

## 特集



## 第7章 LTE-Advancedのパフォーマンス/主要技術/実現の課題など

### 3.9Gを越えて——LTE-Advancedへ

徳家 努

Tsutomu Tokuke

#### 7.1 3.9Gから真の4Gへ

##### 7.1.1 LTEの進化版“LTE-Advanced”

スマートホンやタブレット型端末の急速な普及により、移動通信におけるデータ通信量は飛躍的に増大しています。また、高精細映像などのリッチ・コンテンツや、クラウド技術による高度なサービス提供に向けた動きも活発化しています。このような状況の中、世界の移動通信事業者にとって、データ通信の高速化、通信容量の拡大、そしてネットワークの運用コスト削減は、競争力確保の重要な課題となっています。

図7.1は移動通信方式の進化を記したものです。

高速なデータ通信を実現するLTEは、2009年末にスウェーデンで世界初の商用サービスが開始され、米国や日本でも2010年末にサービスが始まったばかりです。しかし、LTE規格の標準化団体である3GPP(Third Generation Partnership Project)では、すでにLTEの進化版である“LTE-Advanced”の仕様策定を進め、2011年3月にRelease 10として標準化しています。なお、現在サービスされているLTEは、3GPP規格のRelease 8に準拠しています。LTE(Long Term Evolution)は、その名前が示すとおり、長期にわたって進化していくことを目指しており、LTE-Advancedは、LTEとの後方互換性を保ちつつ、新し

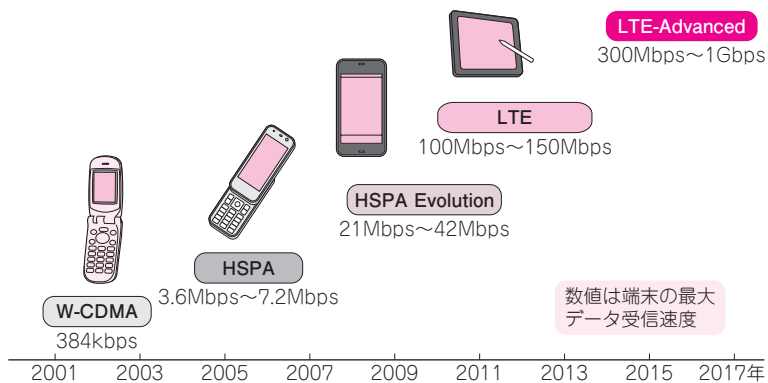
い技術要素による強化という形で仕様化されています。

##### 7.1.2 LTEは3.9Gか4Gか？

LTEは日本では“3.9G”(第3.9世代)と呼ばれています。これはLTEがITU(International Telecommunication Union, 国際電気通信連合)が定義した第4世代の要件は満たしていないものの、利用している技術は、第4世代にも通じるものであるとの意向から来ているものです。海外ではLTEを3G(第3世代)に対する次世代技術と位置づけ“4G”(第4世代)と呼ぶケースが多くなっていますが、多分に商業的な意図が大きいと思われる。

表7.1はLTEおよびITUが第4世代と位置づける通信システムのコンセプトである“IMT-Advanced”と、それに対するLTE-Advancedの目標性能の比較を示しています。LTE-Advancedは、LTEに対してさらなる高速化と周波数利用効率の向上を目指して策定されました。その結果、2010年10月にITUがLTE-AdvancedをIMT-Advancedに準拠した通信方式であると認め、LTE-Advancedは晴れて「真の4G」と位置づけられるようになりました。本章では、LTE-Advancedが目指すパフォーマンスを示すとともに、それを実現する主要技術の概要を解説します。

また、サービス提供の柔軟性向上とネットワーク運用コストの削減を目指し、導入に向けた技術開発が進む「サービスのオールIP化」と音声通話サービスに



〈図7.1〉

携帯電話の通信方式の進化

〈表7.1〉  
LTE-Advancedの目標性能

項目		LTE (Release 8)	LTE-Advanced	IMT-Advanced
最大データ速度 [bps]	ダウンリンク	300M	1G	1G*
	アップリンク	75M	500M	
最大周波数効率 [bps/Hz]	ダウンリンク	15	30	15
	アップリンク	3.75	15	6.75

\*注▶IMT-Advancedの要求は低速移動時1 Gbps, 高速移動時100 Mbps.

