二つに分かれます。

一つは3Gの技術をベースに高速化する方法で3.5Gと呼ばれました。もう一つはさらなる高速化のために4G向けの新技术を先取りした高速化技術「LTE」（Long Term Evolution）で、3.9Gと呼ばれた。

### 1.4 第4世代 (4G) . . . . . 「超高速モバイル通信時代」 2012年～

4Gは第3世代をさらに高速にした、今いちばん「超高速でデータ通信ができる」通信規格のこと。

4Gとは、国際電気通信連合（ITU）が定めるIMT-Advanced規格に準拠した無線通信システムのこと。4Gとよばれる規格の中には、LTEとかWiMAX2という規格があります。

. . . ITU-RはLTE-AdvancedとWiMAX2の2規格がIMT-Advancedに適していると報告する。

- ① **LTE**とは、ロング・ターム・エボリューションの略で、訳すると「長期間の発展を目指した通信技術」という感じです。
- ② **WiMAX2**とは、「マイクロ波を利用した世界標準の通信方式」といった意味を示します。

LTEは、携帯電話だけでなく、タブレットやノートパソコンなどの利用も考えて開発されているので、スマートフォンで機種変更をすることで、3GからLTE利用に変わると、その速さに驚きます

画像の多いサイトも、比較的問題なく見る事が出来ます  
動画などを見ても、それほど遅いと感じない速度です

日本では、通常4GやLTEなどと呼ばれている速度の回線を使っています  
速度を数値で表すと、4G-LTE通信規格の最大150Mbpsの提供となります  
3Gの通信規格は、最大42Mbpsです

現在の4Gは、ストレスなく動画コンテンツやゲームを楽しめるようになっています  
**4Gは、「スマートフォンのためのモバイルネットワーク技術」であると言えるでしょう**

1.5 **第5世代 (5G)** . . . . .「**第5世代移動通信システム**」 **2019年～導入を計画**

**5Gとは、現在規格化が進行中の第5世代技術による無線・移動通信システムのことで。**

導入は、6GHz以下の周波数帯を使って、LTE/LTE-Advancedと互換性を維持しつつ、6GHzを超えた帯域を使って、新しい無線通信方式を導入します。

- ・ ・ ・ **基地局に計算資源を備えることにより、端末に近い場所で処理する事で、センターのサーバーへ伝送するデータ量を低減して、遅延を減らす「モバイルエッジコンピューティング」の導入などが想定されます。**

**(1) 5Gの問題・課題**

5Gでは、急増し続ける**通信トラフィックへの対応が課題**となっており、**無線周波数帯の確保が重要視**される。また、通信スピードの大容量化のためにより高い周波数帯を用いる予定であるため、マイクロ波の採用により、電波の直進性が極超短波より高まることから、**携帯電話基地局の影では電波が届きにくくなり**、多数の携帯電話小型基地局（マイクロセル）を数十メートル単位で設置する**必要がある**。

通信速度の高速化は、「**シャノン=ハートレーの定理**」（情報理論における通信容量に関する定理であり、無線通信システムは、周波数帯域幅を広くし、送信電力を大きくすれば伝送速度を大きく出来る）により、高消費電力も招きうるものであるため、**モバイル環境での電池容量の確保も技術的な課題**となっている。

既存の4G/LTEから5Gへの通信システムの変更に伴い、**通信機器や産業機器の追加や入替が多発し**、通信機器/電子部品を製造するサプライチェーンに大きな影響を及ぼすことが予想される。

5Gの普及は非常に緩やかかつ限定的になると考えられており、**2025年でも主流な移動体通信は4Gに当たるLTEであり、5Gが通信に占める割合は、予想では3Gの半分程度とされている。**

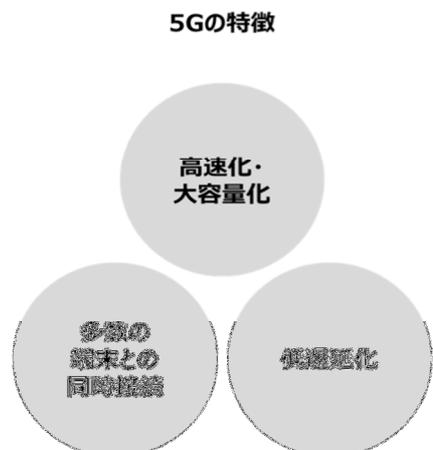
**(2) 5Gの特徴**

現行の4Gに比べ、通信速度や容量が「ケタ外れ」の5Gは、モバイル回線の用途を大きく広げる可能性があるという。

**① 超高速化・大容量化**

4K・8KやVR/ARといった大容量コンテンツを高速に配信できるようになり、スポーツやライブの複数視点映像等によるユーザー体験が向上していくことが考えられます。4G (LTE)と比較すると5Gは100倍速い。

- ・ ・ ・ 例えば、8Kの360度の動画を視聴するためには、200Mbps以上必要と言われており、現在の移動通信では快適な視聴や体験が難しい状況となっています。



## ② 多数の端末との同時接続

IoT が本格稼働し、屋内（スマートホームや店舗内の商品・棚等）や屋外（自動運転車やスマートシティ等）の多数のデバイスの同時接続が可能となることで、これらのデータが入手・活用できるようになります。

・・・ これまで収集できなかった生体情報や生活情報を元に、ライフスタイルにあった生活支援サービスを提供できるようになると期待されています。

## ③ 低遅延化

ネットワークの遅延が少なくなること（低遅延化）によって通信がリアルタイム化し、自動運転や遠隔医療のように微細な動きが求められる領域において、強く期待されています。

・・・ また、遠隔地にいる人間との共同での創作活動、AI やロボットとの協働作業等のコラボレーション方法にも影響を与えることで、企業活動の効率化にも繋がっていきます。

### (3) 5G で変わると期待される領域

4G までは、スマートフォンがインターネットに接続して、音楽や画像・動画・ゲームが利用できる環境で、大いに利便性がありました。

5G になると、あらゆるモノがネットにつながる。端末側も 5G の対応が必要になります。5G の特徴を生かすサービスの提供が恩恵を与える。

**5G は「IoT の普及に必須となるインフラ技術」です。**

#### 新サービス展開が特に期待される領域

スポーツ	エンターテインメント、放送	小売
交通	スマートシティ	スマートホーム
医療	オフィス、工場	農林水産業

5G については、「速度」と並んで「低遅延」「大量接続」の三角形で変化が表現されます

低遅延化のユースケースは自動運転、大量接続では IoT などがある  
自動運転については、「**エッジ側でのコントロール**」が進んできている

IoT については、LPWA（Low Power Wide Area）：**電池 1 個で 1 年以上通信できる IoT 通信技術**といった「**低コストの手段**」が広がりつつあります

