

5Gを支える最新の要素技術と機能

沢田 健介

1. はじめに

2020年春から日本でも5G(第5世代移動通信)の商用サービスが開始された。およそ10年周期で世代を重ねてきた移動通信システムは5世代目となる。3Gはモバイル環境におけるインターネットの利用を可能にし、4Gはスマートフォンを普及させ、我々の生活に変化をもたらしてきた。5Gはどのようにして私たちの生活に変化をもたらすだろうか。携帯電話システムを支える技術は、サービス開始後も更新し続けるため、数年後には全く新しい移動通信サービスが登場し、我々の生活が

大きく変わっている可能性もある。

本稿では、3GPP(国際的な移動通信システムの標準化プロジェクト)の最新仕様である、3GPPリリース16(以下Rel.16と記載)に基づく、5Gを支える最新の要素技術とその機能を紹介する。

2. 最新の要素技術

Rel.16は2020年7月に完成した。本節ではRel.16で強化された主要要素技術(図-1)とその機能について説明する。

(1) V2X Phase 3

V2X(Vehicular to Everything)は、Rel.16でPhase 3となり、初めて5G規格の無線方式(5G-NR Side-link)に対応した、自動車対他者通信である(Phase 2では4G規格の無

線方式であるLTEに対応していた)。無線方式が5Gとなり、従前よりも低遅延・高信頼となることから自動車の運用面で我々の生活を大きく変える可能性を持つと考えられる。V2X Phase 3では、複数の車両が連なって走る隊列走行(platooning)、車載センサの情報を他車と共有する拡張センシング(extended sensors)、自動運転(automated driving)、遠隔操縦(remote driving)が応用例として示されている(図-2)。

(2) eURLLC

eURLLC(enhanced Ultra-Reliable and Low Latency Communication)は、5G無線の特長の一つである超高信頼低遅延(URLLC)をRel.16では、更に低遅延と高信頼のニーズに

- V2X Phase 3
 - Platooning
 - Extended Sensors
 - Automated Driving
 - Remote Driving
- eURLLC
- NR-U
- 5G Efficiency
 - Interference Mitigation
 - SON
 - eMIMO
 - Location and Positioning
 - Power Consumption
 - eDual Connectivity
 - Device capabilities exchange
 - Mobility enhancements
- IAB
- eCAPIF
- Satellite Access in 5G
- FRMCS Phase 2

図-1 Rel.16で強化された要素技術
(<https://www.3gpp.org/release-16>)

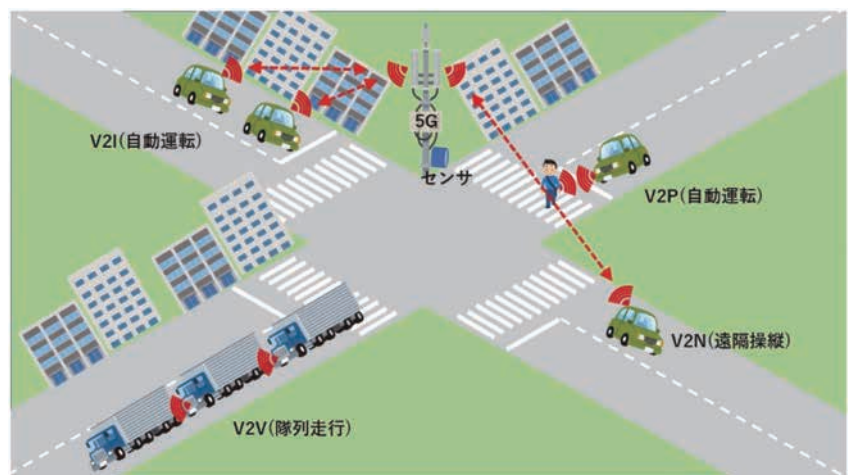


図-2 V2X Phase 3

応えるために高度化した規格である。eURLLCでは、送信タイミングのスケジューリング情報のサイズを小さくしたり、複数の受信確認フィードバック情報(HARQ-Ack)を同時に送信したりすることで物理制御チャンネルの最適制御を実現し、物理データチャンネルの小刻みなスロット(Mini-slot)による反復送信や、低遅延が要求されるパケットや端末の情報を優先送信するなどの制御などにより更なる低遅延と高信頼性を実現している。eURLLCにより、工場などの産業のスマート化や、自動運転車など、低遅延でミッションクリティカルな用途での5Gの導入が加速することが期待される。

