



# 3GPPにおける5G標準化と世界動向



株式会社NTTDコム 5G推進室 主任研究員 **ながた さとし**  
**永田 聡**

## 1. はじめに

近年のスマートフォンや多様なアプリケーションサービスの普及に伴う爆発的なトラフィックの増加と多種多様なサービスの増加を背景に、第5世代移動通信システム（5G）への期待が高まっている。本稿では、3GPP（3rd Generation Partnership Project）で検討されている5G標準化動向について概説する。

## 2. 5Gの適用シナリオと要求条件

国際電気通信連合（ITU：International Telecommunication Union）において議論された5Gの将来ビジョンに対する勧告<sup>[1]</sup>では、大きく以下の3つのユースケースが示されている。

- (a) 高度化モバイルブロードバンド（eMBB：enhanced Mobile BroadBand）
- (b) 大規模マシンタイプ通信（mMTC：massive Machine Type Communications）
- (c) 超信頼・低遅延通信（URLLC：Ultra-Reliable and Low Latency Communications）

eMBBは高速・大容量化につながるブロードバンド通信を表し、通信速度の高速化を含めたモバイルブロードバンド化を目指したシナリオである。mMTCは携帯電話機に加え各種センサーや家電機器などの様々な機器が大量につながるIoT（Internet of Things）を考慮したシナリオとなっている。URLLCは自動運転車、産業用ロボット、遠隔医療などIoTの一種ではあるが、高いリアルタイム性や信頼性が必要とさ

れるミッションクリティカルサービスをサポート/アシストする使い方を狙ったシナリオとなっている。

3GPPではこれらのユースケースを考慮し表に示すような5Gに対する要求条件が規定されている<sup>[2]</sup>。要求条件規定の際には、複数のユースケースを考慮し、eMBB向けにはピークデータレートや周波数利用効率といった高速大容量化につながる条件、mMTC向けには移動機端末（UE：User Equipment）のバッテリーライフや接続数、カバレッジ、URLLC向けには遅延や信頼性の条件が規定されている。

## 3. 5G標準化スケジュール

ITU-R（ITU Radio communication Sector）では、2016年より5Gの技術性能要求作成を進め、作成された性能要求を満たす無線インタフェース提案を2017年から2019年にかけて受け付ける。その後、提案された無線インタフェースに基づき2019年から2020年にかけて無線インタフェース勧告案の作成が行われる予定である。

3GPPではITU-Rのスケジュールに沿う形で2019年末までに複数のReleaseにおいて段階的な5Gの標準化仕様策定を行うことを予定している。具体的には図に示すように、2016年から2017年初旬までかけて検討が行われたRelease 14において従来の無線通信方式であるLTE（Long Term Evolution）、LTE-Advanced（Pro）無線通信方式との後方互換性の無い新しい無線アクセス技術New Radio（NR）の基礎検討（Study Item）を行い、候補となる要素技術の技術検討、妥当性の評価を行った<sup>[3]</sup>。その後、2018年中旬まで計画されているRelease 15において詳細仕様検討（Work Item）を

■表. 5G要求条件

Use case	Key performance indicator	5G	
		DL	UL
eMBB	Peak data rate	20 Gbps	10 Gbps
	Peak spectral efficiency	30 bps/Hz	15 bps/Hz
	C-plane latency	10 ms	
	U-plane latency	4 ms	
	Transmission Reception Point spectral efficiency [bit/s/Hz/TRxP]	3 times higher than IMT-A (ITU-R Rec. M)	
	Area traffic capacity [bit/s/m <sup>2</sup> ]		
	User experienced data rate [bit/s]		
5% user spectrum efficiency [bit/s/Hz/user]			
Target mobility speed	500 km/h		
mMTC	Coverage	Max coupling loss 164 dB	
	UE battery life	Beyond 10 years	
	Connection density	1,000,000 devices/km <sup>2</sup>	
URLLC	U-plane latency	0.5 ms	
	Reliability	BLER = 10 <sup>-5</sup> for 32 Bytes with U-plane latency of 1 ms	



