

■5Gを実現する最新モバイルネットワーク技術2019

[大量IoT 接続/ 超高速通信/ 超低遅延がビジネスモデルを変える] 目次

第1章 迫り来る5G（第5世代）時代と新たな通信への期待

=世界の5G商用サービスと3GPP標準仕様の最新動向=

1.1 世界の5G商用サービスの最新動向

1.1.1 ベライゾンが世界初の5G商用サービスを米国4都市でスタート

[1] 最初の5GサービスはFWA（固定無線サービス）

[2] 2019年前半に最初の商用5Gスマートフォンを投入

1.1.2 米国ベライゾンに続いて開始される商用サービス

1.1.3 2019～2020年に商用サービスを提供する通信事業者

1.2 日本の通信事業者の5G商用サービスの動向

1.2.1 NTTドコモの5G展開

1.2.2 KDDIの5G展開

1.2.3 ソフトバンクの5G展開

1.2.4 楽天モバイルネットワークの5G

1.2.5 総務省が5Gの周波数割当方針を発表

[1] 日本は3.7GHz/4.5GHz帯と28GHz帯を割当へ

[2] 周波数割当の審査方法

1.2.6 2019年世界無線通信会議（WRC-19）での5G周波数割当の審議

1.3 3GPPで「5G NR」の2つの標準仕様：NSAとSAが完成

1.3.1 5Gの新無線インタフェース規格「5G NR」が完了へ

[1] 移動通信システムの進化（第1世代～第5世代）

[2] 5Gの新無線インタフェース「5G NR（New Radio）」の完成

1.3.2 IMT-2020（5G）勧告は2020年に策定

1.3.3 5G NRの2つの標準仕様：NSAとSA

1.4 5Gの全体像

1.4.1 5Gの決め方

[1] 4Gの次世代版「5G」

[2] IMT-2020に準拠した5G規格

1.4.2 3GPPにおける5G規格化作業

1.5 5Gで実現するサービス

1.5.1 固定系（FWA）にも利用

1.5.2 5Gの本格的な産業利用は2022頃から

1.5.3 5Gの自動車向け通信

[1] 急浮上したC-V2X

- [2] 3GPPで規格化されたC-V2X
 - [3] C-V2Xの基本は機器間の直接通信
 - [4] 3GPPで5GによるV2X方式「NR-V2X」を検討
 - [5] C-V2Xのアプリケーション
- 1.6 5Gのための機材・設備
- 1.6.1 5Gで使用される周波数：サブ6GHz帯とミリ波帯
 - 1.6.2 5Gの無線基地局の設備
 - 1.6.3 5Gのコアネットワーク設備
 - 1.6.4 5Gの携帯機
 - [1] サブ6GHz帯の部品
 - [2] ミリ波帯用の部品
- 1.7 5Gにおける新しいサービスの形
- 1.7.1 エッジでのサービス（エッジコンピューティング）
 - 1.7.2 スライシング（ネットワークスライシング）
- 1.8 IoTは5Gが推進
- 1.8.1 5Gがベストマッチ
- 第2章 5G時代における世界のモバイル市場動向
＝モバイル業界（GSMA）もSDGsへの取り組みをアピール＝
- 2.1 5G時代：GSMAがモバイル業界のSDGsの実現に向けたアピール
- 2.1.1 5Gフェーズ1の完了とGSMAの取り組み
 - 2.1.2 5GがSDGsに与える貢献をキャラクタで表現
 - [1] COP24でパリ協定の実施ルールが合意へ
 - [2] IPCC特別報告書：各国はCO₂削減目標を引き上げる必要がある
 - 2.1.3 GSMAはSDGsを全面的に推進
 - [1] 2018年SDGsレポートも発行へ
 - [2] MWC 2018でSDGsを全面的にキャンペーン
 - [3] SDGsが国連で採択された背景
- 2.2 2025年を展望したモバイル業界の市場動向
- 2.2.1 2025年に全世界60億加入者数のうち12億人が5G接続へ
 - 2.2.2 世界の上位10カ国のモバイル普及率：トップはロシア
 - 2.2.3 モバイルインターネット：デジタル時代に急増するスマートフォンの大市場
 - 2.2.4 2019年市場は4Gがリードし、5Gは実証から商業化へ
 - [1] 2025年までは4Gが牽引
 - [2] 5Gの標準化と周波数帯
 - [3] 5Gサービスの主要な市場と世代別シェア