**5G は「IoT の普及に必須となるインフラ技術」ですが、まだまだ、様々な技術革新やネットワークの最適化・エッジの調整・試行錯誤・実証実験などが必要のようです**

#### (4) IoT「Internet of Things」とは

IoTとは、従来インターネットに接続されていなかった様々なモノ（センサー機器、駆動装置、建物、車、電子機器など）が、ネットワークをサーバーやクラウドサービスに接続され、

- ・・・ 情報交換をすることにより、相互に制御する仕組みです。
- ・・・ IoTは、「Internet of Things」の略からもわかるように「モノのインターネット」という意味で使われています。

モノがインターネットと接続されることによって、

これまで埋もれていたデータをサーバー上で、処理、変換、分析、連携することが可能になります。

- ・・・ これによって、これまでに無かった、より高い価値やサービスを生み出すことが可能になります。

また、センサーやデバイス、通信インフラ、クラウドサービスの高性能化、低価格化が追い風になり、

- ・・・ IoTの導入がより身近なものになってきています。

IoT時代の到来・・・「**超データ社会**」を創り出す3つのファクターとして、  
デバイスの多様化、ネットワークの進化、クラウドの普及が挙げられます。

ITは「情報通信」、ICTは「情報通信技術」、  
IoTは「モノのインターネット」の総称です。



	IT	ICT	IoT
正式名称	Information Technology (インフォメーションテクノロジー)	Information and Communication Technology (インフォメーション アンド コミュニケーション テクノロジー)	Internet of Things (インターネット オブ シングス)
意味	情報通信そのもののこと	通信技術を使って 人とインターネット、 人と人が繋がる技術のこと	人を問わずモノが自動的に インターネットと繋がる 技術のこと
活用例	コンピューター、ソフトウェア、 アプリケーションなど	メール、チャット、SNSの活用、 通信販売の利用、ネット検索など	自動運転、スマート家電など

## 2. 5Gになると、どう変わるのだろうか？

すでに世界的に IoT の普及に向け動き出している。では、どんな領域に変革があるのか、探ってみよう。

### (1) そもそも IoT がなぜ必要なのか

色々な理由があるが、いま世界中で起きている「人口増加」「高齢化」「都市への人口集中」といった現象は、エネルギーの不足であったり、水・食料の不足、医療格差、交通渋滞、環境破壊・環境変化などの問題を引き起こしています。

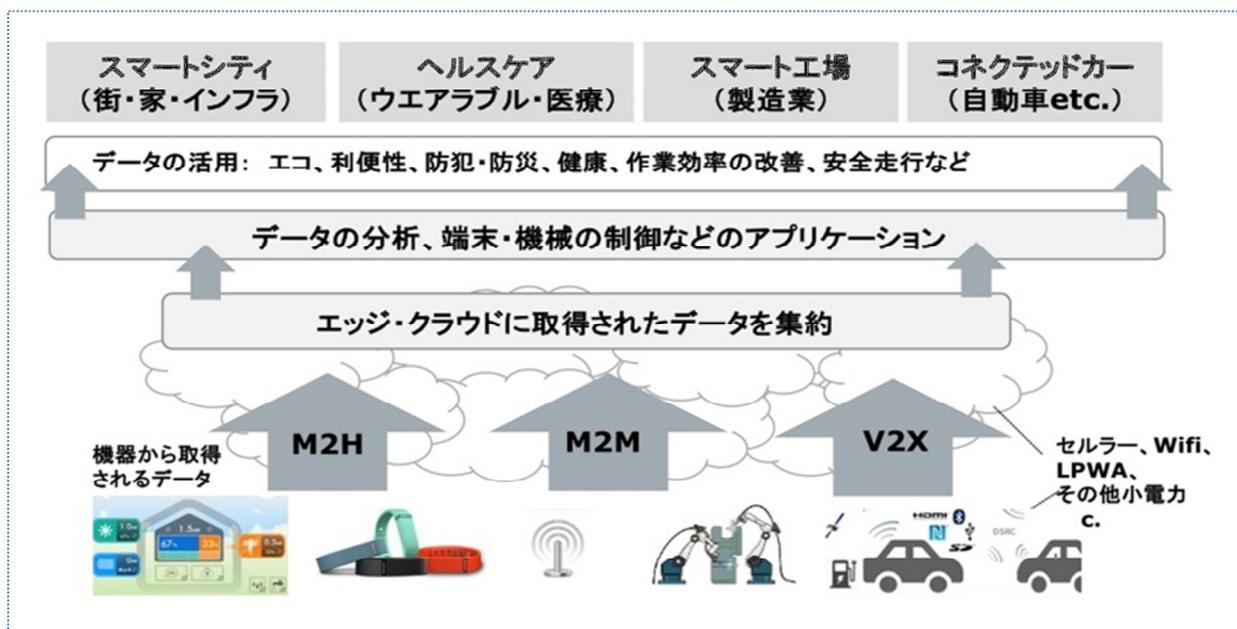
こうしたメガトレンドへの対応のため、

・・・ 各国が今、IoT を使ってスマートな社会を実現しようとしている。

PC や携帯電話、スマートフォンなどモバイル端末までで閉じていた情報通信のネットワークを、家庭内の家電やスマートメーター、自動車にまで広げ、さまざまな情報を統合し、あるいは人工知能などを用いることで、交通管理や医療の格差解消、効率のよいエネルギー管理を行うことが可能となってきました。

そうしたシステムを実現するための法整備を行ったり、

・・・ 新たな政策を打ち出したり、テクノロジーの活用を模索する動きが始まっています。



**M2M** は、Machine to Machine の省略形で、機器同士が人間の介在無しにコミュニケーションをして動作するシステムです。機器と人との通信を、**M2H** (Machine to Human) と呼びます。

**V2X** は、Vehicle to Everything communication。運転中に有線・無線 LAN を通じて、他の車両や道路などインフラが構築された物事と、交通情報のような情報を交換する通信技術です。

## (2) 5Gでは、どんなことが可能となるのか？

5Gというインフラのイノベーションが起きることによって、どんなことが出来るようになるのか？  
一例をあげながら、具体的な可能性から、今後、どんな5Gの恩恵が得られるのか、考えて見よう。

### (2-1) 5Gで、住みやすくなる？

日本のモバイル通信は4GやLTEの段階ですが、これが5Gになると、通信環境が劇的に変わります。  
現在の4Gに比べて・・・通信速度は100倍、容量は1000倍になると言われています。