■図. 5G標準化スケジュール



行い、初期段階の5G標準仕様を策定する。なお、Release 15ではノンスタンドアローンと呼ばれるLTEとNRの組み合わせで運用するケースのコア仕様を2017年12月までに終わらせるとともに、NRのみで運用可能なスタンドアローン仕様を2018年6月までに終わらせる予定である。

## 4. 5G要素技術

以下に物理レイヤを中心としたNRの要素技術の概要を示す。

### 4.1 Numerologyと無線フレーム構成

NRでは、複数の異なるOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) サブキャリア間隔を適用可能な無線フレーム構成が採用された。一般に、OFDMサブキャリア間隔を狭めるほど、広域カバレッジ、低い搬送波周波数帯、強いマルチパス環境などに好適であり、OFDMサブキャリア間隔を広げるほど、高速移動の追従性、高い搬送波周波数帯での品質確保、遅延低減などに効果的であることが知られている。NRではこのように複数のOFDMサブキャリア間隔をサポートすることによって、既存のセルラ周波数帯からミリ波帯を含む高い周波数帯までをサポートでき、かつeMBBからURLLCまでの多様なサービスを1つのシステムで実現できる。

NRでは、このように様々なOFDMサブキャリア間隔をサポートされることを考慮し、次のとおり無線フレーム構成が規定された。

- ・無線フレーム: 10ms単位で定義される。すなわち、利用するOFDMサブキャリア間隔に依存しない。
- ・サブフレーム: 1ms単位で定義される。すなわち、利用するOFDMサブキャリア間隔に依存しない。
- ・スロット: 14OFDMシンボルで定義される。サブキャリア間隔に応じて時間長は異なる。

### 4.2 信号波形

多様なユースケースへの適用領域の広さを想定し上下リンク対象のOFDMベースの信号波形が採用された。加えて、PAPR (Peak-to-Average Power Ratio) やカバレッジへの影響を考慮し、上りリンクではDFT-Spread-OFDMも採用されている。

### 4.3 初期アクセス

初期アクセスは、大きくはLTEと同様に同期信号の検出、報知情報の取得、ランダムアクセスによる接続確立の手順で

行われる。

同期信号はLTEと同様にプライマリ同期信号とセカンダリ同期信号の2つの信号から構成される。セルの設置密度が非常に高いシナリオも想定し同期信号によって表現される物理セルIDの数はLTEの2倍の1024に拡張されており、同期信号に適用されるサブキャリア間隔は搬送周波数帯域ごとに仕様で規定されるため、ユーザ端末 (UE: User Equipment) が初期アクセス時にサブキャリア間隔をブラインド検出しなくてもよい。また、高周波数帯ではカバレッジ拡大のためビームフォーミングが適用されることを考慮し、同期信号及び報知チャンネルを1つの単位として定義し、それぞれに異なる送信ビームを適用して送信することが可能となっている。

### 4.4 マルチアンテナ

NRでは3次元ビーム制御を用いた上下リンク信号のマルチアンテナ送受信技術が検討された。デジタル信号の位相及び振幅を変化させることで送受信ビームを形成するデジタルビームフォーミングに加え、アナログ信号領域でビーム制御が可能なアナログビームフォーミングや、それらのハイブリッドビームフォーミング構成を考慮した送受信技術の検討が行われた。多数のアンテナ素子を用いて送受信ビームの形状を制御し、環境に応じた最適なエリア構成を実現する技術が検討されている。

### 4.5 チャンネル符号化

LTEでは誤り訂正符号として、畳み込み符号 (TBCC: Tail Biting Convolutional Coding) とターボ符号 (Turbo coding) が採用されている。NRではLDPC (Low Density Parity Check coding) 符号及びPolar符号が採用された。LDPC符号は並列処理により復号処理の遅延を小さくすることが可能であり、Polar符号はTBCCと比較して復号演算量を抑えつつ、共にシャノン限界に漸近する優れた特性を示す。

(2018年3月29日 ITU-R研究会より)

### 参考文献

- [1] ITU-R, "IMT-Vision-Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond," Recommendation ITU-R M.2083-0, 2015年9月
- [2] 3GPP, TR38.913, "Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies," 2017年8月
- [3] 3GPP, TR38.802, "Study on New Radio Access Technology-Physical Layer Aspects," 2017年9月