- 2.2.5 IoT接続の規模は、2025年までに250億に拡大へ
 - 〔1〕 2023年に民生用市場と産業用市場が逆転
 - 〔2〕 セルラーIoTを実現するLTE-MとNB-IoT
- 2.3 世界のIoT接続数と各地域別の市場の発展
 - 2.3.1 ユースケースに最適な多様な接続技術
 - 2.3.2 業種別のユースケースの拡大
- 2.4 モバイル産業のSDGs（持続可能な開発目標）への影響の拡大
 - 2.4.1 モバイル事業者の貢献
 - 〔1〕 より良いネットワークを構築したこと
 - 〔2〕 より多くの接続性を実現したこと
 - 〔3〕 モバイルでより多くのことをできるようにしたこと
- 2.5 今後の課題：主要課題とイニシアチブ
 - 2.5.1 モバイル業界のSDGsへのインパクト
 - 2.5.2 IoTによる新しいソリューションの拡大
 - 〔1〕 SDGsの達成を支援するGSMAの取り組み
 - 〔2〕 SDGsを達成のためのフレームワーク
- 2.6 主なイノベーションの分野：IoT、AR/VR、ネットワークとAI
 - 2.6.1 ユーザーインターフェースとして音声の「復活」
 - 2.6.2 RCS：次世代SMSサービスが急増

第3章 3GPPにおける5Gの標準化とシステムの現状

＝初めて実現した世界統一の移動通信方式＝

- 3.1 3GPPにおける5G規格策定の現状
 - 3.1.1 プレ5G時代
 - 3.1.2 3GPPでの5G規格仕様
 - 〔1〕 5Gが目指す3つのシナリオ（eMBB、mMTC、URLLC）
 - 〔2〕 新しい無線方式（NR：New Radio）とコアネットワーク
 - 〔3〕 5Gの規格策定作業を前倒しへ
 - 3.1.3 無線区間（RAN：無線アクセスネットワーク）
 - 〔1〕 5G NR（ノンスタンドアロン運用）
 - 〔2〕 5Gサービス：サブ6GHz帯から
 - 〔3〕 アンテナ技術の高度化：Massive MIMOの導入
 - 3.1.4 5Gのコアネットワーク
 - 〔1〕 5Gコアネットワークのアーキテクチャ
 - 〔2〕 ネットワーク仮想化とネットワークスライスの導入
- 3.2 システムの現状

3.2.1 5Gシステムの完成に必要なもの

- [1] 5Gシステムに必要なハードウェア

3.2.2 5Gサービスに向けた無線通信ネットワーク

- [1] 無線区間側
- [2] コアネットワーク側

3.2.3 5G向けモバイル機器

- [1] 中核となる5G用半導体の開発
- [2] アンテナやアンプを一体化した5G用の無線モジュール

第4章 5G用半導体と端末装置の最新動向

=CES 2019で5Gスマートフォンのリファレンスデザインが登場=

4.1 5G向け半導体の状況

4.1.1 アナログ半導体

4.1.2 5Gの無線送受信部

- [1] 5G向け最新の無線モジュールが登場
- [2] クアルコムとインテルの5G用無線モジュール

4.1.3 5G用のデジタル半導体

- [1] 半導体の線幅縮小による密度向上
- [2] 5G用モデム：先行するクアルコムとインテル
- [3] 携帯機用SoC：クアルコム、メディアテック、サムスン、アップルの動向

4.2 5G携帯機の状況

4.2.1 LTEモデムと5Gモデムの違い

4.2.2 最初の5Gスマートフォンは、2019年前半に登場

4.2.3 5G携帯機の機能

4.2.4 5G携帯機用ディスプレイ

4.2.5 5Gの通信速度：詳細なシミュレーションを実施

- [1] A：ドイツ・フランクフルト市でのSub-6GHz運用シミュレーション条件
- [2] B：米国サンフランシスコ市でのミリ波運用シミュレーション条件
- [3] 共通条件
- [4] Aの結果：Sub-6GHz結果例
- [5] Bの結果：ミリ波結果例