今も日本では、4Gの接続率がすごく高い。3G・4Gの普及率は約95%で、韓国に次いで世界2位です。  
今でもシリコンバレーに行くと、「なんでこんなに4Gが弱いのか」と感じることはよくありますが、  
・・・モバイル通信に関して、日本は世界の中でもとても進んでいます。

日本はすでに携帯電話網が全国に広がっているので、うまくインフラ投資を行えば、  
5Gが全国に一気に広がります。このテクノロジーを生かしやすくなるのです。  
・・・5Gが入ったら、日本は他国よりはるかに住みやすくなると思います。

### (2-2) 5Gで、遅延がほとんどなくなる

5Gになると、たった1ミリ秒の遅れで情報通信ができるようになります。  
1ミリ秒の遅れというのはとにかく速いです。人間の入出力感覚では、遅れを体感しないレベルです。  
・・・この低遅延化というのは、5Gのもっとも大事な特徴のひとつです。

今までは遅延があると危険で不快に感じていた領域でも、テクノロジーを活用することができる  
ようになります・・・医療ロボットによる手術もそうですし、自動運転や、コミュニケーション、  
テレプレゼンスもそうです。

### (2-3) 5Gで、空間伝送がとてもしやすくなる

5Gがもたらす恩恵の重要な点は、「空間伝送」がとてもしやすくなることです。  
「空間伝送」とは、ほかの人と3次元の空間を共有することを意味します。会議などが典型例です。

今のスマートフォンというのは、あくまで2次元伝送のための装置のひとつです。  
たとえば、スマートフォンを使えば、画像をメールで送ったり、ツイッターに画像を上げたり、ユーチューブに動画をアップしたりできますが、それは今、すべて2次元のものです。

それに対して、5Gの大容量になれば、3次元的な空間そのものを共有することもできるので、  
それに合った新しいアプリケーションが生まれてくるはずですよ。

## (2-4) 5G で、通勤地獄も緩和する

たとえば、テレビに出演するときも、わざわざスタジオまで行かなくても、

・・・テクノロジーで自宅とつないで、あたかもスタジオにいるように見せることも可能になります。

日本ではいまだに、スカイプやリモートの会議システムを使うよりも、顔を合わせた会議のほうが良いという人は多いですが、

5Gが始まると、遅延なくスカイプや会議システムでコミュニケーションができるようになります。

・・・ですから、みんながひとつの場所に集まって話すという行為はかなり減っていくはずです。

今は、都心の土地が高いので、所得が低い人に限って遠くに住まないといけません、往復3時間ぐらいかけて会社に通うのは、時間の浪費になる場合が多いです。

・・・5Gが普及して、自動運転も広がったら、通勤地獄はある程度緩和されるはずです。

## (2-5) 5G で、自動運転車がつながる

5Gによって「自動運転」も進化します。現在は“オフライン”の自動運転が、

・・・5Gの普及によって、“オンライン”の自動運転になるのです。

これはどういう意味かという、現時点での自動運転はあくまでオフラインの自動運転にすぎません。自動車の中にプログラムが搭載されていて、オンラインへの逐次問い合わせをするわけではなく、それに従って動いている形です ・・・ 処理のコアはあくまで自動車の中にあります。

それに対して、5Gで遅延なく情報の伝送ができるようになると、ある程度は自動車の内部で情報処理をする必要がなくなります。

・・・ 自動車と別の場所、たとえば基地局などにサーバーを置いて、そことオンラインでつながればよくなるのです。

今も、スマートフォンで動画を長く見ていると、端末が熱くなってきますが、あれは端末側で情報処理をしているからです。

そうではなく、スマートフォンも自動運転車も、あくまで情報を伝送するための機械とみなして、

・・・ 別の場所から制御するにすれば、かなり演算量も減りますし、消費電力も減るはずです。

それだけでなく、車同士がつながるようになります。車間コミュニケーションが発達するのです。

それによって、互いの車がどういう状態で走っているのかをリアルタイムで伝え合うことができるようになるので、さらに事故が減るでしょう。今は同じことを自動車のセンサーをつけてやろうとしています。・・・ 5Gによる車間コミュニケーションのほうがおそらく効率的です。

そして、センサーに頼るより、ハードハッキングのリスクを減らせます。

## (2-6) 5G で、3次元のリアルタイム中継

5Gによって進化するのが「リアルタイム中継」です。わずか1ミリ秒の遅延で大容量のデータを送れるようになりますので、リアルタイム中継の可能性が一気に広がります。

単にリアルタイム動画を、遅延なく、高画質で楽しめるだけでなく、

・・・ これまでにない中継方法も可能になってきます。一例は、3次元の中継です。

ホロレンズ（マイクロソフトのMRデバイス）のようなMRゴーグルをかけていれば、

・・・ 3次元で中継をリアルに見られるようになります。

サッカー中継でいうと、審判にカメラをつければ、審判の目線から試合を見ることもできますし、いろんな角度から試合を観戦できるようになります。ボクシングなど格闘技の中継も、

・・・ 選手の目線からリアルタイム中継を見られたら興奮するでしょう。

そして今の生中継はエンタメやスポーツがメインですが、仕事にも3次元中継のテクノロジーを生かせるようになるはずです。もちろん会議も3次元ですし、

・・・ 3次元で接客してもらえるイーコマースも登場するかもしれません。

**（家にいながらにして、お店の店員さんと3次元でつながることができて、**

**「いらっしゃいませ、何が欲しいですか」と相談に乗ってもらえるようなイメージです。**

・・・ **そして、自宅や郊外まで配達してくれる（ここは現在、実現しているが）**

## (2-7) 5G時代は、ゴーグルが中心になるか？

今のホロレンズは、まだサイズが大きくて使いにくい面もありますが、

・・・ 今後は、もっとコンパクトで軽くて使いやすく、より低価格のものが出てくるでしょう。

仕事するときにかけても自然なグラスウェアができて、簡単にリモートの会議に出席できるようになれば、ノートパソコンを持ち歩くよりもかっこいいという時代になるかもしれません。