(3) NR-U(NR-Unlicensed)

5G無線には通信キャリア会社が運用するキャリア5Gと、誰でも運用が可能なローカル5Gがあるが、いずれも運用するためには総務省の無線局免許が必要だった。しかしRel.16で新たに免許不要帯域を5Gに開放する標準仕様が示されたことにより、誰でも設置が可能な5G無線への道が開けたことになる。NR-Uには免許必要帯域と免許不要帯域を併用するAnchored NR-Uと、免許不要帯域だけを使用するStandarone

NR-Uの二種類が定義されており、前者は4GのLTEでも提供されていたLTE-LAA(Licensed Assisted Access)と同様、免許必要帯域が複層した際になどに通信トラフィックをオフロードする目的で免許不要帯域を活用する仕組みである。一方でStandarone NR-Uは、Wi-Fiと同様に免許不要帯域の電波のみを使用して直接5Gコアネットワークに接続することができるため、今後の利活用が期待される。

(4) 5G Efficiency

Rel.16で高度化された機能として以下がある。

Interference Mitigation：(干渉緩和)、Self-Organizing Network(SON；自己管理ネットワーク)、eMIMO(Enhanced MIMO；マルチスマートアンテナを使用する無線通信品質向上技術)、Location and Positioning(測位機能)、Power Consumption(省電力機能)、eDual Connectivity(複数基地局利用同時通信)、Device capabilities exchange(端末能力情報の共有)、Mobility enhancements(モビリティの高度化)

(5) IAB(Integrated Access Backhaul)

5G無線の特にミリ波では通信可能エリアが狭いことから、光ファイバを用いたバックホールの数が多くなってしまいう問題がある。そのため、ある光ファイバーバックホールに接続された5G基地局の近隣の基地局間を無線で繋ぎバックホールの代わりとする技術である(図-3)。

(6) eCAPIF(envolved Common API Framework)

Rel.16の前のRel.15ではネットワークの制御層とアプリケーション層をつなぐAPIを共通化するCAPIFが提供された。Rel.16でこれを更に進化させたのがeCAPIFであり、複数のプロバイダが相互接続して連携したサービスを提供することが可能な仕組みが提供された。

(7) Satellite Access in 5G

5G無線と人口衛星を利用して、海上を船舶で移動するコンテナの追跡、テレビ放送、IoT、災害時の一時的な通信確保、国境を超えるネットワークの構築、NRと5Gコアネットワークを繋ぐバックホールとすることなどを目的とした技術仕様が検討されている。