4.2.6 5G関連製品の商品化

- [1] 商品化の「お手本」：Reference Design（参照設計）を用意
- [2] 5Gの市場を広げる「Reference Design（参照設計）」
- [3] MWC 2018に出展された5Gの試作機
- [4] CES 2019に登場した5Gスマートフォンのリファレンスデザイン

第5章 5Gと新しい「スライシング」の展開

=ビジネスを変えるNFVやエッジコンピューティングの活躍=

5.1 スライスという新概念

5.1.1 ネットワーク利用者が必要な機能を選んで取り出して利用できる

5.1.2 通信事業者から需要家（利用者）が直接ネットワークを「買う」ことも可能

5.2 スライスとは何か

5.2.1 スライスの定義

5.2.2 スライスのイメージ

5.2.3 スライスはネットワークの「仕様書」

5.2.4 スライスの処理

5.2.5 スライスの概念の導入と通信事業者

5.3 スライスを作り出す：利用例

5.3.1 <スライス利用例1>保険会社がネットワークを買い切る事例

5.3.2 <スライス利用例2>工事現場用のクラウドサービスの例

5.4 スライシングが商品化の鍵

5.4.1 進化していくスライシングのサービス

5.4.2 同じIPアドレスの端末から複数のスライスを並行して利用可能

5.5 NFVとの組み合わせ

5.5.1 NFVとは何か

5.5.2 NFVで真の分散処理を実現

[1] NFV利用は、まず基地局から

[2] 住宅街担当の基地局Aとビジネス街担当の基地局Bの連携

[3] ETSIでNFV用のハードウェア仕様を規格化

5.6 エッジコンピューティングが新サービスを拓く

5.6.1 エッジコンピューティングとは

[1] 5Gにおけるエッジコンピューティングの仕組み

5.6.2 5Gネットワークにおけるエッジの位置

5.6.3 エッジでアプリを実行も

[1] 多階層データセンターとエッジ

[2] エッジコンピューティングはスライスの処理から

[3] 従来の基地局はデータセンターへ変身

第6章 MWC 2018の各社ブースに見る5G/IoT（LPWA）の最新動向

=5G時代の多彩なアプリケーション例=

- 6.1 インダストリー4.0の利用も期待される5G
 - 6.1.1 ファーウェイのワイヤレスXラボ
 - [1] 高度なコネクティビティ
 - [2] エンド・ツー・エンドのクラウド・アーキテクチャ
 - [3] 多様なアプリケーションを支えるPaaSプラットフォーム
 - 6.1.2 デンソーウェーブ
 - [1] 本質安全
 - [2] 機能安全
 - 6.1.3 EHang (イーハン)
- 6.2 IoT向けのLPWA : NB-IoT
 - 6.2.1 2023年に300億デバイスが接続
 - 6.2.2 日本市場 : 2つのタイプのLPWAを提供
- 6.3 NB-IoTを導入した製品動向
 - 6.3.1 ファーウェイ (HUAWEI)
 - 6.3.2 エリクソン (Ericsson)
- 6.4 日本におけるLPWAサービスの動向
 - 6.4.1 ソフトバンクのLPWA : NB-IoTとCat.M1 (LTE-M) のサービスを開始
 - [1] 日本で初めてNB-IoTの商用サービスを開始
 - [2] 「IoT料金プラン」の概要 (NB-IoTおよびLTE-M共通)
 - 6.4.2 NB-IoTを利用した水道メーター向け無線自動検針システム
 - [1] 愛知時計電機とソフトバンクの取り組み
 - [2] 愛知時計電機の光ピックアップ方式の水道メーターの特長
 - [3] 東京国際フォーラムのボトルディスプレイ式水飲栓
 - 6.4.3 KDDIのLPWA : IoTコネクトLPWA (LTE-M) のサービスを開始
 - [1] KDDIのIoTコネクトTE-Mの特徴
 - [2] LPWAに対応したIoT通信モジュール
 - [3] LTE-Mサービスの概要と特長
 - [4] KDDI IoTコネクトLPWA (LTE-M) の料金プラン
 - [5] 回線管理機能
 - [6] 想定されるユースケース例
 - 6.4.4 920MHz帯を使用する「Sigfox」の事例
 - 6.4.5 NTTドコモ : IoT拡大に向けてLTE-M (LPWA) 商用サービスを開始
 - [1] 「LTE-M」の特長とシステム構成例
 - [2] 対応料金プラン : IoTプランとIoTプランHS
 - [3] ドコモのLPWA通信の全体像
 - [4] 省電力技術 : eDRX
 - [5] NTTドコモのLPWA実証例