・・・ そうなったら、一般にも急速に普及すると思います。

4G時代、3G時代はスマホが世間を席卷しましたが、5G時代もスマホの天下が続くとは限りません。

・・・ 5Gの時代は、ゴーグル型デバイスが中心になる可能性もあります。

**（そしていずれは、ホロレンズをかける必要すらなくなり、コンタクトレンズや埋め込みカメラのようなデバイスができるかもしれません。**

・・・ **スマホの次は、どんなデバイスが誕生して、どんな景色が展開するのだろうか）**

## (2-8) 5G で、触覚伝達を進化させよう

5G が生まれると、「触覚」も進化します。繰り返しですが、1 ミリ秒の遅れというのは、本当に速い。

- ・・・ もう完全に紙に文字を書くのと同じスピードで、タブレットにタッチペンで文字を書けるようになります。

自らの触覚の動きを、遅延なく再現することができるようになるのです。

- ・・・ そうすると、遠く離れた人に対して、物理的な干渉行動を起こすことができるようになります。

5G になれば、遅延を気にせずに、リアルに極めて近い形で手術することができます。

- ・・・ 医師の動きを、別の場所にいる手術ロボットが遅延なく正確に再現し、手術を行うことができるようになるのです。

同じことが、介護についてもいえます。ここでも、一番のネックになったのは遅延でした。

たとえば看護師さんが、離れた場所からリモートの車いすを操作する際に、

- ・・・ 通信の遅れが出ると、どうしても人やモノにぶつかりやすくなってしまいます。  
しかし、5G で遅延がなくなれば、事故が起きるリスクを大きく減らすことができるのです。

遠隔医療や遠隔介護が可能になれば、医療や介護の現場が効率化し、時間のコストを大きく下げられるはずです。

- ・・・ しかも、今まで人がやっていたことを、自動化されたロボットが担えるようになりますので、現場の人手不足も補うことができます。

そして、手術がうまいカリスマ医師が、現場まで行かなくても手術ができるようになれば、

- ・・・ 今よりも多くの人命を救えるようになります。

## (2-9) 5G は、子育てや親の介護に恩恵がある

たとえば、子どもの見守りサービスです。今は、子どもを家に置いておくのは不安ですが、

- ・・・ 5G で常時つながれば、家にいる子どもをつねにリアルタイムで見守ることができるようなサービスが出てくるでしょう。

また、同じようなシステムを使って、

- ・・・ 高齢の親を、子ども世帯が見守ることもできるでしょう。

**5G という技術は、大きなメリットをもたらす、インフラテクノロジーなのです**

**5G というインフラのイノベーションが起きることによって**

**いろんなビジネスチャンスが一気に広がるのです**

**インターネットからモバイルに移り、次のパラダイムシフトは5G と IoT が牽引する**

### 3. **次世代の通信技術の動向と超データ社会の課題&数値目標**

第5世代移動通信システム（5G）は、今、規格の標準化が進められている次世代の通信技術です。

IoT時代の到来として、「**超データ社会**」を創り出す3つのファクターとして、

・・・ **デバイスの多様化、ネットワークの進化、クラウドの普及**が挙げられます。

この中で、「**5Gの数値目標**」と「**ネットワークの最適化問題**」、「**通信能力とネットワークスライシング**」、および、「**エッジサーバーとクラウドの役割分担**」について、次世代の通信技術の動向を調べて見よう。

#### 3.1 **活用シーンの種類と数値目標値**

- 高速・大容量の通信を実現する5Gはこれまでの規格「4G」と異なり、通信の遅れがほとんど発生せず遠隔地でも時間差なく通信ができます。
- 1平方キロメートルの敷地内にある100万台までの機器との接続が可能となります。
- 仮想現実（Vrba）のような大容量のコンテンツの送受信に加え、
  - ・・・ ロボットを時間差なく遠隔地から制御したり、自動運転へ応用したりできるようになります。

活用シーンの種類	項目	数値目標
超高速モバイル通信 (Enhanced Mobile Broadband : eMBB)	最大通信速度	20Gbps (下り) 10Gbps (上り)
	データ通信の最大遅延時間	4ミリ秒 (上り/下り)
大量・多地点通信 (Massive Machine-Type Communication : mMTC)	デバイスの密集度合い	100万デバイス/km <sup>2</sup>
	端末のバッテリー寿命	10年以上 (15年が望ましい)
超高信頼の低遅延通信 (Ultra-reliable and low latency communication : URLLC)	データ通信の最大遅延時間	0.5ミリ秒
モバイル全般	対応可能な最大移動速度	時速500km
	不通時間 (mobility interruption time)	0ミリ秒

- 5Gの標準化を担当する国際電気通信連合 無線通信部門（ITU-R: ITU Radiocommunication Sector）は、5Gの仕様制定に当たって「**5Gが提供すべき通信能力**」を定義するために具体的な活用ケースをいくつも想定しました。

そして、それらの活用ケースにおいて求められる通信能力を議論する中で、

さまざまな活用ケースに対応できるように・・・ **三つの観点を設定しました。**

- ① **超高速モバイル通信** (eMBB) の「最大速度は下り 20Gbps/上り 10Gbps」
- ② **大量・多地点通信** (mMTC) の「1 平方キロメートル当たり 100 万デバイス」
- ③ **超高信頼の低遅延通信** (URLLC) の「遅延時間 0.5 ミリ秒」があります。

この他、「高速モビリティ環境」でも通信できるように、最大移動速度として時速 500km を掲げています。

### 3.2 LPWA ネットワーク

LPWA (Low Power=**省電力**、Wide Area=**広域エリア**) とは、その名前の通り、

- ・・・ **低消費電力で広い領域 (キロメートル単位) をカバーできる無線通信技術のことです。**

今は、超高速ネットワーク「5G」は夜明け前の状態です。

- ・・・ **すべてのネットワークを 5G にするには、コストがかかりすぎます。**

デバイスが年々増えていく、大量データが日々生まれる中で、爆増する「データ生成装置」が発生。

- ・・・ **越えなければならないのが、「ネットワークの最適化」の問題です。**

#### (1) ネットワークの種類

そこで、必要なのは、ネットワークの“使い分け”です。

- ・・・ **適材適所で、最適なネットワークを選ぶ必要があります。**

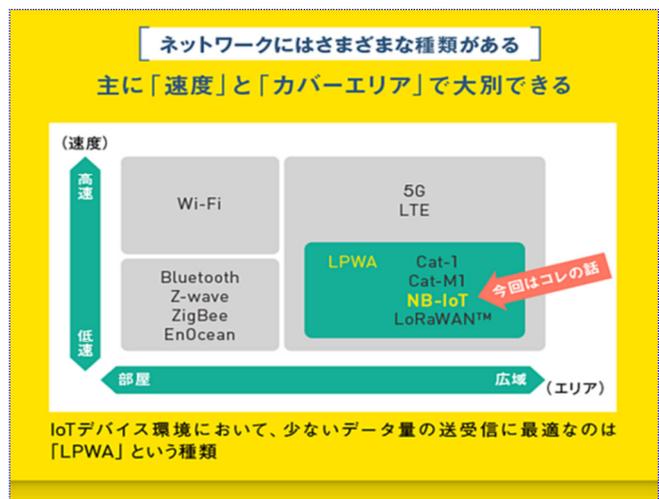
IoT が進み、大量のデバイスとの通信が発生する一方、

少ないデータ量の送受信に最適なのは、「LPWA ネットワーク」です。

- ・・・ **1つ1つのデータは、ごく小さなもので、そこまで高速な通信は必要ではありません。そして、長時間、大量のデバイスから大量データを広範囲に収集する IoT に適しています。**