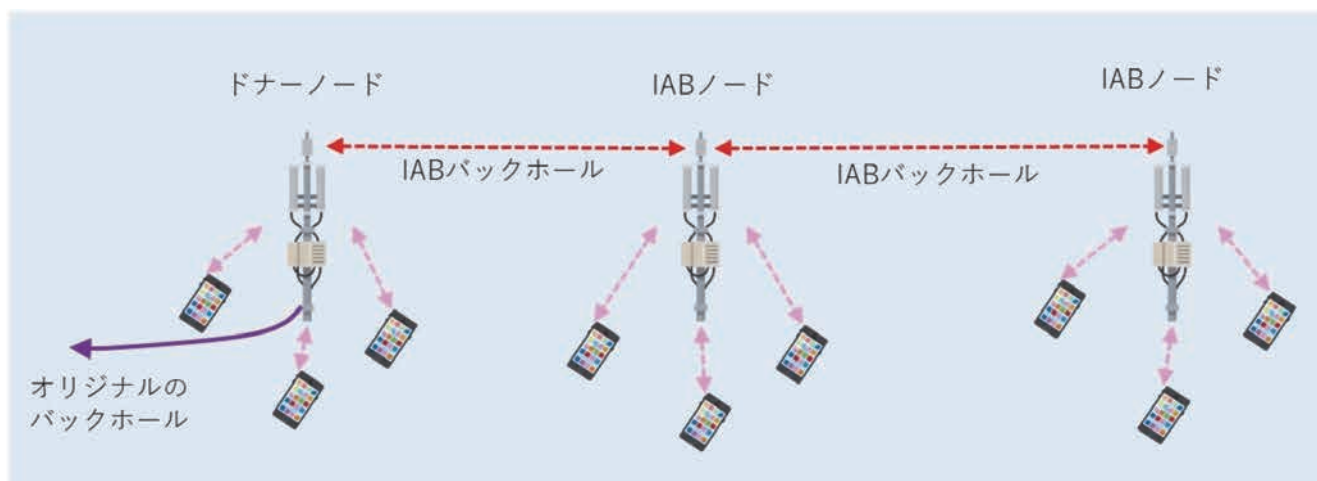


図-3 IAB

(8) FRMCS Phase 2

5G無線を使用した未来の鉄道移動通信システム(Future Railway Mobile Communication System)が主に欧州で検討されている。鉄道車両に搭載した各種センサやカメラの情報を5G無線で外部と共有し、列車の自動運転や、各種の高度なサービスを提供することが目指されている。

3. 5Gの高度化によってもたらされる世界

5Gが高度化することにより世界にどのような変化がもたらされるだろうか。

V2Xはコネクテッドカーの普及を加速し、自動運転車や遠隔操縦をより身近にすることが期待される。また、その際にeURLLCは信頼性と安全性を向上させるだろう。eURLLCはまた、高度なMTC(Machine Type Communication)の実現に寄与することが期待され、工場の自動化に应用することで第4次産業革命と呼ばれるIndustry 4.0を実現するキーテクノロジーとなり得るだろう。また、医療現場に应用することで遠隔医療手段の実現にも寄与することが期待される。

免許不要のNR-Uは5Gシステム

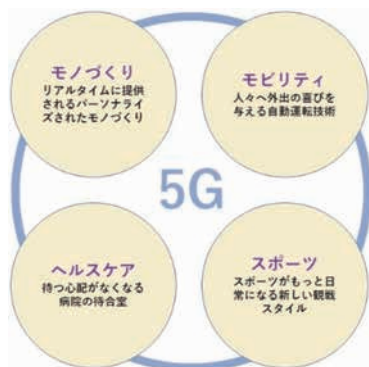


図-4 5Gがもたらす世界
(<https://www.fujitsu.com/jp/innovation/5g/concept/>)

導入のハードルを下げ、誰でも5Gを簡単に利用できるようになることから、免許を必要とするローカル5Gと共に、キャリア5Gとは異なった高度なサービスが大手の携帯電話会社のサービスに依らずとも享受できるようになることが期待される。

4. 5Gの将来

Rel.16は2020年7月に仕様化が完了した。3GPPではRel.16の次の仕様である3GPPリリース17(以下、Rel.17)の検討が既に開始されている。Rel.17では、RAN1(物理層)、RAN2(無線プロトコル)、RAN3(無線アーキテクチャ機能)のそれぞれのワーキンググループで標準化作業が行われる。RAN1では5GNRの性能向上と高効率化、具体的にはMIMO、周波数シェアリングの高度化、端末消費電力の低減、カバレッジの拡大など、RAN2では、新たに追加された物理層を駆動するために必要なプロトコルの追加、RAN3では、RAN1とRAN2に必要なアーキテクチャが、それぞれ検討される予定である。

5. 6G

5Gの普及はこれからだが、既に次世代方式である第6世代移動通信システム(6G)の検討が開始されている。しかし、その活動は現状では3GPPや国際電気通信連合(ITU)などの国際パートナーシップや連合によるものではなく、各国の政府や民間企業によるものである。日本の総務省は2020年1月にBeyond 5G推進戦略懇談会を設置、米国FCCはテラヘルツ(THz)帯域の電波を研究用途に解禁、中国、韓国、欧州でも主導権を巡り官民学の活動が活発化してきている。6Gでは5Gの機能

に加えて、現在の移動通信システムでは十分ではない上空、海上、海中、宇宙などでのカバレッジの拡大とともに、人や物のセンシング能力を拡張することによるサイバーフィジカルの更なる融合と、それに伴う新しいライフスタイルが予想されている。

(さわだけんすけ：富士通(株))