- [6] 全国で家電1,000台規模のLPWAネットワークの実証へ
- [7] パナソニックと東電タウンプランニングの実証
- 6.5 IoTをキーワードにした日本での市場展望
 - 6.5.1 IoTでの勝ち組になるための日本が抱える課題
 - 6.5.2 IoTビジネスにおける今後の方向性
- 6.6 MWC 2018に見るIoTビジネスの考察
 - 6.6.1 ノキアのSleep Sensing & Home Automation Pad
 - [1] ヘルスケアのIoT対応製品の展示
 - [2] Nokia Sleepセンサー& Health Mateアプリ
 - [3] Nokia Sleepの主な特長
 - 6.6.2 エリクソンが「ホットな10大の消費者動向2018」を発表
 - [1] 5G/IoTの商用サービス以後の消費者のトレンド
 - [2] 「10個のホットな消費者動向2018」の内容
- 6.7 通信事業者が取り組むドローンビジネス
 - 6.7.1 NTTドコモのドローンプラットフォーム「docomo sky」
 - [1] ドローンプラットフォーム「docomo sky」（ドコモスカイ）
 - [2] プラットフォームを構成する4要素の機能
 - [3] ドローンプラットフォームdocomo skyの導入事例
 - 6.7.2 世界初の複数（4機）のドローンによる広域警備の実証
 - [1] ドローン専用基盤「スマートドローンプラットフォーム」
 - [2] 4GLTEで自律飛行する複数ドローンの実証実験の概要
 - [3] 4GLTEで自律飛行する複数ドローンの実証実験の内容
- 6.8 スマート農業の実現
 - 6.8.1 PSソリューションズのe-kakashi
 - [1] AIとCPSを実装したIoTソリューション「e-kakashi」（イーカカシ）
 - [2] 第2世代「e-kakashi」の特長
 - 6.8.2 ボッシュ（BOSCH）のスマート農業ソリューション
 - [1] ハウス栽培トマト向け病害予測システム「Plantect」
 - [2] Plantectの特長①：AIを使ったクラウドベースのデータ解析により92%の病害予測を実現
 - [3] Plantectの特長②：大規模な投資、施工を必要としないユーザー体験で、小・中規模農家も導入しやすい
 - [4] IoTを活用した事業領域の拡大
 - 6.8.3 ノキアと丸紅のIoTビジネス
 - 6.8.4 スマートホームやスマートタウンに向けたIoTビジネス
- 6.9 MWC 2018における5Gをキーワードにした日本のブース
 - 6.9.1 NTTグループ

- 〔1〕 B2B2Xのビジネスモデル
- 〔2〕 NTTドコモの5G関連の展示内容

6.9.2 NTTドコモ

- 〔1〕 5Gロボットによるリアルタイム書道のデモ
- 〔2〕 交通における5G：ニューコンセプトカート「SC-1」展示
- 〔3〕 5Gでスポーツ・エンターテインメント「ジオスタ」

6.9.3 NTTコミュニケーションズ

- 〔1〕 NTTコミュニケーションのSD-WAN

6.9.4 NEC

- 〔1〕 NECの展示コーナーのテーマ
- 〔2〕 NECの5Gの技術的特徴
- 〔3〕 5G環境で実現できるサービス
- 〔4〕 実証実験①：KDDI、大林組、NECにおける4K3Dモニターを活用した建機の遠隔施工
- 〔5〕 実証実験②：総合警備保障、NEC、NTTドコモ 5Gを活用した高度な警備サービスの実現に向けた実証実験