LPWA にも数種類あるが、  
2018 年の LPWA の市場では、

- ・・・ **NB-IoT と LoRa が主流となりつつある。**



(2) ネットワーク構築の三つの壁

① 「セキュリティ」

人を介さずにデータが行きかう . . . チェック機能が重要となる。

② 「消費電力」

大量なデバイスを基にしたインフラだけに . . . 消費電力はコストに直結する。

③ 「大量デバイスの管理」

多くのデバイスを対象とするため . . . . . 運用管理コストは膨大となる。

上記の三つの壁を飛び越えるマジカルテクノロジーが、「NIDD」(Non-IP Data Delivery) です。

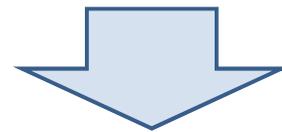
(3) 注目の期待がある NIDD とは

LPWA にも数種類あるが、その中の IoT 向け LTE 通信「NB-IoT」の中でも注目があるのが「NIDD」です。



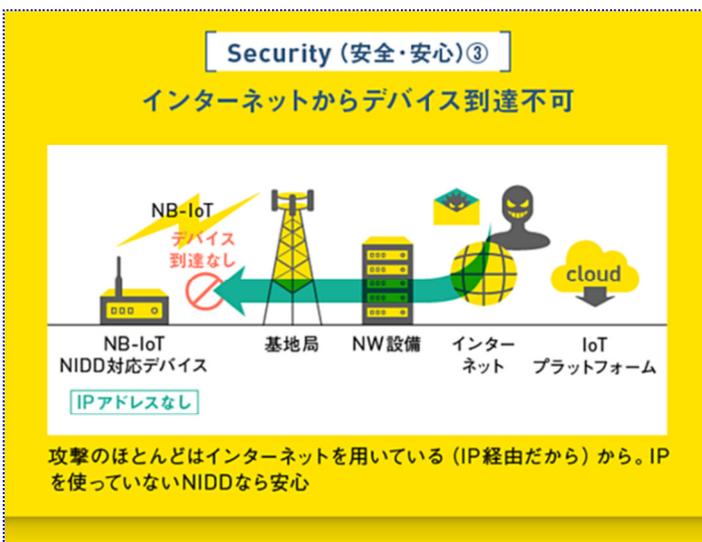
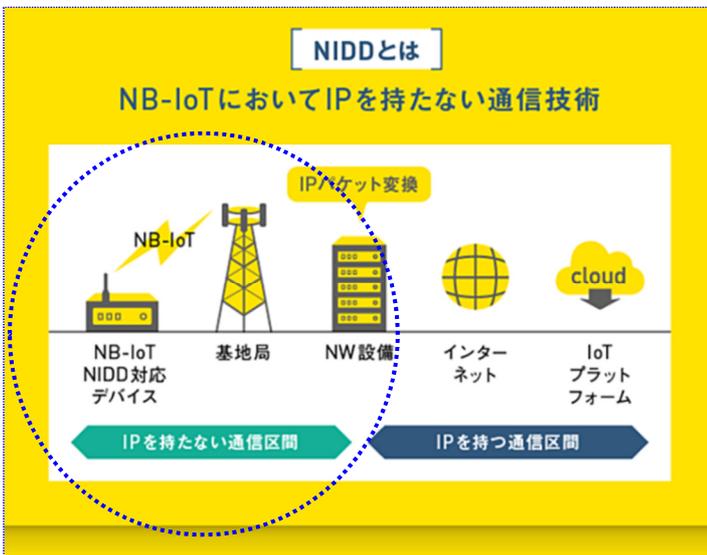
NB-IoTにおいて、IP（通信プロトコル）を持たない NIDD (Non-IP Data Delivery) 通信技術です。

通常のインターネット通信で使う IP (Internet Protocol) を使用しない



IP を使わないことで、悪意ある攻撃からデータを守り、消費電力を抑え、管理工数を削減できます。

攻撃のほとんどは IP 経由だから IP を使っていない NIDD なら安心というわけです。

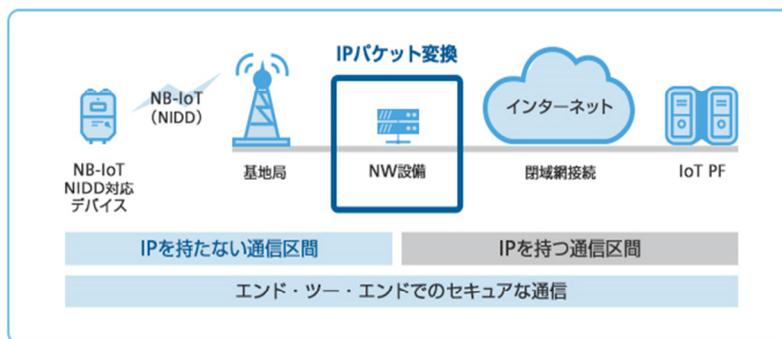


#### (4) **NIDD 技術を使用したデータ通信のイメージ**

新たに NIDD 技術を導入することで「**高セキュリティ**」「**低消費電力**」「**高エリアカバ**」の特長を生かし、

防犯や社会インフラ、農業などのさまざまな事業・領域で対応するデバイスを順次投入し、商用化を目指しています。

#### 【2018年9月～ソフトバンクのIoTの脱インターネット戦略～抜粋】



IoT PF : IoTプラットフォーム

### 3.3 **通信能力とネットワークスライシング**

**5Gは様々な用途に適した通信能力を提供できるように設計されていますが、それらの通信能力をすべての端末がいつでも使えることを前提に設計すると、大量のネットワークリソースを用意しなければなりません。**

当然、ネットワーク構築費用は莫大なものとなり、通信料金も高くなってしまいます。

**そこで5Gのネットワーク構築に当たっては、それぞれの端末やアプリケーションのニーズに応じた通信能力を個別に提供できる仕組みを取り入れました。必要ときに、必要な分のリソースを適切に割り振ることで、コストを抑えながら効率よく多彩な通信能力を提供できるようにしているわけです。**