〈表7.2〉  
3 GPP LTE (Release 8) で  
定義されたUEカテゴリ

UEカテゴリ	最大伝送速度 [Mbps]		変調方式		最大帯域幅 [MHz]	MIMO レイヤ (ダウンリンク)
	ダウンリンク	アップリンク	ダウンリンク	アップリンク		
Category 1	10	5	QPSK 16QAM 64QAM	QPSK 16QAM	20	2
Category 2	50	25			20	
Category 3	100	50			20	
Category 4	150	50			20	
Category 5	300	75	QPSK 16QAM 64QAM	QPSK 16QAM 64QAM	20	4

〈表7.3〉 3 GPP Release 10 で定義されたUEカテゴリ

UEカテゴリ	最大伝送速度 [Mbps]		変調方式		コンポーネント・キャリアの構成 (MIMOレイヤ)	
	ダウンリンク	アップリンク	ダウンリンク	アップリンク	ダウンリンク	アップリンク
Category 6	300	50	QPSK 16QAM 64QAM	QPSK 16QAM	1CC : 20M(4)	1CC : 20M(1)
Category 7	300	100			2CC : 10M(4) + 10M(4)	2CC : 10M(1) + 10M(1)
					2CC : 10M(4) + 20M(2)	1CC : 10M(2)
Category 8	3000	1500	QPSK 16QAM 64QAM	5CC : 20M(8) × 5	5CC : 20M(4) × 5	

注▶キャリア・アグリゲーションで構成される各キャリアはコンポーネント・キャリア(CC)と呼ばれる。

におけるその利用についても、合わせて概説します。

## 7.2 LTE-Advancedのパフォーマンス

LTE-Advancedは、3Gから大きな飛躍と遂げたLTEを進化させるもので、さらなる高速化と大容量化という事業者の課題に応える通信システムとして期待されています。LTE-Advancedでは、より高次のMIMO技術や、複数の周波数キャリアを束ねて利用できる技術(キャリア・アグリゲーション)により、さらなる高速化が図られています。表7.2および表7.3は、それぞれLTE(3GPP規格Release 8)とLTE-Advanced(3GPP規格Release 10)で規定されている移動局(端末)の性能基準(UEカテゴリ)を示したものです。

現在、LTEではCategory 3の性能を持つ端末が商用化されており、今後Category 4の性能を持つ端末の開発が進むとみられています。LTE-Advancedでは、ダウンリンク最大データ速度として3Gbpsの性能までの基準であるCategory 8が定義されていますが、実際には、技術的な難易度や周波数帯域確保の制限などから、初期のLTE-Advancedサービスでは、

現行のLTEサービスに利用されている基地局設備を活かすことで実現が可能と考えられるCategory 6やCategory 7(ダウンリンク最大データ速度300 Mbps)を目標に開発が進められると考えられます。

## 7.3 LTE-Advancedの主要技術

LTE-Advancedでは、前述のパフォーマンスを実現するために、表7.4に示す主要技術が提案されています。本節では、これらの技術の概要を説明します。なお、本節で説明される多点協調伝送は、3GPP規格の次のリリースとなるRelease 11での策定が見込まれています。また、その他の技術についてもRelease 11でさらなる仕様改善が盛り込まれる予定です。

### 7.3.1 キャリア・アグリゲーション

前節でも簡単に説明しましたが、キャリア・アグリゲーション(Carrier Aggregation)は、複数のキャリア周波数を束ねて利用することで帯域を拡張する技術です。キャリア・アグリゲーションの利点は、既存のLTEサービスで利用されている周波数や設備をそのまま利用して、より高速なサービスを実現できること