6.9.5 富士通

- 〔1〕 量子コンピューティング
- 〔2〕 富士通研究所が開発をしたデジタルアニーラの技術
- 〔3〕 富士通研究所のデジタルアニーラによる効果
- 〔4〕 ブロックチェーン機能を拡張した「富士通VPX」

第7章 5Gに関する標準化組織・コンソーシアム

=ITU-R/3GPPからGSMA、OSA/xRAN、LPWAまで=

7.1 5Gに関連する標準化関連団体：ITU-R、3GPP

- 7.1.1 ITU-R/WP5D：5Gの勧告（標準）策定
- 7.1.2 3GPP：5G標準技術仕様を策定

7.2 GSMA（GSM協会）：世界最大の携帯通信事業者の業界団体

- 7.2.1 5G（第5世代）に向けた取り組み
 - 〔1〕 GSMAのワーキンググループ
 - 〔2〕 GSMAインテリジェンス
 - 〔3〕 IoT向けセルラーLPWA：LTE-M、NB-IoT商用サービスの動向
 - 〔4〕 LTE-M Task ForceとNB-IoT Forum
 - 〔5〕 世界のセルラーLPWAの普及状況：LTE-Mが23カ所、NB-IoTが59カ所

7.2.2 主要国・地域の5G推進団体

- 〔1〕 欧州：5GPP/5G-IA
- 〔2〕 米国：5GAmericas

- [3] 中国：IMT-2020PG
- [4] 日本：5GMF
- 7.2.3 5G実現に向けた世界の多彩な「コンソーシアム」
- 7.3 OSAアライアンス (Open Air Interface Software Alliance)
 - 7.3.1 OSAアライアンスの目的
 - 7.3.2 OSAアライアンスへの参加メンバー
- 7.4 OpenStackコミュニティ
- 7.5 xRANフォーラム
- 7.6 Open ROADMSA
- 7.7 ONAPプロジェクト
 - 7.7.1 ONAPは新しいLinux Foundationプロジェクト
- 7.8 5G時代を見据えた自動車関係のコンソーシアム
 - 7.8.1 AECC：コネクテッドカー実現に向けたコンソーシアム
 - [1] 期待されるエッジコンピューティング
 - [2] インテルが5Gテクノロジーを提供
 - [3] AECCが2025年までのロードマップを発表
 - 7.8.2 5GAA：通信業界と自動車産業によるコンソーシアム
 - [1] 5Gを利用してセルラーV2Xを実現
 - [2] 5GAAが使用するC-V2X技術
 - [3] 5GAAが当面は4GLTEを活用する理由
- 7.9 5G時代の非セルラーLPWA関連のアライアンスの最新動向
 - 7.9.1 Sigfox：1国1事業者と契約するビジネスモデル
 - [1] 全世界の53カ国・地域、10億人をカバー
 - [2] Sigfox社のビジネスモデル
 - [3] 2019年夏には97%までサービスエリアを拡大
 - [4] スカパーJSAT（衛星通信回線）との相互接続に成功
 - 7.9.2 LoRaアライアンス：オープンなLPWAを推進
 - [1] 世界の51カ国の100の通信事業者がサービスを提供
 - [2] 「LoRa」と「LoRaWAN」
 - [3] 日本LoRaアライアンス普及開発推進協会の設立
 - 7.9.3 ZETAアライアンス：アジア地域のLPWA標準へ
 - [1] 日本が最初となったZETAアライアンス
 - [2] 日本に続いて中国にもZETAアライアンスを設立
 - [3] ZETAによるIoTネットワーク構成と機器
 - [4] ZETAの伝送速度／通信距離
 - 7.9.4 IEEE 802.11ah (Wi-Fi HaLow)：Wi-FiファミリーのLPWA
 - [1] IEEE 802.11ah

[2] IEEE 802.11ahの特徴

[3] 日本で802.11ah推進協議会が発足

[4] IEEE 802.15.4g (SUN) とIEEE 802.11ah (HaLow) の違い

7.9.5 ソニーのLPWA「ELTRES (エルトレス)」

[1] 国際標準となった「ELTRES」

[2] ELTRESの特徴

[3] ELTRESの主な仕様

[4] 商用通信サービス提供に向けて3社が共同事業を