#### (1) **ネットワークスライシングとは**

「ネットワークの分割」の意味・・・ネットワークを仮想化し、ネットワークリソースを分割して、用途に応じたサービスを提供する技術のことです。

ネットワークスライシングの作り方には、いくつかありますが、

・・・端末ごとおよびアプリケーションごとに設定する方法が検討されています。

この「用途に合わせて適切な通信能力を提供する機能」が「ネットワークスライシング」です。

#### (2) **ネットワークスライシングの利用場面**

自動運転のケースで見に行きましょう（遅延時間が長いと自動運転の「遠隔制御」は危険が増大します）  
まず、自動運転車が求める5Gならではのアプリケーションは、大きく二つあります。

**第一は、集中管理センターから自動運転車の運転制御をオンラインで実行する「遠隔運転」です。**

**この用途では、通信の遅延が許されません。**時速 60km で走行しているクルマは、0.1 秒間に約 1.7 メートル走ります。仮に通信による遅延時間が 0.1 秒だとしたら、遠隔でブレーキをかけても、クルマが止まり始めるまでに 1.7 メートル移動することになってしまうわけです。

・・・ **急ブレーキをかけても間に合わない事態が起こりかねません。**

ここに 5G の「低遅延高信頼モード」を持ち込むと、無線区間の遅延時間が 0.5 ミリ秒以下なので、時速 60km のクルマの通信遅延による移動距離は 1cm 以下となり、

・・・ **遅延を考慮しないで運転制御できるようになります。**

**第二は、運転車が必要とするもう一つの通信アプリケーションは、走行エリアの「映像情報や 3 次元高精細デジタル地図」の送受信です。**

**こちらの用途では、莫大なデータ量をやりとりすることになるので、高密度大容量通信が求められます。**

このように自動運転車は「遠隔制御」と「映像/地図の送受信」という異なる通信アプリケーションを実行しますが、**それぞれのアプリケーションが求める通信能力は別のもとなります。**

「遠隔制御」は、少量の通信量ですが、遅延の短さと高い信頼性が求められます。一方の「映像/地図通信」は、大量データの送受信能力が求められますが、遅延に対する要求はそれほど厳しくありません。

このように異なる通信能力を 1 台のクルマが同時に求めるような場面において、

・・・ **ネットワークスライシングは効果を発揮します。**

データ送信の優先度を高めたり、ネットワーク帯域の割り当てを調整したりすることで、

・・・ **ネットワークリソースを無駄なく活用して、異なる通信能力を効率よく実現するのです。**

### 3.4 エッジコンピューティング

現在、Google や Microsoft、Amazon などの AI プラットフォームが提供する AI サービスの多くはクラウドで提供されています。クラウドは大量データを蓄積・管理することができ、スケラブルでセキュリティも堅牢なので、機械学習を行うのに最適な環境だと言えます。

一方で、「IoT の普及」にともない「IoT 端末から自動的に集められるデータ」が肥大化し、これら膨大なデータをクラウドで処理するのは、**次のような不都合があることが認識されてきました。**

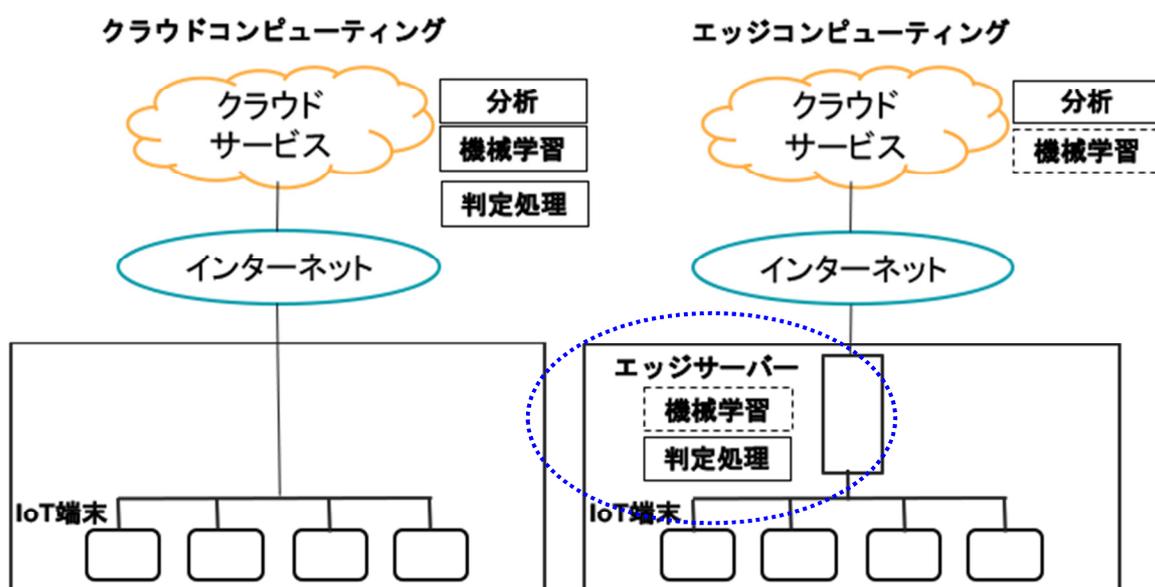
- **通信量が膨大**・・・ 通信量が膨大となり、通信料やクラウドの利用料が大幅に増える。
- **処理速度が遅延**・・・ インターネット経由で処理されるため、処理速度が遅くなる。
- **セキュリティ**・・・ セキュリティなどの理由で、クラウドにデータを上げたくない。
- **接続が不安定**・・・ インターネットの接続が不安定になると処理がストップする。

この問題を解決するため、現場に近いところにエッジサーバーを設置して、ローカルで処理できること

- ・・・ **ローカルで高速処理する構成にしたのがエッジコンピューティングです。**

通常、エッジサーバーはクラウドと組み合わせて使われることが多いのですが、

- ・・・ **その場合の役割分担には2ケースあります。**
- **1つは**、機械学習自体はクラウドで行い、学習済モデルをエッジサーバーに入れて処理させる形態です。
- そして、**もう1つは**、機械学習自体もエッジサーバーで行い、クラウドは分析などに利用するという形態です。



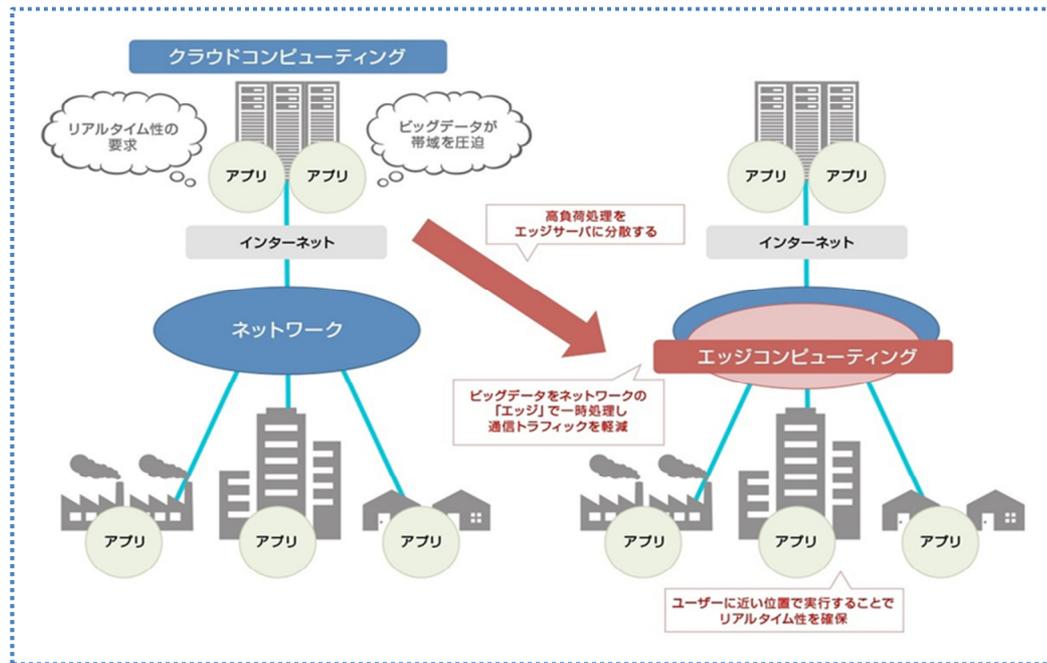
## (1) エッジコンピューティングとは何か？

**エッジコンピューティングとは**、利用者のスマートフォンなどの

- ・・・ インターネットにつながる「IoT 機器において情報を処理」したり、
- ・・・ 利用者に近いエリアのネットワークに「サーバを分散配置して処理」を行ったりするコンピューティングモデルです。

クラウドコンピューティングが、サーバを集約して集中して処理する「**集中処理型**」に対して、

- ・・・ **エッジコンピューティングは**、ネットワークにおける端末機器において情報を処理したり、ネットワークにサーバを分散配置して処理を行ったりする「**分散処理型**」となります。



## (2) エッジコンピューティングの4つのメリット

### ① 低遅延によるリアルタイムでのデータ処理

クラウドサービスへのアクセスする場合は、通常数百ミリから数秒のタイムラグが発生するが、  
 …… **エッジコンピューティングの場合は、近いエリアのため、数ミリから数十ミリのタイムラグで低遅延によるデータ処理が可能となる。**

### ② 分散処理やトラフィックの最適化

エッジコンピューティングは、集約されたサーバにデータを送信した上で処理するクラウドコンピューティングと比べて、データを収集する端末機器や、そこから通信経路の近いエリアで処理することで、  
 …… **負荷分散やトラフィックの混雑解消などのトラフィックの最適化といったメリットもある。**

### ③ 通信コストの削減

IoTの普及に伴い、より多くのデバイスがネットワークを通じて接続し、データがデジタル化され、収集・蓄積され処理されるようになった。定型化されていない非構造データや映像データなど、さまざまな種類のデータ量が急増している。

膨大なデータをネットワーク経由でクラウドサービスに転送すると、データ転送量が膨大となる。クラウドサービスであってもデータの転送料金の費用がかかり、コストが高くなるケースもある。

そこで、クラウドサービスを中心にデータの収集・蓄積や処理をしつつ、迅速なリアルタイムのデータ処理が必要とされる場合は、

- ・・・ **エッジコンピューティングで処理するといった使い分けをする。これにより、柔軟なリソース配分を行うとともに、通信量削減によるコスト低減などにもつながる。**

#### ④ **セキュリティやデータガバナンスの強化**

サーバを集約しているクラウドコンピューティングの場合は、クラウドサービスが何らかの障害でサービスがダウンした際、重大なビジネス機会の損失する恐れがある。企業が対象のクラウドサービスにデータを保存している場合、クラウドサービスが復旧するまで、データにアクセスすることが出来ないため。

- ・・・ **一方、エッジコンピューティングの場合は、データを収集する端末機器から近いエリアのエッジ側で処理するため、クラウドサービスの故障の影響を受けずに、一定の時間、エッジ側で稼働させるなど持続可能性を担保できるといったメリットもある。**

クラウドサービスの場合は、クラウドサービスに企業の個人情報などの機微なデータを集中的に蓄積するため、外部からの攻撃によるデータ漏えいなど、データを悪用されるリスクがあります。

- ・・・ **エッジコンピューティングの場合、エッジ側のローカルデバイスでデータを収集処理する場合は、クラウドサービス側にデータを転送することなく、安全にデータ処理をすることができるため、漏えいリスクなどを軽減することができる。セキュリティ面でもメリットがある。**

### (3) **5Gのエッジデバイス・機器・サービスは？**

(2018年6月の5G対応エッジ機器市場の実績と予測からの表を掲載)

エッジ デバイス・ 機器・サービス	エッジデバイス	6品目	アプリケーションプロセッサ、ベースバンドプロセッサ、5G通信モジュール、NB-IoT、アンライセンスLPWA (Sigfox・LoRa・ソニー方式)、Wi-Fi
	エッジ機器	8品目	スマートフォン、スマートグラス、スマートウォッチ、カーナビ・IVIシステム、デジタルサイネージ、ドローン、スマートスピーカー、監視カメラ
	エッジサービス	5品目	VOD・AR/VR、自動運転システム、遠隔医療、遠隔ロボット操作、教育

#### (4) エッジコンピューティングが注目される理由

エッジコンピューティングが注目されている背景は、

IoTの普及に伴うデジタルデータの量が膨大に増加することに伴い、

- ・・・ **低遅延での通信が求められるリアルタイムアプリケーションの利用拡大が挙げられます。**

たとえば、工場での製造ラインの機械制御の場合、ミリ秒単位でのレスポンスが要求される。

- ・・・ **そのため、クラウドサービスではなく、工場内のエッジで処理する必要があります。**

また、コネクテッドカーや自動運転車は、自動車から生成される映像データや走行データ、ダイナミックマップなど、さまざまなデータのリアルタイム処理が必要となります。

- ・・・ **これらの処理には、エッジコンピューティングの活用が不可欠となります。**

データ収集用のセンサーに加え、データ処理用のCPU（中央演算処理装置）やGPU（画像処理半導体）が搭載され、高速な機械学習や画像処理やデータ蓄積も可能なデバイスも登場しています。

- ・・・ **デバイスの高度化／小型化や消費電力／低コスト化もエッジコンピューティング普及の一因となります。**

2020年以降の提供が予定されている

- ・・・ 5Gはエッジコンピューティングを支える次世代の移動通信システムとして、注目されている。

#### (5) エッジコンピューティングの課題は

エッジコンピューティングの普及で課題の1つになるのが、

- ・・・ **エッジコンピューティング環境を保有する事業者の負担と収益化が問題となります。**

「**オンサイト型**」の場合は、自社の工場内やビル内でエッジ環境を構築することになり、

- ・・・ **エッジ環境の構築費やネットワークにつながる多くのエッジデバイスの運用費用などがプロジェクトに大きくのしかかる可能性があります。**

「**広域内ネットワーク型**」の場合は、さらにコスト負担やビジネスとしての収益化が大きな課題となるでしょう。「広域内ネットワーク型」で利用される代表的なエッジの活用形態は、

- ・・・ **コネクテッドカー（ICT端末としての機能を有する自動車）や自動運転車での利用などがあげられます。**

- ・・・ **2025年までに自動運転車は、1テラバイトの自動車データとセンサーデータをクラウドサービスにアップロードし蓄積すると予測がされています。**

（トヨタ自動車が試算すると、このデータ量は膨大となり、ディープラーニングはおろか、データマイニングも出来ないほどの量となります）

これらのデータは、クラウドサービスだけでは処理できず、

- ・・・ **本格的な「MaaS (Mobility as a Service) の普及」を想定する場合、大規模なエッジ環境を構築していく必要があります。**

**MaaS とは**、「Mobility as a Service (=サービスとしての移動)」の略です。

- ・・・ MaaS は発達中の新たなサービスであるため、明確な定義が決まっています。

欧州の MaaS Alliance では、「MaaS は、色々な種類の交通サービスを、需要に応じて利用できる 1 つの移動サービスに統合することである」とされています。

この定義では、これまでは個別に運営・利用されていた鉄道やバス、タクシーなどの交通手段を、ICT(情報通信技術)を活用してクラウド化し、1 つのプラットフォームに統合することを指します。

例としては、自動運転やカーシェア、配車サービスなどが挙げられます。

**MaaS が普及することで**、利用者は公共交通や民営のタクシーなどから最適な移動手段を検索し、予約・乗車・決済を 1 つのサービスで完結できます。

それぞれのプロセスが 1 つのサービスで完結する事で、利用者は効率的な移動ができるようになるでしょう。

すでに、さまざまところで、自動運転の技術的な実証が行われていますが、

**これらのエッジ環境を自動車メーカーや、クラウドサービス事業者、通信事業者などのどこの事業者が保有して、ビジネスとして収益化できるのか、**

- ・・・ **「自動運転の普及」にあたっての、大きなテーマの一つとなって行くでしょう。**

**一方で、セキュリティリスクの問題もある。** エッジコンピューティングの活用でエッジやデバイスの増加に伴い、外部からの攻撃対象も増え、コアネットワークへの入り口として悪用や、工場全体の機器が制御不能となってしまう、膨大なビジネス損失を与えてしまうリスクも想定される。

**また、技術的には、消費電力の問題も大きい。** 大電力の消費を前提としたデータセンターで処理を行うクラウドと異なり、端末機器で利用できる電力には、厳しい制約がある。このような制約の下で高度な処理を行うためには、情報処理の中心を担う半導体チップの低消費電力化が欠かせない。

このため、「高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発事業」を立ち上げ、エッジ側において超低消費電力で動作する革新的チップ技術の開発を進めている。

**大きなパラダイムシフトはインターネットからモバイルに移り、その次は I O T だ。**

- ・・・ **2016 年 8 月 15 日発信の SEED も参照にしてください**・・・ **3 年前の意気込みが感じられます。**
- ・・・ **【DR ニュース・021】：半導体設計企業の ARM とは～ムーアの法則と孫の二乗の兵法**

## (6) エッジコンピューティングはどこに向かうのか？

エッジデバイスや、ネットワークやクラウドサービスなどに、インテリジェンス機能を分散し、これらを連携させることで、システム全体のコストや負荷を低減した、

・・・データ流通を支援する自律的かつ自動化されたコンピューティングモデルの提供が期待される。

また、エッジコンピューティングがデータ流通のプラットフォームとなり、異なるエッジ間で連携し、企業や業界の枠組みを超えて、

・・・データを利活用する新しいビジネスモデルや社会モデルの提案や構築が求められています。

センサーなどから収集したデータは、「エッジ側で1回分析したら終わりではない」としたうえで、「エッジ上での分析結果はクラウドなどの上位階層に蓄積して分析し、またモデルを作り直す。このライフサイクルを繰り返すことによって、システムは成長していく」と考えられています。

・・・データ収集したデータを一度エッジで分析して、有用なデータをクラウドに挙げて、さらにクラウド側でデータ分析することにより、優良なデータと成長することが期待されています。

たとえば、スマートシティのように、街全体でエッジ環境を相互に連携運用し、自動運転システムの普及や製造現場の無人化・自動化、映像監視、社会インフラの維持・管理の高度化など、

・・・あらゆるコトやモノが自律的に相互連携し稼働するスマートモビリティ社会の実現などが期待されます。

クラウドコンピューティングの世界では、**Amazon AWS** や **Microsoft Azure** など大手クラウドサービス事業者が大きく市場をリードしており、エッジコンピューティングの世界では、世界の市場で競争できる領域は多く残されていると考えられます。

・・・エッジコンピューティングの領域は、ここ数年の取組みが重要で世界でリードできる領域です。

第5世代通信（5G）の進展により、「IoTの普及に必須となるインフラ技術」が研究開発され、ネットワークの最適化やクラウドとエッジの役割分担などの通信技術的な整備がされつつあります

**IoT時代の到来として、「超データ社会」が身近に迫っていると感じられますが、しかし**  
**デバイスの多様化、ネットワークの進化、クラウドの普及、エッジコンピュータ（エッジデバイス、エッジ機器、エッジサービス）の開発と様々な問題や乗り越えなければならない課題があります**

5Gというインフラのイノベーションが起きることによって、いろいろなビジネスが広がり、インターネットからモバイルに移り、次のパラダイムシフトは5GとIoTが牽引しています

**私たちもこのテクノロジーの恩恵に預かり、ビジネスチャンスを果敢に取り組んで行きましょう**